نامه علوم پایه

۷ و ۸
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

فصلنامه تخصصی گروه علوم پایه فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

ISSN 2783-3666

بسم الله الرحمن الرحیم

نامه علوم پایه

فصلنامه تخصصی گروه علوم پایه فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

شماره هفتم و هشتم، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

صاحب امتیاز: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

مدیر مسئول: مهدی زارع

سردبیر: علی فرازمند

هیئت تحریریه: مسعود آرین‌نژاد، هاشم رفیعی تبار، مهدی زارع، احمد شعبانی، علی فرازمند

ویراستار: علی فرازمند

کارشناس: هانیه ستوده

گرافیک و صفحه‌آرایی: یلدا آرین نمازی

چاپ و صحافی: عارف آریافر

فصلنامه «*نامه علوم پایه*» نشریه تخصصی گروه علوم پایه فرهنگستان به نشر مسائل آموزشی و پژوهشی قلمروهای علوم پایه (ریاضی، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک) اختصاص دارد. اولویت انتشار در این مجله با مقالاتی است که به مسائل و چالش‌های اساسی این قلمروها، سیاست آموزشی و پژوهشی، ارتقای سطح دانش و پژوهش در کشور، ارتقای سطح ارتباط میان دانشمندان علوم پایه و سایر قلمروهای علمی و نیز کل جامعه بپردازند. توسعه نگرش علوم یکپارچه و فعالیت‌های بین رشته‌ای و ترارشته‌ای و تبیین اهمیت این نگرش‌ها در حل مسائل جامعه و توسعه پایدار از اولویت‌های مهم دیگر نشریه است. در نگارش یا ترجمه مقالات علمی نیز شایسته است که کانون توجه، گزارش و معرفی یافته‌های نوین علمی و سرمشق‌هایی باشد که برای گسترش دانش و معرفت علمی جامعه نقش بنیادی دارند.

نشانی: تهران، بزرگراه شهید حقانی، خروجی فرهنگستان‌های جمهوری اسلامی ایران و کتابخانه ملّی، فرهنگستان علوم

کد پستی: ۱۵۳۸۶۳۳۱۱۱ **صندوق پستی**: ۱۹۳۹۵-۵۳۱۸ **تلفن و دورنگار**: ۸۸۶۴۵۵۹۵

تارنما: www.ias.ac.ir **رایانامه**: basic@ias.ac.ir

«مسئولیت صحت مطالب بر عهده نویسندگان است»

شاپا ۲۷۸۳-۳۶۶۶

۱۵۰ هزار تومان

تک تک مقالات و نسخه رنگی کامل مجله از تارنمای فرهنگستان علوم، رایگان قابل دریافت است.

راهنمای نگارش مقالات

۱ .مقالات از نوع مروری، دربارهٔ موضوعات مطرح علوم پایه، نقد و معرفی برنامه‌ها و سیاستگذاری‌های کلان علمی، آموزشی و پژوهشی در تمام سطوح، نقد کتاب و معرفی نوآوری‌های علمی و فنی در زمینهٔ علوم پایه باشند.

۲ .پیشنهاد تألیف مقاله با ارائه خلاصه‌ای شامل هدف و مفاد اصلی آن، برای داوری و تأیید اولیه به دفتر مجله ارسال شود.

۳ .درنگارش مقالات شئون تألیف اصیل و شایسته، و نیز ارجاع دقیق و درست و بهره‌برداری از داده‌های آثار دیگران رعایت شود.

۴ .مقالات مربوط به آموزش و پژوهش بین و ترا رشته‌ای و دیدگاه‌های مرتبط با آموزش یکپارچهٔ علوم و توسعه پایدار اولویت دارند.

۵ .مجله از انتشار نوشته‌ها و یادداشت‌های مربوط به زندگی دانشمندان و نامداران علم و صنعت در ایران و جهان، معرفی و نقد آثار و احوال آنان استقبال می‌کند.

۶ .انتشار ترجمه مقالات دارای اولویت و ضرورت با سفارش و تأیید سردبیر و هیئت تحریریه امکان‌پذیر است.

۷ .در صفحهٔ نخست عنوان، نام مولفان، آدرس محل کار، همراه با آدرس ایمیل نویسنده مسئول آورده شود.

۸ .مقالات دارای چکیده فارسی و انگلیسی– شامل نکات اصلی و کلیدی در حداکثر ۲۵۰ کلمه– به همراه چند کلیدواژه باشند.

۹ .ارجاعات به منابع در داخل متن فقط با شماره‌بندی از ۱ الی آخر (در پرانتز) آورده شوند. منابع فارسی و انگلیسی هر دو در طول متن با ً درطول خود متن به شماره‌گذاری پیاپی آورده شوند. منابع اینترنتی صرفا شکل پانوشت درصفحهٔ مرتبط بیاید.

۱۰ .نسخهٔ دیجیتال عکس‌ها و تصاویر آمده در متن در فایل جداگانه ارسال شوند.

۱۱ .در ضبط منابع ادواری به ترتیب نام نویسنده/نویسندگان، عنوان، سال انتشار، نام نشریه، شمارهٔ آن و شمارهٔ صفحات بیاید. درمورد کتاب، نام نویسنده/نویسندگان، سال انتشار و سپس نام ناشر و بعد صفحات ارجاع می‌آید

فهرست

سخن سردبیر ۵

آنتروپوسن [عصر انسان سالاری]، عصر انسان یا عصر خسران؟ ۷
علی فرازمند

نقدی بر مقاله اندیشه‌ای در باب آخرالزمان: اهمیت زیست‌هنر در هنرآموزش ۱۱
رضا داوری اردکانی

انسان در عصر پسا–انسان‌محوری: نگاهی دوباره به رابطه انسان، غیرانسان و ناانسان از منظر زیست‌هنر ۱۴
سید مهدی علوی

انسان‌ها از شش مورد از خط قرمزهای سیاره‌ای نُه‌گانه عبور کرده‌اند ۳۷
ترجمه وداد فامورزاده، الناز محمودی خواجه پاشا

نامه: نشست کاپ ۲۸ راه دوزخ اقلیمی را کاملاً باز گذاشت ۴۱
ترجمه وداد فامورزاده

نامه: جنگی بر سر تفسیر توافق نهایی کاپ ۲۸ درباره‌ی حذف تدریجی سوخت‌های فسیلی ۴۳
ترجمه وداد فامورزاده

علم به مثابه یک حرفه ۴۴
عطا کالیراد

ریاضیات عمارتی برای سکونت ۵۱
خسرو منصف شکری

نگاهی به انگیزه ورود دانشفر ایرانی به دنیای علوم پایه ۵۹
سلیم وثوقی کیاسری، غلامرضا رکنی لموکی

درآمدی بر اندیشه‌های پوپر در نگرش علمی، زیست شناسی و تکامل ۷۳
علی فرازمند

نگاهی به سیستم آموزشی مدارس فنلاند ۸۴
المیرا رضایی پژوهش، محمدرضا مخبر دزفولی، علی اکبر موسوی موحدی

سیر تحول ریاضیات مدرسه‌ای در ایران ۹۱
علیرضا مدقالچی

جایگاه جهانی صنایع شیمیایی در تولید ناخالص ملی کشورها ۹۸
احمد شعبانی

تحقیقات بیوفیزیک و جایزه نوبل ۱۱۲
نیکو محبعلی زاده، علی اکبر موسوی موحدی

نگاهی به هیدروژن به عنوان انرژی پاک و تجدید پذیر در زمین ۱۲۶
مهدی زارع

کاربرد علوم پایه در توسعه پایدار شیلاتی و امنیت غذایی کشور ۱۳۴
مصطفی شریف روحانی

از یک ایده تا یک اختراع و تاسیس یک آزمایشگاه فوق تخصصی در حوزه فن آوری نانو امولسیون ترکیبات گیاهان دارویی ۱۳۹
مریم کرمی، فرشته صحرایی، مهدی رحیمیان، امیرعلی انوار، سیما مرادی، حامد اهری

ریزکارخانه‌های زیستی تولید کننده نانوذره مغناطیسی، باکتری‌های مغناطیس‌گرا ۱۴۵
فاطمه هنربخش، فاطمه محمدی پناه، محمدعلی فرامرزی

اتاق فکر و کارکردهای آن ۱۵۲
علی فرازمند

طرح «مستندسازی تاریخ ریاضیات در ایران معاصر» و دستاوردها، گزارش و معرفی آثار منتشر شده ۱۵۷
بهزاد منوچهریان، فرید قاسملو

سخنرانی آقای دکتر یوسف ثبوتی در وبینار ترویج ریاضیات و علوم به میزبانی اتحادیه انجمن‌های ایرانی علوم ریاضی و بنیاد علم اکو ۱۵۹

سخنرانی جناب آقای دکتر یوسف ثبوتی در نشست دوازدهم مرجعیت علمی در حوزه علوم پایه و بنیادی ۱۶۰

گزارش برپایی همایش یک روزه تاریخ زمین شناسی در ایران معاصر در فرهنگستان علوم ۲۹ خرداد ماه ۱۴۰۲ ..... ۱۶۴

خلاصه گزارش جلسه مشترک مدیران گروه‌های زیست شناسی کشور و شاخه زیست‌شناسی فرهنگستان علوم(۲۶ خردادماه ۱۴۰۲) ۱۶۷

بعضی از فعالیت‌های اعضا شاخه شیمی فرهنگستان علوم ۱۶۹

گزارش شرکت گروهی از استادان ریاضی دانشگاه‌های کشور ۱۷۱

گزارش سمینار یک روزه شاخه شیمی فرهنگستان علوم ۱۷۹

سخن سردبیر

نامه علوم پایه، گرچه با وقفه‌ای طولانی‌تر، با شماره‌ای دیگر باز منتشر شد. تقریبا در هر شماره در همین صفحه تاکید شده است که وقفه کار انتشار این نامه از کمبود دریافت مقالات درخور برای هر شماره ناشی می‌شود. در حد توان سعی شده است تا محتوای این نامه متاخرتر فرهنگستان علوم –که قرار بود فصلنامه باشد– از چارچوب اهداف تعیین شده آن دور نشود و تا جای ممکن مسائل مهم و کلان علمی پژوهشی و اجتماعی کشور، شایسته شان و همسو با اهداف فرهنگستان، در آن طرح شود. امیدواریم تاکنون در انجام این وظیفه کوتاهی نشده باشد هرچند ما امید کاری بهتر، ژرف تر و پردامنه‌ای را داشتیم. با نگاهی به ترکیب و شمار اعضای پیوسته، وابسته و مدعو فرهنگستان و نیز جریان فعالیت‌های متنوع آن، ازجمله برپایی اتاق‌های فکر، برگزاری سمینارها، نشست‌ها و سخنرانی‌ها و ... مایه شگفتی است که نتوانیم مجلات فرهنگستان را پربار و بموقع منتشر سازیم. طی دوسه سال گذشته اعضای هیئت تحریریه علاوه از دعوت به همکاری اندیشمندان متعدد عضو و غیر عضو فرهنگستان خودشان نیز به جدِ تمام برای انتشار شایسته نامه علوم پایه اهتمام داشته‌اند، ولی همچنان مجله گرفتار کمبود مقالات دریافتی است.

فرهنگستان علوم موقعیت بی‌نظیری برای پرداختن به مسائل علمی، آموزشی و پژوهشی در تمام ارکان اجتماعی کشور دارد، چراکه خوشبختانه در آن اندیشمندان و اصحاب علوم انسانی و علوم پایه هردو حضور دارند. شاید طی چندسال گذشته همه گیری کووید–۱۹ ضرورت تفکر و اقدام یکپارچه از سوی همگان را خیلی واضح نمایان ساخت. فرهنگستان علوم بریتانیا در گرماگرم این رخداد پردامنه برنامه‌هایی را برای برخورد و مدیریت پیامدهای آن پیش بینی و در اثار خود اعم از گزارش‌های جامع، کتاب و بیانیه بموقع منتشرکرد و دوران این همه گیری و مشکلات متعاقب آن را برای ده سال موسوم به دهه کووید–۱۹ طراحی و پیشنهاد کرد. واقعا نه تنها باید به دهه کووید–۱۹ بلکه اینک به دنیای متفاوت‌تری که همه گیری جهانی ایجاد کرد بیشتر اندیشید. فرزندان و دانشجویان ما تغییر عظیمی را تجربه کردند و زندگی عمومی که بی‌صدا پیشرفت هوش مصنوعی و دیجیتال را تجربه می‌کرد یکباره خود را در سیطره خوب و بد آن گرفتار دید. دانشجویان، دانش آموزان و کارکنان ادارات به ضرورت حضور در کلاس و محل کار شک کردند و مسحور آسانی برنامه ریزی و هدایت دیجیتال کارها شدند. جا داشت فرهنگستان علوم با همراهی همسایه آن فرهنگستان علوم پزشکی با تشکیل ستادی به این مشکل دوران ساز می‌پرداختند و پرچمدار رویارویی با چالش‌ها و تبعات دور و نزدیک آن می‌شدند.

گروه‌های علمی و شاخه‌های زیرمجموعه‌شان سخنرانی‌های درخور توجهی برگزار می‌کنند که برای اطلاع عموم بی شک باید با اولویت نام فرهنگستان در نشریات خود آن منتشر شوند. حجم و محتوای نشریات به طور اعم و بویژه مجلات ادواری می‌توانند منادی ارج والای فرهنگستان‌ها باشند. در بیشتر کشورها آنچه در فرهنگستان‌ها گفته و شنیده می‌شود به خاطر فوریت، غنا و اهمیتشان شنوندگان مشتاق و جدی در میان مسئولان و سیاستگزاران و عموم دارد. فرهنگستان محل اندیشیدن جدی و فراگیر به مسائل امروز و فردای جامعه و ارائه راهکارهای کوتاه و بلندمدت برای رویارویی با چالش‌های چشمگیر مانع توسعه پایدار کشور است. ارائه اندیشه‌ها و نظرات هم با نشر بموقع و نظام مند بیانیه‌ها، مستندات، گزارش‌ها و مقالات وزین تحقق پیدا می‌کند. ناامیدی از حل و فصل درخورِ مسائل چاره ساز نیست و کار ما حتی اگر محدود به ترسیم اوضاع، پرداختن به چالش‌ها و نمایاندن چشم اندازها و ایجاد زمینه‌های گفتگوی سازنده برای حل مسائل باشد پُربهاست. اگر نشانی هم از اجرای بسامان و بموقع آنچه به عنوان صلاح و صواب پیشنهاد می‌شود توسط دستگاه‌های اجرائی دیده نشود باز وظیفه هر اندیشمند مسئولی زنده نگه داشتن باب گفتگو و ابراز دائم اندیشه‌های درست است؛ اصولا نقش نهادهائی چون فرهنگستان‌ها که نقش اجرئی ندارند همین است. ما نامه علوم پایه را محملی برای انتشار نتایج تجزیه و تحلیل‌های ژرف مسائل کلان آموزشی، پژوهشی، علمی–اجتماعی و توسعه ای و آئینه تجلی اندیشه‌های ناب در باب این مسائل می‌دانیم. حیات این نامه در گرو همکاری جدی و مستمر صاحبان اندیشه، بویژه اعضا و دوستداران فرهنگستان است و امیدواریم در سایه این همکاری کارنامه آن قابل دفاع باشد.

سردبیر

آنتروپوسن [دور انسان سالاری]
عصر انسان یا عصر خسران؟

علی فرازمند
دانشکده زیست شناسی دانشگاه تهران و عضو شاخه زیست شناسی فرهنگستان علوم.
afarazmand@ut.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

«جهان با همان تفکری که شرایط را ایجاد کرده است،
از وضعیت بحرانی کنونی خود عبور نخواهد کرد.»

آلبرت اینشتین

مقاله اندیشه‌ای در باب «*آخرالزمان*»: *اهمیت زیست–هنر در هنرآموزش* به ترجمه اقای دکتر سید مهدی علوی که در شماره ۶ نامه علوم پایه منتشر شد از جمله مورد توجه ریاست محترم پیشین فرهنگستان علوم، جناب استاد داوری اردکانی قرار گرفت که طی نامه‌ای نقد و نظرشان را در اختیار مجله قرار دادند. با توجه به نکات مهم و درخور توجه این نقد، به عنوان سردبیر از ایشان درخواست شد در صورت تمایل با بسط مفاد نقدشان، مقاله ای برای انتشار در نامه علوم پایه تالیف فرمایند. نامه ایشان هم جهت ملاحظه و پاسخ احتمالی به مترجم مقاله مورد اشاره واگذار شد. در حالی که دکتر داوری به تقاضای مجله هنوز پاسخی نداده‌اند، جناب دکترعلوی در پاسخ به نکات نقد، مقاله‌ای تهیه فرمودند که به همراه نامه استاد داوری در این شماره آمده است. با تشکر از ایشان به پاس تفصیل موضوع مهمی که با مقاله قبلی آغاز شد، در این نوشته کوتاه به مسئله‌ای می‌پردازیم که مایه اصلی بحث‌های مرتبط را تشکیل می‌دهد و از خوانندگان اندیشمند نامه علوم پایه نیز دعوت می‌کنیم تا در این بحث نوخاسته ولی پردامنه از حیث علمی، فلسفی، فرهنگی، انسان شناسانه و جامعه شناختی شرکت کنند و دیدگاه یا نوشته‌هایشان را برای انتشار به مجله بسپارند.

مفهوم و قالب نهفته در مقاله یاد شده بسط مداخلات انسان در طبیعت در «دوره» فرض شده موسوم به «دور انسان» (anthropocene) یا شاید درست تر دور[1] *انسان سالاری* است که نویسنده از آن به عنوان *اندیشه آخرالزمانی* یاد می‌کند که در عنوان مقاله قبلی هم برجسته شده است. اصطلاح آنتروپوسن در سال (۱) ۲۰۰۰ به صراحت توسط پل کروتزن[2] معرفی شد، هرچند فحوای نهفته در این اصطلاح پیش‌تر هم با عناوینی دیگر در ادبیات علمی وجود داشته است. وی با اشاره به اینکه انسان بخش قابل توجهی از سطح زمین را تغییرداده، غلظت دی اکسیدکربن را در اتمسفر ۳۰ درصد افزایش داده و با تغییرات آب و هوائی که خاستگاه آن فعالیت‌های انسان در دهه‌های اخیر است ماهیت این تاثیرات را به تصویر کشیده است. تعریفی که برای این دوران می‌شود چنین است: *دوره زمانی که طی آن فعالیت‌های انسانی چنان تاثیری بر محیط گذاشته، که برای قلمداد شدن به عنوان یک تغییر زمین شناختی کافی به نظر می‌رسد.* می‌دانیم که دوران نقش سازی‌های انسان در طبیعت قدمت بس طولانی‌تری دارد که از قبل هولوسن[3] نام گرفته است. قدمت این دوران به بیش از ۱۱۰۰۰ سال– پایان آخرین دوره یخبندان– می‌رسد. آنتروپوسن به عنوان یک دوره جدید [با تعابیر گوناگون پس

۱. این معادل با تاکید بر نقش اربابانه انسان بر طبیعت، عصری از تسلط بی چون و چرای انسان بر ساز وکار زمین، پیشنهاد شده است. چنانچه در متن هم اشاراتی هست کاربرد این واژه و نیزمصداق آن همچنان مورد بحث است. با توجه به ظرایف و محدودیت های صرفا واژه سازی و پسند و سلایق دیگر البته می توان معادل هایی دیگر انتخاب کرد.

2. Paul Crutzen
3. Holocene

از یا در داخل] هولوسن، دوره‌ای با بیش از ۲۰۰ سال اخیر – دوران پس از شروع انقلاب صنعتی در انگلستان – و از نظر برخی شامل چند دهه اخیر– با اوج دیوانه وار مصرف گرائی و تخریب سیاره زمین با اهداف توسعه مهارناپذیر– را شامل می‌شود. گرچه کاربرد[با مصداق علمی یک دوره زمین شناختی] این واژه عمومیت پذیرش بی‌چون و چرا توسط همه زمین شناسان را ندارد (به تفصیل در منبع ۲ و ۳ بحث شده است.) جری بسکین (۳) معتقد است که آنتروپوسن کمتر یک مفهوم علمی است تا زیربنایی ایده‌آل برای یک جهان‌بینی خاص. پارادایمی است که می‌خواهند ردای دوران زمین شناختی بر آن بپوشانند. به ویژه، انکه بخش معینی از بشریت را به عنوان «انسان» آنتروپوسن عادی جلوه می‌دهد و «انسان» را به عنوان موجود برتر دوباره وارد طبیعت می‌کند و به صراحت از ایده مدیریت سیاره‌ای و مشروعیت بخشیدن به مداخلات عمده در عملکرد زمین، مانند مهندسی زمین، استفاده می‌کنند. ولی هر چه باشد سال‌های متمادی است که فراتر از جامعه علمی کاربرد عمومی بسیار گسترده‌ای یافته است و در ادبیات علمی و روزنامه‌ای موضوعی داغ به شمار می‌آید. با جستجو در گوگل، با کلیدواژه فقط خود آنتروپوسن بیش از ۳۰ میلیون مدخل (۷ اسفند ۱۴۰۲) آدرس داده می‌شوند که نشان دهنده گستردگی زیادِ توجه به موضوع آن است.

طی دو دهه اخیر گروه‌های کاری و مطالعاتی زیادی در سطوح ملی و بین المللی برای تعریف و بررسی ابعاد گوناگون دوره موسوم به آنتروپوسن تشکیل شده‌اند. دیدگاه‌ها نیز قطب بندی‌هایی– در میان دانشمندان و عموم– دارد، در طیف گسترده از آنان که سرمست و ثناگوی دستاوردهای خارق العاده بشری هستند تا آنهائی که از استیلای بی چون و چرا و لجام گسیخته دستاوردهای تکنولوژی بر زندگی بشر بیمناک‌اند. خودِ کروتزن که نام گذار و منادی آنتروپوسن شمرده می‌شود می‌گوید این اصطلاح «هشداری به جهان» در مورد وضعیت موجود حیات بشری است نه یک پیشنهاد برای تجدید نظر در متون درسی زمین شناسی. قرن حاضر شاهد افزایش آگاهی فزاینده از اشکال تخریب محیطی بوده است. پدیده‌هایی مانند اسیدی شدن اقیانوس‌ها، تغییرات آب‌وهوایی، اشکال فزاینده تخریب بوم‌شناختی در سراسر سیاره، افزایش بیش از حد جمعیت جهان و کاهش منابع آب و مصرف بی‌مهار منابع انرژی از آن جمله‌اند. مطابق استانداردها و معیارهای تعریف شده، اینک انسان در بهره کشی بی‌مهار از منابع زمین از آستانه شش خط قرمز از نُه مورد تعریف شده عبور کرده است (مقاله خط قرمزهای ... صفحه۳۷).

صرف نظر از اینکه دوران زندگی امروزه و حال و روز دنیایی که در آن به سر می بریم چه نامی و چه مدافعان/منتقدینی یا با چه دیدگاه هایی دارد «آنتروپوسن» بی شک واقعیتی انکارناپذیر، و کانون توجه بسیاری از قلمروهای علمی و معرفتی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی است. در حالی که شمار زیادی از دانشمندان عرصه‌های گوناگون از جمله زمین شناسان و دیرینه شناسان، به استناد حرفه‌شان، در پی یافتن شواهدی برای نشان دادن تغییرات زمینی لازم برای تسجیل علمی نام آنتروپوسن به عنوان یک دوران زمین شناختی انسان ساخته هستند بسیاری به جنبه‌های معرفتی عام‌تر می‌اندیشند و فرهنگ و اقتصاد حاکم بر جهان را به نقد می‌کشند تا شاید این واقعیت را که حکمرانان قدرت و ثروت جهان بانی اصلی پدید آمدن چنین دوره‌ای هستند نمایان سازند. از استَن فینی[1] نقل می‌شود که بله، انسان‌ها در حال تغییر زمین هستند. می‌توانید آن را آنترو پوسن بنامید اما افزودن آن به عنوان فصلی جدید به رکورد رسمی زمین شناسی آنچه را ما انجام می‌دهیم نادرست می‌سازد. ما برای تعریف واحدهای سنگی تنظیم شده‌ایم، نه اینکه تغییرات بزرگی را در سیستم‌های زمین اعلام کنیم. آنتروپوسن بهتر است به عنوان یک اصطلاح فرهنگی مانند نئولی استفاده شود (۲). جالب اینکه تیموتی کلارک در فصل هفتم اثر خویش– *نقد بوم شناختی در لبه*، از آنتروپوسن به عنوان یک مفهوم آستانه‌ای– با عنوان *اختلال آنتروپوسن* از وضعیت روانی بحث می‌کند که کاربرد این واژه پدید آورده است (۳، ص ۱۴۰). اختلال نه به معنی حس نوستالژیک اوضاع سپری شده‌ای که مشکلی به این عظمت در میان نبود و غمناکی از وضع نا مطلوب حاضر، بلکه به معنی اختلال در درک تناسب بزرگی رویداد یا زمان وقوع آن برای جامعه است. یعنی شکاف میان آنچه می‌بینم و اینکه واقعا چه چیزی رخ خواهد داد. یعنی شکاف و ناهمخوانی بین درک روزمره و حداقل درک بوم شناختی از مقیاس بسیار کلانِ اثراتی که توسط متخصصین پیش بینی می‌شود و نهایتا درک گسستگی آشکار بین فرایندهای تخریبی که بخوبی ملموس‌اند و ناکفایی بحث‌ها و اقداماتی برای حل مشکلی که فوریت دارد!

توجه به آرای گوناگون حداقل به اشاره در اینجا کفایت می‌کند و خواننده کنجکاو با جستجویی ساده می‌تواند به مقالات و آثار علمی مستند در این موارد دست یابد. (بعلاوه موضوع در مقاله مفصل دکتر علوی که در همین شماره –صفحات ۱۴ تا ۳۶ – آمده بخوبی تشریح شده است.) مثلا در پدید آوردن تغییرات آب و هوائی دو قدرت بزرگ جهان چین، و با فاصله‌ای فروتر ایالات متحده امریکا، نقش برتر دارند و در

1. Stan Finney

استیلای آنها بر اقتصاد و تکنولوژی جهانی تردیدی نیست و در نتیجه حل این مشکل نیز بدون مشارکت، هزینه دادن و پیشه کردن عقلانیتی پایدار در برابر مسائل محیط زیست از سوی آنها [و البته دیگران] شدنی نیست. آلفردو گونزالز-رویبال (۴) می‌گوید این دوران را باید عصر تخریب نامید تا آنتروپوسن، چرا که با لفظِ صرفِ *انسان سالاری* روابط انسانی قدرت، نابرابری‌ها و منازعات بشری که همیشه وجود داشته‌اند محو و کمرنگ می‌شوند. چراکه با این اصطلاح گویی انسان‌ها یکدست در پدیدآوردن آن سهیم بوده‌اند و یا مشکل ناشی از تقصیر یا مورد تائیدی همگانی است. او تاکید می‌ورزد در تعریف آنتروپوسن نباید انسان را عنصری زیست- زمین شیمیائی قلمداد کرد و روابط انسان را فقط بین انسان‌ها و غیرانسان‌ها و نا انسان‌ها دید. نباید *آنتروپویی (anthropos)* را که رهاورد مدرنیته و سرمایه داری است فراموش کرد. با واژه عام «آنتروپوسن» -بدون روشن کردن خاستگاه، انجام و فرجام دوره انسان سالاری - همه انسان‌ها یکسان دربرابر طبیعت مسئول شمرده می‌شوند، حال آنکه در عالم واقع چنین نیست. این انتقاد چنان برجسته است که برخی گفته‌اند اگر اراده‌ای برای رهائی از آثار سوء آنتروپوسن وجود دارد باید واژه *کاپیتالوسن* (سرمایه سالاری) را جای آن نشانید (۵) و استیلای صاحبان قدرت و ثروت را به چالش کشید که کلید و قفل توسعه اقتصادی و فرهنگی جوامع انسانی هردو اساسا در ید قاهره آنهاست.

پیشرفت‌های علمی و بویژه کاربردهای آن اغلب با رویا و کابوس، با نویدها و چالش‌های زیادی روبرو بوده است. علم در کاربردهایش تیغ دو دم است بسته به آنکه چه شخصیتی آن را به دست می‌گیرد می‌تواند نتایج خوب و بد فراهم آورد. ولی گویی «استبداد علم/شبه علم» را چاره نیست. چه ضمانتی وجود دارد که علم در دست نفس تهی از تهذیبِ اخلاقی ثمره پاک داشته باشد؟ از لحظه اعلام فقط خبر یک کشف علمی (که هنوز ابعاد آن کاملا روشن نیست) بازار استفاده/ سوء استفاده از کاربردهای آن توسط افراد حتی بظاهر موجه گشوده می‌شود. از بازار فناوری های تشخیص پزشکی و سنتز و استفاده از داروها گرفته تا مصنوعات پیش و پا افتاده مثلا عرضه «جوراب نانو» در گذرگاه‌های مترو.

آثار هنری ملهم از توانایی‌ها و دانش بشری نیز با پیش بینی گاهی بسیار زودرس آنها خیلی پیش‌تر از زمان تحقق آنها، به شکل کتاب و فیلم (در ژانر موسوم به علمی-تخیلی) منتشر شده و می‌شود که البته مورد استقبال گسترده مردم بوده و هستند. پدیدآورندگان این آثار، گاهی با نبوغی آشکار با ترسیم آرمانشهرها/ پادآرمانشهرها بخشی از آنچه را که در انتظار جامعه بشری است ترسیم می‌سازند. برای مثال آلدوس هاکسلی[1] در اثر علمی-تخیلی تاثیر گذارش *دنیای قشنگ نو* (۱۹۳۲م) دنیای بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک را بخوبی پیش بینی می‌کند، فناوری‌های که اینک چندین دهه است بر تمام ابعاد زندگی ما چیره است. اچ جی ولز[2] در کتاب *جزیره مورو* باغ وحش عجیبی از موجودات غیرعادی نیمه انسان و نیمه حیوان می‌آفریند، کارهایی که نوعا به مدد فن آوری‌های نوین زیست شناسی - البته با محدودیت‌های ویژه‌ای که در هر موردی وجود دارد- قابل آزمایش و انجام‌اند. از یاد نبریم که طی همین سی سال گذشته، به دنبال کلون سازی گوسفند دالی با استفاده از سلول‌های بدنی، از نظر برخی جاودان سازی زندگی خود یا کپی‌هایی از خود رویای واقعی جلوه می‌کرد. ولز در اثر دیگری، *جنگ دنیاها (۱۸۹۸م)*، استیلای فرازمینی‌ها را بر زندگی زمینیان ترسیم می‌سازد، رویایی که اینک با چیرگی پیدا و پنهان زمینی‌هایی با امتیازات و برترهای بسیار زیاد بر زمینی‌های فروتر تحقق پیدا کرده است! جالب اینکه در روایت این داستان‌ها وجه پادآرمانشهری که خود نویسنده مستقیم یا به تلویح بدانها اشاره می‌کند در برابر سحر نمایان پیش بینی‌های خارق العاده علمی-فنی گُم می‌ماند. در *دنیای قشنگ نو*، روایت بوضوح اشاره دارد که رفاه و لذت به قیمت قربانی شدن هنر، مذهب، دانش و فرهنگ فراهم آمده است و در داستان جزیره مورو خود آفریننده حیوانات عجیب قربانی آنها می‌شود.

پریسکات و لاگان (۸) در مقاله مروری جالبی بیان می‌دارند که آنتروپوسن نه یک دوره قابل شناسایی زمین شناختی، بلکه بیشتر یک سندرم تشخیصی - مجموعه‌ای از علائم و نشانه‌ها از جمله تغییرات آب و هوا، آشفتگی در تنوع زیستی، تخریب محیط‌زیست و اپیدمی بیماری‌های غیرواگیر- به شمار می‌آید. این سندرم با سیاست، اقتصاد، سیاست‌های عمومی (یا فقدان آن‌ها)، ارزش‌های اجتماعی، و فشار جهانی غذاها و نوشیدنی‌های پر کالری و فاقد مواد مغذی در هم تنیده است. شفای سندرم آنتروپوسن چالش بزرگ بشریت است و در نتیجه با ارجاع به گلن آلبرشت[3] برای این شفا الگوی همزیستی با یکدیگر و هماهنگ با طبیعت (سیمبیوسن)[4] را چاره کار می‌داند: دوره‌ای در تاریخ زمین که در آن انسان‌ها باید از نظر روانی و تکنولوژیک با طبیعت و سیستم‌های طبیعی یکپارچه شوند. «در دوره سیمبیوسن، کنش، فرهنگ و سرمایه انسانی... وابستگی متقابل و سود متقابل را برای همه موجودات زنده

1. Aldous Huxley
2. Herbert George Wells
3. Glenn Albrecht
4. Symbiocene

(وضعیتی مطلوب)، همه گونه‌ها (ضروری) و سلامت همه اکوسیستم‌ها (اجباری) افزایش می‌دهد.»

در این مختصر ما سعی کردیم به سهم مجله به پاس بحث و نقدی که در ابتدای نوشته یادآور شدیم، آنتروپوسن را آن طور که قلمداد می‌شود تعریف کرده، برخی آرای منتشر در این قلمرو را اشاره وار معرفی کنیم. کاش آنتروپوسن، یا آن طور که اینجا ترجمه شد انسان سالاری، عنوانی برگرفته از مجاهدت برای انسانیت، انسان شدن و انسان ماندن- شایسته پسوند خردمند برای گونه انسان امروزی- می‌بود و نه برای ترسیم استیلای بی‌مهار وغیرعقلائی انسان بر سیاره‌ای که تاب و توان آن در سایه پیشرفت‌های تکنولوژیک و بیوتکنولوژیک خارق العاده به سر خواهد آمد؟ تلاشی برای شایستگی اتصاف پسوند خردمند برای گونه انسان امروزی. اگر انسان با غرور و شکوهی که برای خود و پیشرفت‌های علمی و فنی قائل است نخواهد راه دیگری برای فائق آمدن بر بحران بالقوه آنتروپوسن / و بحران‌های دیگر پیشه کند محکوم به سرودن مرثیه‌ای خواهد بود از زوال انسانیات. نقل نکته‌ای کانونی و اصیل از مقدمه کتاب *یادگیریِ مردن در آنتروپوسن: تاملاتی بر پایان یک تمدن*، اثرِ روی سکرانتون[1] بسیار تامل برانگیز است (۹). او با انتقاد صریح از «سرمایه داری متشکل از کربن» راه زنده ماندن بشریت را یک مدارای مبتنی بر حفاظت و سازندگی، مبتنی بر ایمان به جامعه انسانیِ فراتر از هر هویت محلی، زمانه ای منحصر یا مکان و جایی واحد می‌بیند و می‌نویسد:

«بحث این کتاب این است که ما در جلوگیری از گرمایش غیرقابل کنترل جهانی شکست خورده‌ایم و تمدن سرمایه داری جهانی همان طور که می‌دانیم به پایان رسیده است، اما اگر محدودیت‌های انسانی و گذرا بودن را به عنوان حقایق اساسی بپذیریم و برای پرورش تنوع و غنای میراث فرهنگی جمعی ما [متعلق به تمام عصرها و جامع فرهنگ بشری] تلاش کنیم بشریت می‌تواند زنده بماند و با دنیای نوین آنتروپوسن سازگار شود. آموختنِ مُردن به عنوان یک فرد به معنای رها کردن استعدادها و ترس است. آموختنِ مُردن به عنوان یک تمدن به معنای رها کردن این شیوه خاص زندگی و ایده‌هایش در مورد هویت، آزادی، موفقیت و پیشرفت است. این دو راهِ یادگیری برای مُردن در نقش متفکر انسان‌گرا گرد هم می‌آیند: آنکه می‌خواهد بایستد و پرسش‌های دردسرساز بپرسد، آنکه آماده است کلامش را قطع کند، می‌خواهد بُگسلد و در کانال‌هایی دیگر با ریتم‌هایی کندتر و ژرف‌تر طنین‌انداز شود.»

اگر سفارش و رویای این نویسنده متالم را برای ایست دادن به تمدن فعلی و آغازی دیگر برای فراهم آوردن اسباب نیکبختی و نیک انجامی بشریت بیهوده و دست نایافتنی می‌بینید حق دارید! به نظرم برای پایان بخشیدن به این اشارات مختصر در مورد *عصر انسان سالاری* توسل به آیه تکان دهنده‌ای از سوره احزاب بی‌مناسبت نباشد که شاید بیش از هر زمانی توصیف نافذی از انسان عصر «آنتروپوسن» به شمار می‌آید که خود را حاکم مطلق زمین و زمان می‌شناسد:

إِنَّا عَرَضْنَا الأَمَانَةَ عَلَى السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ وَالْجِبَالِ فَأَبَيْنَ أَنْ يَحْمِلْنَهَا وَأَشْفَقْنَ مِنْهَا وَحَمَلَهَا الْإِنْسَانُ إِنَّهُ كَانَ ظَلُومًا جَهُولًا (احزاب، آیه ۷۲).

منابع

1. Crutzen P.J. and Stoermer, E.F. (2000) The “Anthropocene”. Global Change Newsletter, 17 .41.
2. Helmuth Trischler (2016), 309–335 24 The Anthropocene A Challenge for the History of Science, Technology, and the Environment. N.T.M. , .
3. Paradigm Dressed as Epoch: The Ideology of the Anthropocene Jeremy Baskin (2015). Environmental Values. Vol. 24, No. 1, pp. 9-29.
4. John Carey (2016) Are we in the “Anthropocene”? PNAS , April 12, vol. 113, no. 9-3908 ,15.
5. Timothy Clark (2015). *Ecocriticism on the Edge, The Anthropocene as a Threshold Concept* (2015). Bloomsbury Academic (An Imprint of Bloomsbury Publishing Plc).
6. Alfredo González-Ruibal (2018): Beyond the Anthropocene: Defining the Age of Destruction, Norwegian Archaeological Review.
7. Jason W. Moore (2016, edited by). *Anthropocene or CapitaloceneNature, History, and the Crisis of Capitalism.* PM Press.
8. Susan L. Prescott & Alan C. Logan (2017).Down to Earth: Planetary Health and Biophilosophy in the Symbiocene Epoch. Challenges 19 ,8 ,2017.
9. Roy Scranton (2015). *Learning to Die in the Anthropocene, Reflections on the End of a Civilization*. City Lights Books

1. Roy Scranton

نقدی بر مقاله اندیشه‌ای در باب آخرالزمان: اهمیت زیست‌هنر در هنرآموزش

رضا داوری اردکانی
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

باسمه تعالی

استاد گرامی جناب آقای دکتر مهدی زارع

مدیر مجله علوم پایه فرهنگستان

با سلام و درود و سپاسگزاری از همکاری مؤثر و مغتنم جنابعالی با فرهنگستان خوشوقتم که مناسبتی پیدا شد و فرصتی به دست آمد که این نامه را برای شما بنویسم مطلب من مربوط به نوشته‌ای است که در شماره ۶ تابستان ۱۴۰۱ مجله علوم پایه چاپ شده است این نوشته ترجمه فصلی از کتاب آخرالزمان معنای بیوآرت اثر یا گوزینسکی استاد دانشگاه آلبرتا است. من از خواندن این مقاله خوشحال و در عین حال متأثر و متاسف شدم از دانستن اینکه دانشمندانی از مرگ انسان و فرا رسیدن عصر به اصطلاح «ناانسانی» خبر دارند و از آن سخن میگویند خوشحال شدم اما این خوشحالی خیلی زود مایه تأسف شد زیرا دیدم دانشمند سخن فیلسوف در مورد «مرگ انسان» را در نیافته و از خبری که آنان از وقوع بزرگترین فاجعه داده‌اند استقبال کرده و به توجیه علمی – تکنیکی آن پرداخته است. شاید بهتر باشد بگویم که نویسنده کتاب سخنان میشل فوکو و ژیل دلوز و... در باب آینده انسان را فرض‌های علمی تلقی کرده و در صدد اثبات آن برآمده است.

به نظر نویسنده اکنون همه چیز و حتی اراده پروردگار هم مؤید نظر فیلسوفان در باب مرگ انسان است او اعتقاد دارد که خداوند نیز قدرتی را که به بشر بخشیده بود پس گرفته و استناد می‌کند که هوش مصنوعی در تفسیر آیه‌هایی از کتاب مقدس که در آن خداوند خبر از تسخیر موجودات برای بشر و «سخر لکم ....» داده انسان را حذف کرده و به جای آن لفظ مجهول قرار داده است. این چه معنی دارد؟ سوءتفاهمی که نویسنده کتاب بیوآرت به آن مبتلا شده در نیافتن معنی قدرت انسان (اعم از قدرتی که خداوند در تورات و انجیل و قرآن به انسان بخشیده و قدرتی که آدمی در تجدد به آن دست یافته) است زیرا او از اختصاص قدرت به انسان و محروم ماندن گونه‌های دیگر گفته و پنداشته است که این ظلم را باید از میان برد و قدرت را میان همه گونه‌ها و انواع تقسیم کرد به این جهت خشنود است که انسان از دایره تصمیم گیری خارج می‌شود و ناانسان» به جای او می‌آید. او این ناانسان را نمی‌شناسد و شاید نمی‌خواهد بشناسد و بداند که این ناانسان همه موجودات و انواع نیستند (و خدا می‌داند که چگونه همه موجودات می‌توانند در قدرت انسان که قدرت دانایی است شریک شوند) بلکه تکنیک است که قدرت را در انحصار خود گرفته و آن را به هر مصرفی که می‌خواهد می‌رساند و جهان و انسان را به هر جا و به هر سو که برود می‌برد بی‌آنکه فکر کند به کجا می‌رود و مگر می‌تواند مقصدی داشته باشد قدرتی که به انسان تعلق دارد یا به او نسبت داده می‌شود چیزی نیست که می‌توانسته است به هر موجود دیگری برسد و اتفاقاً به او تعلق گرفته است. این قدرت فرع تفکر و فهم و علم آدمی است و اگر آدمی قدرت یافته است از آن روست که از علم برخوردار است. موجوداتی که علم ندارند قدرت تسخیر هم ندارند و یا اگر دارند قدرتشان در حد رفع نیازهای طبیعیشان است. پس چگونه قدرت میان همه انواع تقسیم شود. قدرت از ابتدا هم قدرت علم و تکنولوژی بوده است. منتهی در همه زمان‌ها تاکنون و بخصوص در عصر مدرن که انسان در سیستم مدرنیته جایی ممتاز یافته در قدرت هم بیشتر سهیم و شریک شده و تا حدودی مصالح و غایات او در نظر آمده و مراعات شده است. وقتی در فلسفه از مرگ انسان سخن به میان آمد معنیش این بود که دیگر غایات و مصالح انسانی در مسیر پیشرفت جایی ندارد و مورد اعتنا قرار نمی‌گیرد و انسان از مقام صاحب علم و فاعل فعل معزول شده است. اعلام مرگ بشر در فلسفه پایان قرن بیستم ربطی به این سخن عوامانه و شاید بی‌معنی که قدرت بشر میان موجودات و انواع جانوران تقسیم می‌شود ندارد. آدمی چه قدرتی داشته است؟ گمان غالب در تاریخ علم تکنولوژیک این بوده است که علم و تکنولوژی برای انسان بوجود آمده و به صلاح او پیش می‌رفته است و باید چنین باشد حتی رمانتیک‌ها و بعضی خوش بینان ساده اندیش می‌پنداشته‌اند

و هنوز هم می‌پندارند که در جهان چندان خرد و دانایی وجود دارد که آثار بد و زیان‌های تکنولوژی را محدود می‌کند تا انسان فقط از فواید آن بهره مند شود گویی آدمی می‌تواند تکنیک را به هر راهی که می‌خواهد ببرد و از آن به عنوان وسیله هر استفاده‌ای که می‌خواهد ببرد. بشر در زمان تجدد مسلماً قدرت داشت اما این قدرت قدرت اشخاص و ناشی از اراده‌های فردی و شخصی نبود بلکه آدمی از آن جهت از فواید و آثار علم و تکنولوژی بهره مند می‌شد که در سیستم قدرت سهیم بود و قدرت زمان نیز تا حدودی صلاح آدمیان را رعایت می‌کرد می‌دانم که فهم این مسأله بسیار دشوار است و من از سال‌ها پیش با طرح این مسأله خود را در معرض دشمنی‌ها و ناسزاها و توهین‌هایی قرار داده‌ام که از زبان جهل نفوذ کرده در بدنه علم و روشنفکری بیرون می‌آمده است. من معتقد نیستم و معتقد نبوده‌ام که آدمی هرگز صاحب قدرت بی‌حد و حساب بوده است. در زمانی هم که بشر خود را صاحب قدرت و دائرمدار وجود می‌دانست کم و بیش دچار توهم بود اکنون هم کسانی که از سلب قدرت آدمی می‌گویند گرفتار توهمند (به آنها که از این سلب قدرت احساس رضایت می‌کنند کاری ندارم) تکنیک جدید در اصل و در ابتدای راهش کاری به صلاح انسان نداشته و مثال و مظهر قدرت و چیرگی او بر طبیعت نبوده است. شاید یکی از موجبات پدید آمدن و هم چیرگی انسان بر طبیعت هماهنگی و موافقت اراده آدمیان با سیر علم و تکنولوژی بوده است. به عبارت دیگر وقتی طبیعت مسخر قدرت می‌شده است آسان‌تر این بوده است که این قدرت را به موجود صاحب علم و اراده نسبت دهند اکنون کم و بیش این فهم و خودآگاهی پدید آمده است که راه سیر تکنیک به مقصد آمال و غایات انسان نمی‌رسد زیرا تکنیک به راه خاص خود می‌رود اما چون این راه چندین قرن کم و بیش همسو با مقاصد انسانی پیش می‌رفته است آن را مطلقاً راه انسان دانسته‌اند تا اینکه در دهه‌های پایانی قرن بیستم بعضی صاحبنظران افق آینده را تیره و راه پیشرفت را بسته دیدند توجه کنیم که پیشرفت در راهی که مقصدی دارد صورت می‌گیرد ولی وقتی معلوم نیست که راه به کجا می‌رود رفتن ممکن است اما این رفتن دیگر پیشرفت نیست زیرا به سوی جایی و چیزی معلوم نمی‌رود این وضع نه نابودی قدرت بلکه تحول و جابه‌جایی در درون آن و جلوه‌گری صاحب اصلی آنست در قرن بیست و یکم قدرت یکسره در خانه علم تکنولوژیک استقرار می‌یابد و انسان با خواست‌ها و امیدهایش از صحنه محو می‌شود. این تراژدی زمان ماست که پیش از این هرگز سابقه نداشته است عمق فاجعه وقتی معلوم می‌شود که ببینیم تماشاگران فاجعه و تراژدی که خود قربانی حادثه‌اند از دیدن آن دست افشانی می‌کنند خوشحالی از فرارسیدن عصر نا انسانی لااقل به صورتی که در نوشته یاگوزینسکی اظهار شده است نشانه در نیافتن معنی نا انسانی و بی‌خبری از تاریخ ظهور و سیر آن در جهان جدید و بیگانگی کلی با فکر و تاریخ است گویی در دالان تاریک معبد عبودیت تکنیک به هر چه پیش آید خوشامد باید گفت. البته مهم نیست که یک شخص هر کس باشد از خبر مرگ انسان خوشحال و خرسند باشد نگرانی اینست که مبادا دانش به چنین خوش بینی‌های ساده لوحانه‌ای مبتلا شود و این فکر همه جا مورد قبول قرار گیرد که عهد نا انسان و نا انسانی مرحله‌ای از کمال و زمان از دست رفتن قدرت انسان و تقسیم آن میان موجودات اعم از جماد و نبات و حیوان است این فهم، فهم دانشمند نیست اما از آنجا که در عصر عظمت علم خطر نفوذ جهل در بدنه آن از همیشه بیشتر شده است و در جهان توسعه نیافته شاید جهل بیشتر از طریق علوم انسانی و اجتماعی در علم و دانشگاه نفوذ کند عجیب نیست که یک دانشمند در مورد معنی عصر و تاریخ و انسان و نا انسان و قدرت و عدالت فکر نکرده باشد اما عصر نا انسان را عصر برابری همه موجودات در قدرت دانستن چه معنی دارد؟ شاید گاهی کسانی که سال‌ها در دالان تاریک معبد تکنیک به خدمت و عبودیت مشغول بوده‌اند چشم و گوش و فهمشان کور و کر و از کار افتاده شده باشد که تفاوت سخن معنی‌دار و بی‌معنی را ندانند.

تکرار می‌کنم که گذشت از عهد نا انسان و نا انسانی حرف عجیبی نیست من هم به گذشت از این عهد فکر کرده‌ام و زمانی گمان میکردم که این گذشت نزدیک باشد ولی نظرم این نبود که دوران انسان بگذرد و با مرگ انسان نا انسان کور و کر و بی‌باک و بی‌فکر و ذکر قدرت را به خود اختصاص دهد. گذشت از این دوران در صورتی که گذشت از عصر قهر و غلبه و رسیدن به جهان دوستی و صلح و دانایی باشد می‌تواند مایه رضایت و خشنودی و شادی باشد و گرنه تصور تقسیم قدرت میان همه موجودات سخن یاوه است و حتی آن را به انحطاط هم نسبت نباید داد زیرا با این گذشت جهان انسانی (با انسان خلع شده از قدرت) منقرض و نابود می‌شود. پس اگر عصر «نا انسان و نا انسانی» آغاز شده است از این پیش آمد خشنود نباشیم زیرا این پیش آمد یک فاجعه است و نه ورود در مرحله‌ای از پیشرفت و از آثار و نشانه‌های آن نیز پر شدن جهان از اطلاعات و کند شدن فهم‌ها و راه یافتن ضعف و نقصان در خرد عمومی و پدید آمدن آشفتگی در کارهاست. در اهمیت هوش مصنوعی تردید نمی‌توان کرد اما هر پیشرفتی که در کار و راه آن پدید آید اثری در بهبود وضع جهان و پدید آمدن شرایط آسایش و صلح و دوستی میان مردمان و از میان رفتن فقر و پریشانی و جنگ و آشوب و بی‌خردی نخواهد

داشت و شاید تنها ما را از فلاکتی که جهان انسانی به آن مبتلا شده است و روز به روز شدت می‌یابد غافل سازد. البته غفلت هم غنیمتی است.

استن این عالم ای جان غفلت است.
هوشیاری این جهان را آفت است

ولی اگر این غفلت از حد بگذرد چنانکه گویی دارد می‌گذرد شاید جهان و زندگی آدمی به خطر افتد. شاید این مقاله هم یکی از نشانه‌های غفلت کلی باشد.

خواندن این مقاله چندان مرا به تعجب انداخت که لازم دانستم آن را با جنابعالی در میان بگذارم تا اگر مطلب را درست درنیافته باشم دانشمندان مرا متذکر سازند اما اگر درست فهمیده باشم نوشتن چنین مطالبی بی‌باکی در بازی با علم و نشانه آینده‌ای پر از بیم و خطر تباهی است. مع هذا شاید چاپ این قبیل مقالات از آن جهت مغتنم باشد که بحث‌های تازه‌ای را میان اعضاء محترم فرهنگستان برانگیزد. امیدوارم بیان و یادآوری یک امر بدیهی و قضیه روشن اخلاقی دستاویز تازه‌ای برای نسبت دادن دوباره‌ام به علم ستیزی و مخالفت با پیشرفت نشود.

رضا داوری اردکانی

رونوشت: جناب آقای دکتر رضا فرجی دانا، دبیر محترم فرهنگستان
جناب آقای دکتر علی اکبر صالحی معاون محترم پژوهشی و قائم مقام رئیس
جناب آقای دکتر یوسف نبوتی، رئیس محترم گروه علوم پایه
جناب آقای دکتر علی فرازمند، سردبیر محترم مجله نامه علوم پا یه

انسان در عصر پسا-انسان‌محوری:
نگاهی دوباره به رابطه انسان، غیرانسان و ناانسان از منظر زیست‌هنر

شرحی بر نقد استاد رضا داوری اردکانی به مقاله اندیشه‌ای در باب آخرالزمان: اهمیت زیست‌هنر در هنر آموزش

سید مهدی علوی
گروه زیست فناوری مولکولی گیاهی، پژوهشکده زیست فناوری کشاورزی، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری
mealavi@nigeb.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

از جمله مسائلی که در زمره چالش‌های فراروی انسان پسا-مدرن قرار دارد مسئله قدرت، آینده و حتی انقراض احتمالی است. دستیابی انسان به علم و فناوری و در نتیجه، غلبه قهری او بر مولفه‌های طبیعت منجر به ظهور و بروز پیامدهایی گشته که نه در تاریخ زمین‌شناختی سابقه‌ای دارد و نه در تاریخ حیات گونه‌های انسانی. هم از این روست که دوران کنونی به عصر انسان‌محوری یا آنتروپوسن ملقب گشته است. از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین دستاوردهای انسان پسا-مدرن، موضوع پیشرفت‌های علوم زیستی و به‌خصوص زیست‌فناوری و دست‌ورزی‌های ژنتیکی است که سبب تحولات شگرفی در بسیاری از حوزه‌ها، و از جمله در حوزه هنر و فلسفه، شده است. یان یاگودزینسکی که متخصص علوم اجتماعی در دانشگاه آلبرتاست، نگاهی انسان‌شناختی و هستی‌شناختی بر این دستاورد بشری داشته که در قالب مقاله‌ای در باب زیست‌هنر ارائه کرده است. ترجمه این مقاله که در شماره ۶ نامه علوم پایه در سال ۱۴۰۱ منتشر گردیده، مورد توجه و نقد جناب آقای دکتر رضا داوری اردکانی رئیس محترم وقت فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران قرار گرفت. مقاله حاضر، در پاسخ به ملاحظات و استدلالات ایشان تدوین شده است.

کلیدواژگان: عصر پسا-انسان‌محوری، قدرت انسان، آینده انسان، زیست‌فناوری، فناوری‌زدگی، زیست‌هنر

مقدمه

دقت نظر استاد داوری اردکانی در خوانش مقاله و نقد حاصله منجر شد تا دست‌نوشته «یان یاگودزینسکی[1]» (علوی ۱۴۰۱) را برای چندمین بار بخوانم و البته هربار با دقتی افزونتر که از ضروریات پاسخ به یک نقد علمی جدی است. برای چنین فرصت مغتنمی صمیمانه قدردان ایشان هستم.

کاش ترجمه‌ای از ابهام‌ها و سوال‌های حضرت استاد برای نویسنده اثر (یان یاگودزینسکی) ارسال می‌شد تا همچنان که «اشارات اثر» را خلق کرده، پاسخی هم بر «اشارات نظر» ایشان مکتوب می‌کرد و مکنونات قلبی خود در حواشی مفهوم «انسان»، «قدرت انسان» و «مرگ انسان» را نیز ارائه می‌کرد؛ اما چون تحقق نتایج این پیشنهاد اکنون دور از دسترس است، وظیفه خود می‌دانم به‌عنوان مترجم اثر یادشده و با تکیه بر اندک آشنایی که با حوزه علوم زیستی و زیست‌فناوری دارم، ملاحظاتی در باب استدلالات ریاست محترم وقت فرهنگستان ارائه کنم، به این امید که «مقبول نظر» افتد و تا اندازه‌ای بتواند پاسخگوی ملاحظات ایشان و شفاف‌سازی موضوع باشد؛ همچنان‌که استاد خود، در بند پایانی نقدنامه آن را مطالبه فرموده‌اند[2].

در همین ابتدا مایلم هم از ایشان و نیز سردبیر محترم نامه علوم پایه اجازه بخواهم تا به‌منظور روان‌سازی فرایند تحلیل موضوع، و کمک به درک بهتر مخاطبان این یادداشت، از سبک «روائی» در تدوین این پاسخ استفاده کنم تا کمی ملموس‌تر، و البته شاید هم مانوس‌تر جلوه کند. گرچه این شکل نوشتار ممکن است خارج از موازین رایج نامه علوم پایه باشد، اما مطابق آنچه در بخش دوم این نوشتار ارائه خواهد شد، از یک منظر گسترده‌تر چنین تغییری در سبک رایج مجله شاید نوعی «شکل‌دهی مجدد به یک رفتار یا فرهنگ علمی مسلط» باشد که بی‌فایده هم نخواهد بود. تلاشم نیز بر این است تا در ارجاع به سخنان یاگودزینسکی یا استاد داوری اردکانی، به «عین عبارات» مندرج در متن ایشان اشاره داشته باشم

1. Jan Jagodzinski

۲. [...] تا اگر مطلب را درست درنیافته باشم دانشمندان مرا متذکر سازند [...]، ص ۴ نامه، پاراگراف ۲

تـا از تفسـیر-به-رای خـودداری شـود. امـا، بنـا بـه ضرورت‌هـای نوشـتاری و محدودیـت مهـارت نوشـتاری اینجانب، ممکن اسـت گاهـی «مضمـون عبـارات« را در متـن خـود بـه‌کار گیـرم. البته با توجـه بـه دسترسـی مخاطبـان به «متـن اصلـی» هر دو نوشـتار، تطبیـق «مضمـون» بـا «عین» امر دشـواری نیسـت.

بدین اسـتناد، در بخش نخسـت که آن را «اشـارات اثر و اشـارات نظـر» نـام نهـاده‌ام، پـس از ارائـه تعریـف واژگان، بـه تشـریح دو حـوزه خواهـم پرداخـت؛ ابتـدا چکیـده‌ای از مقالـه یاگودزینسـکی ارائـه خواهد شـد تـا تصویر روشـنی از گفته‌هـای او را در برابرمان داشـته باشـیم. سـپس، به‌دسـته‌بندی نظـرات و ملاحظـات اسـتاد در خصـوص مفـاد ایـن مقالـه می‌پـردازم. در بخش دوم کـه آن را تحـت عنـوان «شـرحی بـر نگهـی» و در چهار پـاره ارائـه خواهم داد، تلاش خواهد شـد تا با اسـتناد به متن نوشـتار یاگودزینسـکی و بـا کمک‌گرفتـن از سـایر مراجـع علمـی، ادبی و فلسـفی، پاسـخ شایسـته و مناسـبی بـه نقدهـای وارده و سـوالات مطروحـه داده شـود. در پـاره نخسـت، بحـث مبسـوطی در بـاب قـدرت انسـان مسـلط و پیامدهـای زیانبار آن بر محیط‌زیسـت و سـلامت انسـان و طبیعـت ارائـه خواهـد شـد. دومین پـاره، به آینده و مرگ انسـان نگاهـی خواهـد داشـت و بـه اسـتناد نظـر اندیشـمندان، راهـکار احتمالـی برون‌رفـت از ایـن عـدم قطعیـت بـزرگ به‌طـور اجمالی مـورد بحـث قـرار خواهد گرفـت. همچنیـن، در پاره سـوم، نگاهی خواهـم داشـت بـه موضـوع فناوری‌زدگـی و ظهـور و بـروز آن در رفتـار انسـان مـدرن کـه عامـل بسـیاری از معضـلات کنونـی جهـان اسـت. در اینجا کمی هـم از لزوم «یکپارچگـی معنایی» در موضـوع جنبه‌هـای خلاقانـه رفتـار انسـان صحبت خواهد شـد که بالطبـع، علـم و فناوری هم جزئی از آن محسـوب می‌شـود. چنین بینشـی می‌توانـد کمـک کنـد تـا درک روشـن‌تری از «انسـان»، «مفاهیـم انسان‌سـاخت» و «درهم‌تنیدگـی آنهـا بـا یکدیگـر» داشـته باشـیم و در ایـن صورت، شـاید نگـرش یاگودزینسـکی به مسـئله آمـوزش زیسـت‌هنر و دلیل نگارش مقالـه‌اش را بهتر درک کنیـم. چهارمیـن پاره نیز، بـه ملاحظـات اخلاقی-اجتماعی مرتبط بـا مسـئله فنـاوری، به‌طور عـام، و زیسـت‌فناوری، به‌طـور خاص، اختصـاص خواهـد یافـت. در بخـش سـوم ایـن نوشـتار هـم که با عنـوان «نگاهـی رو بـه پیـش» ارائـه شـده، ملاحظه‌ای کوتـاه اما امیدبخـش بـه تکامـل انسـان مـدرن از منظـر رفتـار فرهنگـی او شـده اسـت. ایـن جسـتار علمـی بـا ارائـه مبحـث «نتیجه‌گیری» به پایـان خواهد رسـید.

بخش نخست: اشارات اثر و اشارات نظر

۱،۱. شرح واژگان

واژه	شرح
امر نامحسوس[1]	امری که به‌طور ذاتی با چشم قابل دیدن نیست، مثل معنای یک شعر
انسان‌محوری یا آنتروپوسن[2]	به یک دوره زمین‌شناختی متمایز اطلاق می‌شود که طی آن فعالیت‌های انسانی تأثیرات مخرب زیست‌محیطی بر زمین داشته است. مراد از آنتروپوسن، عصر کنونی است.
پرفورمنس[3]	پرفورمنس عملی است برای به‌صحنه‌بردن یا ارائه یک نمایشنامه، کنسرت یا سایر اشکال هنری. همچنین به‌عنوان عمل یا فرآیند انجام، وظیفه یا عملکرد تعریف می‌شود.
تجددگرایی یا مدرنیسم[4]	یک جنبش فلسفی، مذهبی و هنری است که از تحولات گسترده در جامعه غربی در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم به‌وجود آمد. این جنبش منعکس‌کننده میل به ایجاد اشکال جدیدی از هنر، فلسفه و سازمان اجتماعی بود که منعکس کننده دنیای صنعتی نوظهور با ویژگی‌هایی مثل شهرنشینی، معماری، فناوری‌های جدید و جنگ بود.
توالی‌یابی ژنگان[5]	فرآیند تعیین کل یا تقریباً کل توالی دی‌ان‌ای ژنگان یک موجود زنده در یک زمان واحد است که منجر به تعیین ردیف و ترتیب چهار باز آلی آدنین، گوانین، سیتوزین و تیمین می‌شود. این امر، در پیشبرد تحقیقات و اکتشافات زیستی و پزشکی از اهمیت بالایی برخوردار است.

1. Invisible Issue (Merriam-Webster. (n.d.). Invisible. In Merriam-Webster.com dictionary. Retrieved October 2023 ,17, from https://www.merriam-webster.com/dictionary/invisible)
2. Anthropocene ("Anthropocene." Merriam-Webster.com Dictionary, Merriam-Webster, https://www.merriam-webster.com/dictionary/Anthropocene. Accessed 17 Oct. 2023.)
3. Performance (Wikipedia contributors. (2023, September 5). Performance. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:29, October 2023 ,17, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Performance&oldid=1173927548)
4. Modernism (Wikipedia contributors. (2023, October 14). Modernism. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 08:22, October 17, 2023, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Modernism&oldid=1180047460)
5. Genome sequencing (Wikipedia contributors. (2023, August 23). Whole genome sequencing. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:17, October 2023 ,17, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Whole_genome_sequencing&oldid=1171767851)

جعبه پاندورا[1]	مراد از جعبه پاندورا هر چیزی است که معمولی به‌نظر می‌رسد اما ممکن است نتایج مضر غیر قابل پیش‌بینی به‌همراه داشته باشد. باز شدن جعبه پاندورا به‌معنی ایجاد مصائب و مشکلات است.
خدمات اکوسیستم[2]	مواهبی که مستقیما توسط اکوسیستم در دسترس انسان قرار می‌گیرد و تمام جنبه‌های رفاه بشر اعم از فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی را فراهم می‌سازند. از آن جمله پالایش هوا و آب توسط گیاهان ؛ تجزیه زباله توسط میکروب‌ها، گرده‌افشانی گل‌ها توسط زنبورها و جلوگیری از فرسایش خاک توسط ریشه درختان . بنا بر گزارش "ارزیابی اکوسیستم هزاره" سازمان ملل در سال ۲۰۰۵، تاکنون بیست و چهار سرویس خاص اکوسیستم شناسایی و ارزیابی شده‌اند. این خدمات اکوسیستمی در چند دسته طبقه‌بندی می‌شوند که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: تولید مواد غذایی (در قالب گیاهان زراعی، دام، شیلات، آبزی‌پروری و غذاهای وحشی)، فیبر (به شکل الوار، پنبه، کنف و ابریشم)، منابع ژنتیکی (زیست‌شیمی–کالاها، داروهای طبیعی)، آب شیرین، تنظیم کیفیت هوا، تنظیم اقلیم، تنظیم چرخه آب، تنظیم فرسایش، تصفیه آب و تصفیه پسماند، تنظیم بیماری، تنظیم آفات، گرده افشانی، تنظیم تهدیدهای طبیعی، و خدمات فرهنگی (از جمله ارزش‌های معنوی، مذهبی و زیبایی‌شناختی، تفریح و اکوتوریسم). در این میان، یک دسته ای سه‌تایی از خدمات اکوسیستم امروزه بیشترین توجهات را در سراسر جهان به خود معطوف کرده، پیش‌بینی می شود تقاضا برای این خدمات به طور خاص با گذشت زمان همچنان رشد یابد؛ این خدمات عبارت اند از کاهش تغییرات اقلیمی، خدمات آبخیزداری و حفاظت از تنوع زیستی.
زیست تقلیدگری[3]	به تقلید از مدل‌ها، سیستم‌ها و عناصر طبیعت به‌منظور حل مسائل پیچیده انسانی گفته می‌شود.
زیست‌شناسی مصنوعی[4]	یک زمینه علمی چندرشته‌ای که بر سیستم‌ها و موجودات زنده تمرکز دارد و اصول مهندسی را برای توسعه قطعات، دستگاه‌ها و سیستم‌های زیستی جدید یا طراحی مجدد سیستم‌های موجود در طبیعت را به‌کار می‌گیرد.
زیست‌فناوری[5]	یک زمینه علمی چندرشته‌ای که علوم طبیعی و مهندسی را به‌منظور دستیابی به کاربرد موجودات زنده، سلول‌ها یا بخش‌هایی از آن‌ها و آنالوگ‌های مولکولی، برای تولید محصولات و خدمات تلفیق می‌کند.
زیست‌هنر[6]	یک فعالیت هنری است که در آن هنرمندان با زیست‌شناسی، بافت‌های زنده، باکتری‌ها، موجودات زنده و فرآیندهای زیستی سروکار دارند. در این حوزه، آثار هنری در آزمایشگاه‌ها، گالری‌ها یا استودیوهای هنرمندان و با استفاده از فرآیندها و شیوه‌های علمی مانند روش‌های زیست‌شناسی و علوم زیستی، میکروسکوپی و زیست‌فناوری (از جمله مهندسی ژنتیک، کشت بافت و همسانه‌سازی) تولید می‌شوند.
غیرانسان[7]	هر موجود غیر از انسان مثل حیوان، گیاه و میکروب.
ناانسان[8]	به موجود فاقد شخصیت، ترحم، مهربانی یا شفقت گفته می‌شود. مراد از ناانسان سیستم‌ها، شبکه‌ها، رسانه‌ها و فناوری‌های بشر–ساخت است که در برخی حوزه‌ها جایگزین انسان می‌شوند.
همسانه‌سازی[9]	فرآیند تولید ارگانیسم‌های همسان با ژنگان یکسان، چه از طریق طبیعی یا مصنوعی است. در حوزه زیست‌فناوری، همسانه‌سازی فرآیند ایجاد ارگانیسم‌های همسان از سلول‌ها و قطعات دی‌ان‌ای است.
هوش مصنوعی[10]	هوش ماشینی یا نم‌افزار را گویند که برخلاف هوش انسانی یا حیوانی است. این واژه همچنین، بیانگر یک رشته تحصیلی در علوم کامپیوتر است که ماشین‌های هوشمند را مطالعه کرده و توسعه می‌دهد. گاهی نیز، مراد از این واژه ممکن است خود ماشین‌های هوشمند باشند.

1. Pandora’s box (Wikipedia contributors. (2023, October 13). Pandora›s box. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:34, October 2023 ,17, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Pandora27%s_box&oldid=1180010051)
2. Ecosystem services
3. Biomimetics (Biomimicry) (Wikipedia contributors. (2023, October 13). Biomimetics. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 08:30, October 2023 ,17, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Biomimetics&oldid=1179896890)
4. Synthetic Biology
5. Biotechnology (Wikipedia contributors. (2023, October 15). Biotechnology. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 08:47, October 2023 ,17, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Biotechnology&oldid=1180234117)
6. BioArt
7. Nonhuman (Merriam-Webster. (n.d.). Nonhuman. In Merriam-Webster.com dictionary. Retrieved October 2023 ,17, from https://www.merriam-webster.com/dictionary/nonhuman)
8. Inhuman (Merriam-Webster. (n.d.). Inhuman. In Merriam-Webster.com dictionary. Retrieved October 2023 ,17, from https://www.merriam-webster.com/dictionary/inhuman)
9. Cloning (Wikipedia contributors. (2023, October 16). Cloning. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:24, October 17, 2023, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cloning&oldid=1180341860)
10. Artificial intelligence, AI (Wikipedia contributors. (2023, October 17). Artificial intelligence. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 08:42, October 2023 ,17, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Artificial_intelligence&oldid=1180525707)

۱,۲. اشارات اثر: چکیده‌ای از مقاله «یان یاگودزینسکی» در باب زیست‌هنر

پروفسور یان یاگودزینسکی به‌عنوان یک فعال دانشگاهی در حوزه فرهنگ و جامعه سعی دارد تا با مطالعه مدل‌های آموزشی و رابطه‌های فناوری در حال گسترش، شیوه‌هایی نو در آموزش هنرهای تجسمی ارائه دهد. او درپی یک فرصت مطالعاتی که در سال ۲۰۱۸ در برنامه ابتکاری بیوفیلیا[1] در دانشکده هنر، طراحی و معماری دانشگاه آلتو[2] فنلاند می‌گذراند، با مفهوم «زیست‌هنر[3]» که مبتنی بر زیست‌فناوری است آشنا می‌شود، و آن را به‌عنوان یک ژانر هنری اثرگذار و قدرتمند در حیطه عمل و در حوزه تاثیرگذاری اجتماعی تشخیص می‌دهد. مبتنی بر آن تجربه، و با مطالعه آثار زیست-هنرمندان[4] مختلفی از جمله ادواردو کاک[5] که از پیشروان این عرصه هنر محسوب می‌شود، دست به خلق اثری می‌زند که در قالب یک فصل با عنوان « اندیشه‌ای در باب آخرالزمان: اهمیت زیست-هنر در هنرآموزش»[6] در کتاب «کنکاش‌های آموزشی در عصر پسا-انسانی»[7] در سال ۲۰۲۰ توسط انتشارات اشپرینگر منتشر می‌شود. در این فصل، یاگودزینسکی پیش از طرح مسئله اصلی، به شرح تکامل «ایسم‌های هنری» در قرن بیستم می‌پردازد؛ برجسته‌ترین عبارت گفتارش در این بخش آن است که:

گسترش و تکامل سریع هنر در نیمه نخست قرن بیستم معلول تقاضای صنعت بوده و همزمان، برای همراه‌شدن با رخدادهای علمی و سیاسی آن دوران، در قالب ایسم‌های گوناگون مثل اکسپرسیونیسم[8]، امپرسیونیسم[9]، کوبیسم[10]، دادائیسم[11]، [...] و به‌طور کلی «مدرنیسم» تجلی یافته است که عموماً هم واجد ریشه‌های مکانیکی است.

وی معتقد است:

در نیمه دوم قرن بیستم، به‌دلیل گشایش فضای سیاسی پس از جنگ، و غلبه مفهوم «فردگرایی» در فضای دانشگاهی و اجتماعی آن دوران، هنر نیز بیش از آن‌که بخواهد متاثر از نگاه بازار باشد، ریشه در «ذهنیت فردگرای هنرمندان» می‌دواند. البته ناگفته پیداست که بازار روبه‌رشد سرمایه‌داری آن زمان، دست از تلاش برنمی‌دارد و با شکوفایی کالج‌ها و دانشگاه‌های بسیار در اروپا و آمریکا، پای صنعت و بازار به «قلمرو ذهنی هنرمندان» نیز گشوده می‌شود.

او این پیشینه تاریخی را با این عبارات به پایان می‌برد که:

در جهان معاصر بار دیگر به مدد علم و فناوری، ما با یک تمرکززدایی در هنر مواجهیم که در عصر آنتروپوسن (انسان‌محوری) از اهمیت برخوردار است و می‌تواند نحوه درک ما از خود (یعنی «انسان») و رابطه ما با زمین را تغییر دهد. این در واقع یک مرحله شناختی است که هم «غیرانسان» (حیات آلی و غیرآلی) و هم «ناانسان» (هوش مصنوعی یا ذات فناورانه) در آن عاملیت دارند و به‌لحاظ تاریخی، شکل‌دهنده فرهنگ‌های انسانی هستند زیرا عمیقاً بر آنچه به‌عنوان «انسان» تعریف می‌شود تاثیر دارند. در این سرفصل نوین از حیات انسان، در نتیجه پیشرفت‌های زیستی ناشی از تحقیقات ژنتیک و ژنومیکس، تمرکز بسیاری به مفهوم «زندگی» معطوف شده است. مهندسی زیستی توانسته میان تکامل فرهنگی و تکامل ژنتیکی یک پویایی ایجاد کند؛ یا به‌عبارتی، یک رابطه هم-تکاملی میان فناوری و درک ماده زنده برقرار سازد. نتیجه آن‌که، ما با رخدادی تحت‌عنوان «فن-زایی» یا «فن-آفرینی» مواجه هستیم که در واقع تعامل بین فناوری و زیست‌شناسی تلقی می‌شود، و سبب می‌گردد که بتوان طبیعت را در آینده و برای آینده دست‌ورزی و بازطراحی کرد؛ رخدادی که در تلفیق با «داده‌گرایی» و «هوش مصنوعی» به توسعه قابل‌توجهی دست خواهد یافت و می‌تواند امکانی برای خلق «زندگی» باشد.

در بحث زیست‌هنر، یاگودزینسکی زیست-هنرمندان را در دو دسته از هم متمایز می‌کند؛ دسته‌ای سر-به-هوا و بازیگوش مثل «هکرهای زیستی»[12] که زیست‌فناوری را ملعبه تمایلات شخصی خود قرار می‌دهند، و مثال آن را در سایر حوزه‌های فناوری به‌خصوص حوزه دیجیتال به‌خوبی می‌شناسیم، و دسته دوم که از آنها به‌عنوان «زیست-هنرمندان اقلیت‌گرا» یاد می‌کند. این دسته، عموماً افراد، گروه‌ها یا انجمن‌هایی هستند که قدرت سازنده[13] و فروریزنده[14] زیست‌فناوری را به‌خوبی درک کرده و از قضا، آن را بستر رسانه‌ای نوینی برای به‌چالش کشیدن فهم ما از مسئله «زندگی» و «انسان» و بیان آن می‌شناسند. یاگودزینسکی با معرفی برخی چهره‌های شاخص در این حوزه، سعی در هویدا ساختن پیام نهفته در

1. Biofilia
2. University of Aalto
3. Bio-Art
4. Bio-Artist
5. Eduardo Kac
6. Thinking 'The End of Times': The Significance of Bioart|BioArt for Art|Education
7. Pedagogical Explorations in a Posthuman Age. Palgrave Studies in Educational Futures. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org//10.1007/978-3_030-48618-1-11
8. Expressionism
9. Impressionism
10. Cubism
11. Dadaism
12. Biohackers
13. Constractive
14. Destructive

آثار آنها دارد. برای مثال، او با تکیه بر «روایت آفرینش» ادواردو کاک در تلاش است تا قدرت زیست‌فناوری در راه‌یافتن به مرزهای «نامحسوس» و «ناملموس» را نشان دهد و از عصری سخن بگوید که در آن فناوری توانسته زبان مشترکی برای بیان همه ظواهر «مادی و معنایی» جهان ما بیابد. او بر این باور است که زبان مشترک میان «ماده و معنا» بر پایه الفبای ژنتیک بنا نهاده شده که مشتمل است بر چهار حرف A، T، C و G. ادواردو کاک با بیانی انتقادی و صراحتی عیان و برنده، از این فناوری و فرایند جهش‌زایی ژنتیکی بهره می‌گیرد تا پیامدهای «نگاه بی‌هدف» یا بهتر بگویم «رفتار بی‌حکمت» انسان معاصر در قبال «حیات» را به رخ بکشد. او در روایت آفرینش، با برگردان عبارتی از کتاب «عهد جدید» در باب «انسان» و «امر نامحسوس[1]»، و ترجمه آن به زبان زندگی - یعنی زبان ژنتیک یا امر محسوس - نشان می‌دهد که اکنون که انسان بر دروازه فهم نامحسوس ایستاده است، باید بر شکنندگی آن نیز وقوف یابد و بر این سلطه جدید خود مهار زند؛ چه در غیر این‌صورت، بیم آن است که هر معنایی بی‌ثمرشود و شاید به تبع آن هر ماده‌ای نیز بی‌اثرگردد. او به‌خصوص با این اثر هنری می‌خواهد پیامد استفاده افسارگسیخته و بی‌ملاحظه از زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک بر طبیعت و بر بقای خود انسان را هشدار دهد.

یاگودزینسکی به کارهای هنری پاتریشیا پیچینینی[2] هم اشاره می‌کند و هدف از آن را شرح بسترهای نوین رسانه‌ای در هنر در سایه توسعه علوم جدید، به‌خصوص علم مواد، زیست‌مواد، و هوش مصنوعی، بیان می‌دارد. او همچنین، از ناتالی جرمیجنکو[3] به‌عنوان یک زیست-هنرمند یاد می‌کند که مهارتی ستودنی در تلفیق مفهوم «ناانسان» (مثل هوش مصنوعی) با «غیرانسان» (یعنی حیوان، گیاه و کانی‌های معدنی) و «روابط انسانی» دارد و این همه را در راستای تعریف ضروریات جدید عصر ما در خصوص مواجهه انسان با سایر اشکال حیات (غیرانسان) و اشکال نوین بشرزاد (ناانسان) به‌کار می‌گیرد. در این خصوص، وی به تشریح یکی از آثار پروفسور جرمیجنکو با عنوان «دستورالعمل کاغذبازی بچه قورباغه[4]» می‌پردازد و از این راه تلاش می‌کند تا عواقب فعالیت‌های مخرب انسان معاصر در به‌هم‌زدن نظم طبیعت و ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی که منجر به مخاطرات بسیار در سلامت انسان و غیرانسان شده است را گوشزد کند.

این خط سیر تاریخی تکامل هنر تا رسیدن به ژانر تلفیقی و جدید زیست-هنر، با طرح «فلسفه زیستی[5]» پایان می‌یابد. در این بخش، یاگودزینسکی تلاش می‌کند تا با تکیه بر دستاوردهای نوین انسان که پیشتر به بحث پیرامون آنها پرداخته شد، فلسفه انسان‌محوری را به‌چالش کشد و این سوال را مطرح سازد که آیا «قدرت انسان» در درک پیچیدگی‌های حیات (حداقل به‌طور نسبی)، دلیل آن می‌شود که او چشم بر سایر آثار حیات مثل خود طبیعت یا سایر گونه‌های غیرانسانی ببندد و «قدرت برآمده از تجدد علمی» خود را یله و بی‌قاعده به هر سو که تمایلش کشید، روانه دارد؟ او پیامد اخلاقی چنین نگرشی را معنادار تلقی می‌کند که مهم‌ترین آن، بی‌معناشدن واژه «انسان» است و از این رو، روایت فرهنگی انسان معاصر مبنی بر «همین که هست» یا «نخست، انسان» را دچار ضعف عمیق می‌داند و ایده «جهان-برای-ما» را طرح می‌کند که پایداری و ماندگاری موجودیت انسان را در رابطه با غیرانسان‌ها می‌داند، نه مسلط بر آنها یا منفک و جدامانده از آنها.

۱،۳. اشارات نظر: اهم ملاحظات و نقدهای موضوعی مطرح‌شده توسط آقای دکتر رضا داوری اردکانی[6]

به استناد نقدنامه‌ای که به قلم استاد تدوین گردیده و توسط سردبیر محترم «نامه علوم پایه» جهت ارائه پاسخ احتمالی در اختیار اینجانب قرار گرفته، سه محور عمده در میان استدلالات ایشان در خصوص مقاله پروفسور یان یاگودزینسکی به‌چشم می‌خورد که در زیر به آنها می پردازم:

- قدرت انسان
- آینده انسان
- مرگ انسان

در محور نخست، استاد بر این باورند که بخشی از قدرت انسان برخاسته از علم و دانش اوست[7]، و یاگودزینسکی را «دچار سوءتفاهم در عدم درک معنی قدرت انسان، اعم از قدرت تفویض‌شده آسمانی و قدرت ناشی از دانش علمی وی دانسته‌اند[8] و بیان فرموده‌اند که وی از واماندگی غیرانسان‌ها در دریافت چنین قدرتی رنجیده‌خاطر است و آن را ظلمی در حق سایر گونه‌های غیرانسانی می‌دانند که باید از میان برداشته

۱. برای مطالعه بیشتر درباره تبدیل امر نامحسوس به محسوس به‌کمک زبان یگانه هستی (زبان ژنتیک)، می‌توانید به حمیدی و همکاران (۲۰۲۱) مراجعه کنید.

2. Patricia Piccinini

3. Natalie Jeremijenko

4. Tadpole Bureaucrat Protocol

5. Bio-Phylosophy

۶. نامه شماره ۴۶۴-۱ مورخ ۱۴۰۲/۰۳/۱۶، حوزه رئیس، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

۷. [...] و اگر آدمی قدرت یافته است از آن روست که از علم برخوردار است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲.

۸. [...] سوءتفاهمی که نویسنده کتاب بیوآرت به آن مبتلا شده در نیافتن معنی قدرت انسان [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲.

شود و قدرت میان همه انواع تقسیم گردد». همچنین، بر این باورند که «یاگودزینسکی از ابداع هوش مصنوعی به‌عنوان ناانسان خشنود است و آن را رقیبی برای انسان برمی‌شمرد که قادر است او را از دایره تصمیم‌گیری خارج کند»[۱]؛ و این را دلیلی بر «عدم درک معنای ناانسانی توسط وی و بی‌خبری او از تاریخ ظهور و سیر آن در جهان جدید و بیگانگی کلی با فکر و تاریخ می‌دانند»[۲]. و در عبارتی دیگر بیان داشته‌اند که «یاگودزینسکی احتمالاً فرارسیدن عهد ناانسانی را مرحله‌ای از تکامل بشر می‌داند و عصر کنونی را زمان واگذاری قدرت انسانی به سایر انواع غیر انسانی و ناانسانی دانسته» و از این رو، او را «نسبت به درک معنای عصر و تاریخ و انسان و ناانسان و قدرت و عدالت» جاهل فرض کرده اند[۳]. در بیانی دیگر، ناانسان را موجودیتی انتزاعی و تکنیکی برشمرده‌اند که می‌تواند قدرت را به هر مصرفی که می‌خواهد برساند[۴]؛ حال آن‌که چون فاقد ویژگی‌های بنیادین انسان است، لاجرم او را «فاقد قابلیت برای اخذ قدرت می‌دانند یا معتقدندکه قدرتش محدود به رفع نیازهای طبیعی‌اش است»[۵]. از نگاه استاد «ناانسان فاقد مقصد است و ورود به عصر ناانسانی را نامیمون پنداشته‌اند، چراکه آن را یک فاجعه قلمداد کرده‌اند و نه پیشرفت؛ و از نشانه‌های آن به ضعف و نقصان در خرد عمومی و پدید آمدن آشفتگی در کارها اشاره فرموده‌اند»[۶]. به همین استناد، «قدرت و چیرگی انسان بر طبیعت که ناشی از هماهنگی و موافقت اراده آدمیان با سیر علم و تکنولوژی دانسته شده است را تامین‌کننده آمال و غایات انسان نمی‌دانند»[۷].

با این حال، آنجا که مسئله آینده انسان مطرح می‌شود باور استاد این است که «خلع‌ید انسان از قدرت [احتمالا همان قدرت فاقد غایت که از تکنولوژی سرچشمه می‌گیرد] سبب انقراض و نابودی او خواهد شد»[۸]. در ادامه نیز، با بیان این‌که «یاگودزینسکی به‌پیروی از آثار میشل فوکو و ژیل دلوز خبر از مرگ انسان و توجیه علمی تکنیکی آن می‌دهد»، او را باورمند به پس‌گرفتن قدرت انسان توسط خدا دانسته و بیان داشته‌اند که «او بر این باور است که هوش مصنوعی توانسته در تفسیر آیه‌هایی از کتاب مقدس وجه فاعلی و معلوم انسان مسلط را حذف کرده و آن را با لفظی مجهول جایگزین سازد»[۹].

بخش دوم: شرحی بر نگهی

۲,۱. قدرت مسلط یا قدرت اخلاقی؟

چنان‌که پیشتر (رجوع شود به بند ۱,۱) اشاره شد، یاگودزینسکی در مقاله خود بر آن است تا نشان دهد همچنان‌که زیست‌فناوری توانسته مرز میان علم، فناوری و هنر را برچیند، منجر به ظهور مفهوم تعاملی جدیدی میان انسان، غیرانسان، و ناانسان نیز شده است. بر این اساس، او معتقد است که فناوری زیستی را می‌توان به‌عنوان ابزاری به‌کار گرفت که قادر است به‌کمک زبان یگانه زندگی (زبان ژن‌ها، مبتنی بر الفبای ژنتیک)، میان جهان‌های محسوس و نامحسوس ارتباط برقرار ساخت و مخاطب را میان فضاهای مادی و معنایی (حداقل غیرمادی) به‌حرکت درآورد. در واقع، او باور دارد که چنین قدرتی که از فناوری زیستی سرچشمه گرفته، در تلفیق و تعامل با فناوری اینترنت و هوش مصنوعی (ناانسان) می‌تواند به خلق فضاهایی مجازی بیانجامد که به مخاطب اجازه می‌دهد در فضای خارج از بدن (فضای مجازی) به دست‌ورزی ماده ژنتیکی بپردازد و از این راه به تجربه‌ای نو از خلق و خلاقیت دست یابد. او چنین قابلیت نوینی را نه‌تنها در امر آموزش مهم قلمداد می‌کند، بلکه همچنین، آن را امکانی به‌منظور تشکیک در باب دست‌ورزی حیات توسط انسان معاصر می‌داند[۱۰]. برای بسط نظریه‌اش، او از آثار هنرمندانی چون ادواردو کاک بهره می‌گیرد که از فناوری زیستی برای نمایش «شکنندگی حیات» و «امکان‌پذیری تقریباً هر تغییری در حیات» استفاده کرده‌اند. او چنین قدرتی را زاییده فصل نوینی از حیات انسان برمی‌شمرد که در آن موجودیت‌های

---

۱. [...] به این جهت خشنود است که انسان از دایره تصمیم‌گیری خارج می‌شود و «ناانسان» به‌جای او می‌آید [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲.

۲. [...] [ابراز] خوشحالی از فرارسیدن عصر ناانسانی [...] نشانه درنیافتن معنی ناانسانی [توسط او] و بی‌خبری [...] و بیگانگی کلی [وی] با فکر و تاریخ است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۳، پاراگراف ۱.

۳. [...] این فهم، فهم دانشمند نیست اما از آنجا که [...] خطر نفوذ جهل [...] از همیشه بیشتر شده است [...] عجیب نیست که یک دانشمند در مورد معنی [...] قدرت و عدالت فکر نکرده باشد [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۳، پاراگراف ۱.

۴. [...] این ناانسان همه انواع و موجودات نیستند [...] بلکه تکنیک است که قدرت را [...] به هر مصرفی که می‌خواهد می‌رساند [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲.

۵. [...]موجوداتی که علم ندارند قدرت تسخیر هم ندارند و یا اگر دارند قدرتشان در حد رفع نیازهای طبیعیشان است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲.

۶. [...] پس اگر عصر «ناانسان و ناانسانی» آغاز شده است [...] خشنود نباشیم زیرا این پیش‌آمد یک فاجعه است [...] و از آثار و نشانه‌های آن [...] راه‌یافتن ضعف و نقصان در خرد عمومی و پدید آمدن آشفتگی در کارهاست [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۳، پاراگراف ۲.

۷. [...]شاید [...] چیرگی انسان بر طبیعت هماهنگی و موافقت اراده آدمیان با سیر علم و تکنولوژی بوده است [...] که راه سیر تکنیک به مقصد آمال و غایات انسان نمی‌رسد [...]،نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۲، ثلث سوم.

۸. [...] زیرا با این گذشت [،] جهان انسانی (با انسان خلع‌شده از قدرت) منقرض و نابود می‌شود [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۳، پاراگراف ۲.

۹. [...] به‌نظر نویسنده اکنون همه‌چیز و حتی اراده پروردگار هم موید نظر فیلسوفان در باب مرگ انسان است [...] و استناد می‌کند که هوش مصنوعی [...] انسان را حذف کرده و به‌جای آن لفظ مجهول قرار داده است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص ۱، پاراگراف ۲.

۱۰. [...] این می‌تواند یک نمونه بارز از زیست–هنر اقلیت‌گرا باشد زیرا تشکیکی است در باب دست‌ورزی زندگی [...]، مقاله یاگودزینسکی، بخش روایت آفرینش، ص۷۴.

نوینی به‌ظهور خواهند رسید که برآمده از قدرت علم و دانش انسانند، بر ماهیت او از انسان بودن تاثیر می‌گذارند و رابطه او با دیگر موجودیت‌های غیرانسانی را نیز ارتقا می‌بخشند.

این باور یاگودزینسکی به گسترش قابلیت‌های بشر که نشات‌گرفته از همگرایی فناوری نانو، فناوری زیستی، فناوری اطلاعات و علوم شناختی (NBIC) است، نشان می‌دهد که حداقل از منظر تکنولوژیک، او واجد همان بینشی است که حضرت استاد در حیطه قدرت انسان بدان اشاره داشته‌اند[۱]. به‌عبارت دیگر، او برخلاف برداشت ایشان، نه‌تنها با چنین وجهی از قدرت انسان در برابر غیرانسان آشناست، بلکه بر پذیرش آن وقوف یافته و بر استفاده صحیح و بجا از آن نیز تاکید می‌ورزد. اما آنچه او در فرازهای مختلف بر آن تاکید ورزیده ممکن است مورد ملاحظه ایشان واقع نشده باشد، یعنی همان وجه اخلاقی قدرت انسان؛ یعنی آن جنبه معرفتی (و نه دانشی) که منجر می‌شود انسان به پیامد امور خود (در اینجا خلق و تغییر زیستی به‌کمک زیست‌فناوری و هوش مصنوعی) نیز بیاندیشد. به‌عنوان مثال، در فرازی از روایت آفرینش او برداشت خود از آزمایش کاک را چنین بیان می‌دارد:

«[...] اکنون پیام تغییر یافته بود؛ کلمه «انسان» بی‌معنا شده بود و جمله تغییر یافته بود؛ تغییری کوچک به پیامدی اخلاقی و معنادار منجر شده بود [...]، بخش روایت آفرینش، ص۷۷»

او ملاحظه این جنبه اخلاقی قدرت را تنها معطوف به دانشمندان و متخصصان علوم زیستی نمی‌داند، بلکه همچنان‌که در مسئله همگرایی ماده و معنا در آزمایش کاک اشاره می‌دارد، به‌دنبال آن است که تک‌تک کنش‌گران فعال در آزمایش کاک یا به‌عبارتی آن‌ها که به تماشای آزمایش او نشسته‌اند را نیز در این وجه اخلاقی قدرت درگیر کرده و سهیم بداند. او در این باره می‌گوید:

«[...] زیست-هنر اقلیت‌گرای کاک واجد یک خاصیت همگرایی است که در آن ماده فیزیکی (منظور در این‌جا زندگی است [...] و معنا، همه با هم ترکیب می‌شوند. مراد از معنا در این‌جا، آن چیزی است که رخ می‌دهد. به‌عبارتی، تأثیر برجامانده از اجرا بر تماشاگر-شرکت‌کنندگان است؛ این‌که آن‌ها چگونه متاثر می‌شوند و چه تغییری در آن‌ها رخ می‌دهد [...]، بخش روایت آفرینش، ص۷۷»

بنابراین چنان‌که پیداست، موضوع «پیامد قدرت» نشات‌گرفته از فناوری، چه به‌صورت تغییری در بیرون از انسان (مثلا بروز رخدادی ژنتیکی در طبیعت) و چه در درون او (تغییری معنادار در درون که ممکن است منجر به تغییر رویه‌ای در برون شود مثل تغییر نگرش، رفتار یا فرهنگ)، ارزش نهفته‌ای است که یاگودزینسکی سعی می‌کند اهمیت آن را با طرح آزمایش‌های گوناگون زیستی، از جمله آزمایش ادواردو کاک عیان سازد.

از سوی دیگر، یاگودزینسکی تلاش می‌کند تا اهمیت تعامل میان انسان، غیرانسان و ناانسان را در عصر حاضر برجسته سازد و هشدار می‌دهد که چنین تعاملی برای بقا و پایداری انسان ضروری است. تاکید او بر این است که انسان معاصر باید بپذیرد که آثار غیرانسانی حیات مثل حیوانات، گیاهان و میکروب‌ها در انقیاد او نیستند، باید از نگاه صرف ابزاری به آنها به‌عنوان «ساختارهای کربنی قابل‌تغییر (در زیست‌شناسی مصنوعی) یا قابل‌تقلید (در زیست تقلیدگری)» درگذرد و نگاه متفاوت و اخلاق‌مدارانه‌تری نسبت به آنها اتخاذ کند؛ در واقع، او تلاش می‌کند تا از وجود جریانی سیال میان انسان و غیرانسان خبر دهد که به‌نوعی، برگرفته از تفسیر دلوز[۲] و گاتاری[۳] در رابطه میان زنبور عسل و ارکیده است؛ یعنی فرایندی فعال که در آن زنبور می‌تواند در چرخه تولید مثل ارکیده درگیر شود و از این روی، خود هم به‌نوعی درگیر تبدیل‌شدن به ارکیده است. این را می‌توان تصویری پویا و تعاملی از همه اسباب و آثار حیات دانست که میان تبدیل و تحویل شدن از نوعی به نوعی و شکلی به شکلی یا ماهیتی به ماهیتی در گذرند (استارک و راف[۴] ۲۰۱۵).

بدین استناد، مسئله یاگودزینسکی را باید بتوان فراتر از تمایل یا اصرار او بر «تقسیم قدرت» میان انسان و سایر گونه‌ها دانست؛ او در واقع، درپی روشن‌ساختن پیامد تمایل و خواست غیراخلاقی بشر بر سلطه اراده و نظر خود بر سایر آثار حیات، اعم از زنده (حیوانات، گیاهان و میکروب‌ها)، و غیرزنده (منابع طبیعی، زیست‌بوم‌ها، هوا، آب، خاک و غیره) است. پس، بیهوده نخواهد بود اگر چنین رویه و رفتار تهاجمی بشر را به «طغیان انسان بر غیرانسان» تعبیر کنیم.

اما سوالی که در اینجا بروز می‌کند آن است که آیا «انسان» اساسا می‌تواند طاغوت و طغیان‌گر باشد؟ به‌عبارت دیگر، آیا «انسان» می‌تواند و مجاز است حیات را در هر شکل آن چه متعلق به «انسان‌ها» باشد یا «غیرانسان‌ها»، و از جمله خود طبیعت و محیط‌زیست، را به خسران و نابودی بکشاند؟ بنا بر روایت آیت الله مکارم شیرازی (۱۳۷۴) «[...] طاغوت صیغه مبالغه از ماده طغیان به معنی تعدی و تجاوز از حد و مرز است، و به هر چیزی که سبب تجاوز از حد گردد

۱. [...] و اگر آدمی قدرت یافته است از آن روست که از علم برخوردار است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲.

2. Delouze
3. Guattari
4. Stark & Roffe

گفته می‌شود [...]». به‌استناد باقریان (۱۳۹۹) «[...] در اسلام هر گونه رفتاری که منجر به فساد و تباهی در طبیعت شود [طغیان] نهی شده زیرا از منظر قرآن بین انسان و طبیعت جدایی وجود ندارد بلکه آنها مکمل یکدیگرند، و حفظ طبیعت به‌عنوان مسیری الهی مورد توجه قرآن کریم قرار می‌گیرد؛ به‌طوری که انسان‌ها در پیشگاه خداوند درباره چگونگی حفظ زمین و چهارپایان [غیرانسان] در طبیعت مورد بازخواست قرار می‌گیرند [...]». او در جای دیگر می‌گوید: «[...] رابطه بشر با طبیعت در این دوره [معاصر] رابطه دانش و قدرت است یعنی طبیعت ابژه دانش است همچنان‌که ابژه قدرت نیز است. انسان عاصی که برآمده از انسان‌شناسی نوین بود و خود را مرکز موجودات [انسان‌محوری] می‌پنداشت و عالم را به دایره‌های بدون مرکز تنزل می‌داد، برخلاف انسان سنتی که حوزه اختیاراتش محدود و در قبال خداوند نیز مسئول بود، خود را جایگزین خدا کرده و برای طبیعت نیز هیچ حقی قائل نیست [...]. بشر جدید در صدد رام‌کردن و به‌خدمت‌گرفتن طبیعت است تا از آن سود و بهره کافی را برد. او خود را جاندار و طبیعت را بی‌جان تلقی می‌کند. در حالی‌که بشر قدیم برای همه‌چیز جان قائل بود و بشر و طبیعت را یک جنس تصور می‌کرد به‌همین دلیل در توتیسم یک قبیله خودش را از نسل کلاغ می‌بینند و یا همه اعضای قبیله را از نسل یک حیوان می‌بینند. حتی بشر به خودش و تاریخ و سرنوشت خودش مثل طبیعت نگاه می‌کرد و چون در طبیعت همه‌چیز دایره‌وار تکرار می‌شد، از این‌رو جهان و تاریخ را نیز به‌صورت دوری و تکرارپذیر می‌نگریست [...]». به استناد همان جستار، باقریان بر این باور است که: «[...] زمانی که قرآن به بحث در مورد سقوط تمدن‌ها و جوامع انسانی می‌پردازد و از سرکشی [طغیان] انسان‌ها بحث می‌کند، علل اصلی سقوط و مرگ این جوامع را بواسطه عناصر طبیعی توضیح می‌دهد. آنچه تأمل برانگیز است نابودی طبیعتی است که بسیار نزد خداوند ارزشمند است به‌طوری که اراده الهی به‌واسطه همین طبیعت در حق جوامع سرکش [طاغوت] اعمال می‌گردد [...]». هاشمی (۱۳۷۷) نیز با بررسی آیات قرآنی بیان می‌دارد: «[...] انسان به‌عنوان محور جهان طبیعت در کره خاک که کارایی و ثمربخشی پدیده‌های گیتی در جهت منافع و مصالح و زندگی و بالندگی و آزمودن او طراحی شده است، این حق را یافته است که بهترین بهره‌برداری را از طبیعت داشته باشد، جز آنجا که به ضرر و زیان جدی او بیانجامد [...]».

پس چنان‌که پیداست، مفهوم مورد تشکیک یاگودزینسکی، و البته بسیاری دیگر که نگران حیات زمینی‌اند، در «به‌چالش کشیدن سلطه یا قدرت انسان بر طبیعت»[1] در عصر آنتروپوسن، موضوعی پیچیده، غامض و مشکوک نیست؛ و نمی‌توان او را، چنان‌که در فرازی از نقد حضرت استاد بدان اشاره شده[2]، دچار سوء تفاهم دانست. از سوی دیگر، تصور این‌که یاگودزینسکی خواسته باشد از اجحاف «انسان» بر «غیرانسان» و ظلمی که در حق طبیعت روا داشته شده سخن بگوید، خیلی دور از انتظار و مذموم نیست. طبیعت را نمی‌توان مقهور فعالیت‌های انسان و مفعول خواست او یا منفعل در برابر میل او دانست، بلکه فاعلی است که در کنش متقابل، مورد توافق و هماهنگ با او عمل می‌کند (بالابان[3] و همکاران ۲۰۱۹) و پیش از حیات انسان بر کره زمین نیز چنین بوده است. طبیعت یا همان «غیرانسان» محیط است بر «انسان»، و شرایط زیست مادی و معنایی او را فراهم می‌کند (داگوپتا[4] ۲۰۲۱). پس چگونه می‌توان انتظار داشت که «انسان» بر آنچه بدان وابستگی تام و تکاملی دارد طغیان کند؟

اگر بخواهیم واقعی‌تر و از دید انسان‌محوری به این موضوع نگاه کنیم، شاید بد نباشد ارزش مالی خدمات رایگانی که این «غیرانسان» به «انسان» ارائه می‌دهد را ملاحظه کنیم. بر اساس یک تحقیق مهم که در سال ۲۰۱۴ منتشر گردیده است، ارزش کلی خدمات اکوسیستم در سطح جهان بین ۱۲۵ تا ۱۴۵ تریلیون دلار در سال برآورد شده است که چیزی نزدیک به دو برابر تولید ناخالص داخلی جهان در همان سال بوده است (کاستانزا[5] و همکاران ۲۰۱۴)؛ در میان این خدمات رایگان، دسته‌ای از آن‌ها را «خدمات فرهنگی» نام نهاده‌اند که در واقع به نقش «غیرانسان» در یادگیری و الهام گرفتن «انسان»، کسب ارزش‌های معنوی و مذهبی، تعالی روحی و زیبایی‌شناختی و ... اشاره دارد (باستوس‌لیما و پالم[6] ۲۰۲۲). در مقابل اما، خسارت سالانه «انسان» به همین خدمات اکوسیستم رایگان معادل ۲۰/۲–۴/۳ تریلیون دلار می‌باشد (کاستانزا و همکاران ۲۰۱۴، باستوس‌لیما و پالم ۲۰۲۲).
بنابراین، تقلیل موضوع بحث یاگودزینسکی به خواست او بر

۱. [...] این اجرا، از نظر کاک، یک هدف اخلاقی داشت: نه تنها به‌چالش کشیدن سلطه انسان بر طبیعت، بلکه [...]، مقاله یاگودزینسکی، ص۷۶.
۲. [...] سوء تفاهمی که نویسنده کتاب بیوآرت به آن مبتلا شده در نیافتن معنی قدرت انسان [است] اعم از قدرتی که خداوند در تورات و انجیل و قرآن به انسان بخشیده و قدرتی که آدمی در تجدد به آن دست یافته؛ زیرا او از اختصاص قدرت به انسان و محروم ماندن گونه‌های دیگر گفته و پنداشته است که این ظلم را باید از میان برد و قدرت را میان همه گونه‌ها و انواع تقسیم کرد. به این جهت خشنود است که انسان از دایره تصمیم‌گیری خارج می‌شود و ناانسان به جای او می‌آید [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲.

3. Balaban
4. Dasgupta
5. Costanza
6. Bastos Lima & Palme

«تقسیم قدرت» میان «انسان» و «غیرانسان» جای بحث فراوان دارد. آنچه او می‌خواهد به روشنی بیان دارد، دستیابی انسان به نوعی درک مدرن از ماهیت اخلاق زیست‌محیطی است؛ یا به‌عبارتی، برقراری نوعی گفتمان ماهوی از ارزش‌ها و قواعد مرتبط با نظام هم-تکاملی «انسان-غیرانسان» (بالابان و همکاران ۲۰۱۹). موضوع اساسی در چنین گفتمانی این است که آیا در فقدان یا ضعف «غیرانسان»، موضوع «موجودیت انسان» و «قدرت انسان» اصلا معنا و مرتبتی پیدا می‌کند؟ امروز دیگر بر کسی پوشیده نیست که کانون اغلب بحران‌های کنونی چه در ابعاد جهانی و یا منطقه‌ای، «طبیعت و محیط‌زیست» است که در محاصره خواسته‌های بی‌پایان «انسان مسلط» قرار گرفته و تحت تاثیر تغییرات اقلیمی، با محدودیت‌های فزاینده روبرو گشته است (هیمن ۲۰۱۹). این امر اگر موجب نگرانی و هشدار نشود - آن‌چنان‌که یاگودزینسکی هم در میان خیل عظیم دیگران درپی آن برآمده - جای تعجب و تامل دارد. بیانیه کنفرانس تغییرات اقلیمی سازمان ملل متحد (COP27) در سال ۲۰۲۲، برخی از این نگرانی‌ها را به شرح زیر بیان داشته است (فیوچر ارث[1] ۲۰۲۲):

۱. پتانسیل انطباق با تغییرات اقلیمی بی حد و حصر نیست؛ مردم و اکوسیستم‌ها در مکان‌های مختلف در سراسر جهان از قبل با محدودیت‌هایی برای سازگاری مواجه شده‌اند و اگر سیاره زمین بیش از ۱/۵ یا حتی ۲ درجه سانتی‌گراد گرم شود، محدودیت‌های بشر و اکوسیستم برای سازگاری بازهم گسترده‌تر خواهد شد. از این رو، تلاش برای کنترل تغییرات اقلیمی و کاهش‌های پیامدهای حاصله، ضرورتی است تام و آنی.

۲. جدا از تاثیرات جهانی، تغییرات اقلیمی در برخی نقاط آسیب‌های بیشتری وارد خواهد آورد. این «مناطق در معرض خطر» اکنون سکونتگاه ۱/۶ میلیارد نفر است که پیش‌بینی می‌شود این رقم تا سال ۲۰۵۰ دو برابر شود. آمریکای مرکزی، بخش‌هایی از آفریقا، خاورمیانه [که طبیعتا ایران را نیز شامل می‌شود] و سراسر آسیا شامل این «مناطق در معرض خطر» هستند.

۳. تغییرات اقلیمی بر سلامت انسان، حیوانات و کل اکوسیستم تأثیر منفی می‌گذارد. مرگ‌ومیر ناشی از گرما، آتش‌سوزی‌های جنگلی که بر سلامت جسمی و روانی انسان تأثیر می‌گذارند، و خطرات فزاینده شیوع بیماری‌های عفونی، همگی با تغییرات اقلیمی مرتبط هستند.

۴. بعلاوه، افزایش فراوانی و شدت رویدادهای شدید آب و هوایی مرتبط با تغییرات اقلیمی، و همچنین پیامدهای بطئی آن، منجر به مهاجرت و جابجایی‌های غیرارادی وسیع خواهد شد .

۵. این امر، امنیت انسانی (ناشی از حاکمیت و شرایط اجتماعی-اقتصادی) را با چالش‌های جدی و جدیدی مواجه خواهد ساخت که این خود، می‌تواند منشا درگیری‌های خشونت‌آمیز شود. برای تقویت امنیت انسانی و به تبع آن امنیت ملی کشورها، باید به اتخاذ راهبردهای کنترل تغییرات اقلیمی و سازگاری مؤثر و به موقع با این تغییرات روی آورد [این فرازها همچنان ادامه دارد...].

اکنون بیایید نگاهی به آمار رسمی جهانی از نتایج این طغیان و سرکشی غیراخلاقی انسان بر طبیعت و محیط‌زیست بیندازیم. گرچه شرح و تفصیل این موضوع پیشتر در همین نامه علوم‌پایه (علوی و حبیبی‌رضایی ۱۴۰۰) و در مجله زیست‌شناسی (علوی ۱۴۰۱) منتشر گردیده، اما سعی می‌کنم به‌طور خلاصه و متناسب با این بحث اشاره کوتاهی به آن داشته باشم.

۱. بحران گازهای گلخانه‌ای مشتمل بر دی‌اکسیدکربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید نیتروژن (N_2O) و کلروفلوروکربن (CFC) که در این میان، CO_2 عامل اصلی گرم‌شدن کره زمین می‌باشد (جدول ۱) (لواندوفسکی[2] ۲۰۱۸). گاز دی‌اکسیدکربن ماندگاری طولانی (بیش از ۱۰۰ سال) در جو زمین دارد و مقدار آن به‌دلیل رشد فناوری، و فعالیت‌های شدید صنعتی و انسانی ناشی از مصرف منابع فسیلی[3]، به سطح خطرناکی رسیده است. علی‌رغم اهمیت این گازها، به‌خصوص دی‌اکسیدکربن برای رشد گیاهان، افزایش تراکم آنها در جو زمین موجب گرمایش جهانی، تغییرات اقلیمی، کاهش سطح خشکی‌ها و تهدید امنیت غذایی گشته و خطر وقوع آسیب‌های جبران‌ناپذیر بر انسان و سایر موجودات زنده را در پی دارد (اودی[4] و همکاران ۲۰۲۰؛ جفری[5] و همکاران ۲۰۲۱).

عموما در ۷۰ سال اخیر، اقتصاد جهانی وابسته به منابع فسیلی (حدود ۸۴٪) از جمله نفت و سایر سوخت‌های فسیلی بوده است و البته، این روند همچنان تداوم دارد. با سوختن هر تن نفت فسیلی یا زغال سنگ و تبدیل آن به انرژی، حدود ۰/۸ تن کربن اکسید می‌شود و ۳ تن دی‌اکسیدکربن (CO_2) در جو آزاد می‌شود (رجوع شود به جدول ۱). غلظت اتمسفری گازهای گلخانه‌ای اصلی، یعنی دی‌اکسیدکربن (CO_2)، متان (CH_4)

1. Future Earth
2. Lewandowski
۳. منابع فسیلی عبارتند از زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی، شیل‌های نفتی، قیر، ماسه‌های قیر و نفت‌های سنگین. همه این‌ها حاوی کربن هستند و در نتیجه فرآیندهای زمین‌شناختی که روی بقایای مواد آلی تولید شده توسط فتوسنتز اثر می‌گذارند، تشکیل شده‌اند.
4. Audi
5. Jeffry

و اکسید نیتروژن (N_2O) از سال ۱۷۵۰ به ترتیب ۴۰٪، ۱۵۰٪ و ۲۰٪ افزایش یافته است. این روند افزایشی عمدتاً ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی و انتشار گازهای گلخانه‌ای خاک‌زاد است. بین سال‌های ۱۹۷۰ و ۲۰۱۰، انتشار CO_2 ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی و فرآیندهای صنعتی بیشترین سهم (۷۸٪) از افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده است (لواندوفسکی ۲۰۱۸). امروزه تولید برق و گرما، فعالیت‌های صنعتی و مرتبط با کاربری زمین (کشاورزی، جنگل‌داری، تغییر کاربری زمین) بخش‌هایی هستند که بیشترین سهم را در پتانسیل گرمایش جهانی[1] دارند. اثرات مستقیم و غیرمستقیم افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر و افزایش همزمان دمای جهانی بسیار متنوع است و شامل موارد زیر می‌شود (لواندوفسکی ۲۰۱۸):

- گرم‌شدن و اسیدی‌شدن اقیانوس‌ها (از طریق جذب CO_2)
- ذوب‌شدن صفحات یخی گرینلند و قطب شمال
- افزایش سطح دریا (۱/۹–۱/۵ میلی متر در سال)، که تهدید جدی علیه جوامع و اکوسیستم‌های ساحلی شمرده می‌شود
- عقب‌نشینی یخچال‌ها
- کاهش پوشش برف و افزایش دمای انجماد دائمی
- کاهش بارندگی و افزایش وقوع خشکسالی، به‌ویژه در مناطقی که قبلاً به‌شدت تحت تأثیر کم‌آبی بوده‌اند
- حوادث آب و هوایی شدید و غیرقابل پیش‌بینی مانند طوفان و سیل
- دمای منفی پیش‌بینی شده، خشکسالی و سایر پیامدها (به‌عنوان مثال بیماری‌ها) بر کشاورزی، که به‌طور بالقوه منجر به کاهش عملکرد می‌شود
- تأثیر منفی بر سلامت انسان از طریق بدتر شدن کیفیت آب‌وهوا، افزایش شیوع برخی بیماری‌ها و تغییر فراوانی یا شدت رویدادهای شدید آب‌وهوایی

۲. **بحران کشاورزی و غذا** که محرک اصلی بیماری در سیاره ما است – و مواد غذایی ناسالم تولید می‌کند که باعث ایجاد چاقی و اضافه وزن در بیش از ۲ میلیارد انسان و مشکلات سلامتی گسترده ناشی از آن شده است (مرچانت ۲۰۲۱). در سطح جهانی، تولید مواد غذایی مسئولیت بیش از یک‌چهارم (حدود ۲۶ درصد) از انتشار گازهای گلخانه‌ای را عهده‌دار است که در بخش‌های مختلفی چون کاربری زمین (۲۴ درصد)، تولید محصول (۲۷ درصد)، دام و شیلات (۳۱ درصد)، و زنجیره تأمین (۱۸ درصد) توزیع شده است (تیت و همکاران ۲۰۲۳).

این امر، سبب به‌هم خوردن نظم طبیعی در بسیاری از زیست‌بوم‌ها شده که از آن میان می‌توان به تغییرات اقلیمی، افزایش عدم اطمینان در الگوهای آب و هوایی، ناامنی آب و تخریب خاک اشاره نمود. در نتیجه، به‌نظر می‌رسد بخش عمده‌ای از مسئولیت در قبال خسارت‌های زیست‌محیطی و منابع طبیعی، مستقیما متوجه سیستم‌های کشاورزی باشد و این سوال را مطرح سازد که چگونه می‌توان غذای کافی برای جمعیت رو به تزاید مصرف‌کنندگان خوش‌اشتهای قرن بیست‌ویکمی تامین نمود در حالی که، بنیادهای یک سیستم غذایی مولد، یعنی خاک سالم و حاصلخیز و آب پاک را نیز، از خطر زوال نجات بخشید (آگیلار و واردوفسکی[2] ۲۰۲۲) (داگوپتا ۲۰۲۱). مطالعات نشان می‌دهد که خاک‌ها، به‌عنوان بستر تولید زیستی غذا، مواد خام و انرژی، و نیز یکی از فاکتورهای مهم در ارائه خدمات اکوسیستمی مختلف مانند حفظ تنوع زیستی، تنظیم آب و ترسیب کربن، در معرض تهدید و تخریب ناشی از تغییرات مداوم کاربری زمین، تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت، کشاورزی صنعتی، و مصرف‌گرایی شدید قرار گرفته‌اند (یرگس و هانسجگنز[3] ۲۰۱۸). بدیهی است، بدون آب پاک و خاک حاصلخیز، زندگی عملا غیرممکن خواهد بود و تولید غذا نیز، میسر نخواهد گشت؛ امری که منجر به بی‌ثباتی سیاسی، اجتماعی و اقتصادی خواهد شد. شیوه‌های رایج و مرسوم کشاورزی به‌منظور تولید غذا، تأثیرات مخرب فراوانی بر زیست–کره وارد آورده‌اند که برخی از مهم‌ترین آن‌ها به‌شرح زیر می‌باشد (شکل ۱):

- بخش کشاورزی و تولید غذا مسئول بیش از یک چهارم (۲۶٪) از انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان است.
- نیمی از زمین‌های قابل سکونت (بدون یخ و غیربیابانی) جهان به کاربری کشاورزی اختصاص یافته است.
- ۷۰٪ آب‌های شیرین جهان برای مصارف کشاورزی برداشت می‌شود.
- ۷۸٪ از آلودگی اقیانوس‌ها و آب‌های شیرین جهان که در اثر آلاینده‌های غنی از مواد مغذی (اتروفیکاسیون) رخ می‌دهد، ناشی از شیوه کنونی کشاورزی است.
- شیوه کنونی پرورش دام به منظور تولید گوشت و پروتئین، منجر به تنگ‌شدن حلقه حیات وحش روی کره زمین شده است. در حال حاضر، دام‌های اهلی ۹۴٪ زیست‌توده پستانداران (به استثنای انسان) را تشکیل می‌دهند؛ یعنی حدود ۱۱ برابر همه پستانداران وحشی جهان
- این شیوه کشاورزی و پرورش دام و آبزیان، تهدید مستقیمی

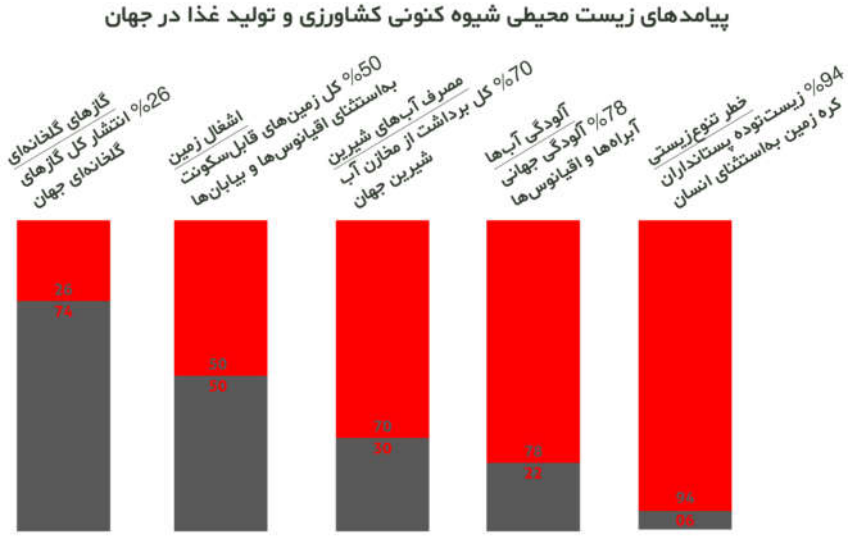
1. Global Warming Potential (GWP)
2. Aguilar & Twardowski
3. Juerges & Hansjürgens

است برای ۲۴۰۰۰ گونه از میان ۲۸۰۰۰ گونه در حال انقراض که در فهرست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت[1] قرار گرفته‌اند.

بنابراین، مسئله تولید غذا در قلب تلاش هایی قرار دارد که برای مقابله با تغییرات آب و هوایی، کاهش استرس آبی، آلودگی، جنگل زدایی و حفاظت از حیات وحش جهان صورت می‌گیرد (ریچی و روزر[2] ۲۰۲۰ب). این در حالی است که بر اساس گزارش شاخص ضایعات غذایی برنامه محیطزیست سازمان ملل متحد (یونپ)، سالانه جهان شاهد از بین رفتن حدود ۱۷ درصد (حدود ۹۳۱ میلیون تن) از غذای تولید شده می‌باشد. این میزان زباله غذایی، مسئول ۸ تا ۱۰ درصد از انتشار کربن جهانی است و عوارض جبران ناپذیری از جمله افزایش ناامنی غذایی و از دست رفتن تنوع زیستی و انباشت آلودگی‌های زیست‌محیطی را به همراه دارد (فوربس[3] ۲۰۲۱). تخمین زده می‌شود که از دست دادن و هدر رفتن این حجم از مواد غذایی، سالانه نزدیک به یک تریلیون دلار هزینه مستقیم بر اقتصاد جهانی تحمیل می‌کند. بعلاوه، چنانچه ۱۲ تریلیون دلار هزینه‌های غیرمستقیم بهداشتی، اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از سیستم‌های تولید غذایی را نیز در نظر بگیریم، مجموعا خسارتی را شاهد خواهیم بود که ۲۰ درصد بیش از ارزش بازار کنونی غذا در جهان است (فوربس ۲۰۲۱).

جدول ۱. محتوای کربن منابع فسیلی و مقادیر دی‌اکسیدکربن (CO_2) و سایر گازهای گلخانه‌ای ساطع‌شده هنگام استفاده از انرژی سوخت‌های فسیلی (برگرفته از لواندوفسکی ۲۰۱۸)

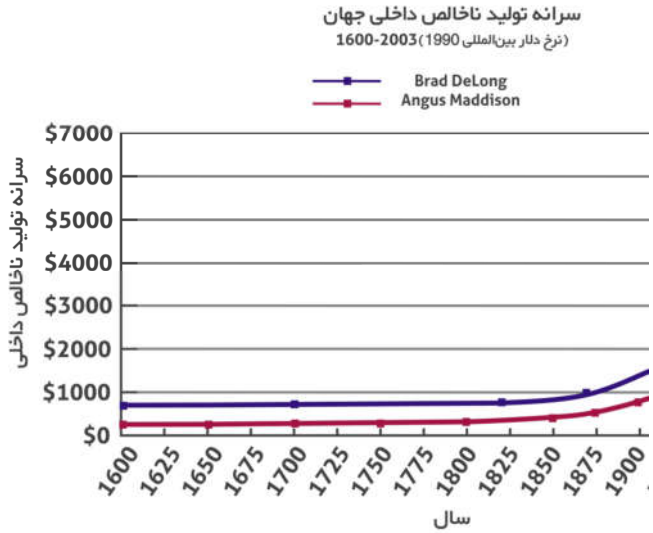
منبع فسیلی	درصد کربن (C)	انتشار گاز گلخانه‌ای (t/t)		
		CO_2	N_2O	CH_4
زغال سخت	۶/۷۱	۶/۲	۰۰۰۰۲۷/۰	۰۰۰۰۴۰/۰
لیگنیت	۸/۳۲	۲/۱	۰۰۰۰۱۲/۰	۰۰۰۰۱۸/۰
نفت	۸/۸۴	۱/۳	۰۰۰۱۲۷/۰	۰۰۰۰۲۵/۰
گاز طبیعی	۴/۷۳	۷/۲	۰۰۰۰۴۸/۰	۰۰۰۰۰۵/۰



شکل ۱. شیوه‌های کنونی تولید غذا که عمدتا بر پایه کشاورزی است، پیامدهای زیست‌محیطی مخاطره‌آمیزی برای جهان در پی داشته است و آثار زیانبار گسترده‌ای بر پیکر زمین برجای نهاده است. سهم قابل توجهی از انتشار گازهای گلخانه ای، جنگل‌زدایی و استثمار زمین، مصرف آب‌های شیرین، آلودگی آبراه‌ها و منابع آب شیرین و نهایتا خطر انقراض بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری مستقیما ناشی از این شیوه نامناسب کشاورزی است (برگرفته از ریچی و روزر ۲۰۲۰ب).

1. International Union for Conservation of Nature (IUCN)
2. Ritchie & Roser
3. Forbes

۳. **بحـران جمعیت و سـلامت.** اکنون بر همگان روشـن اسـت کـه جمعیـت بشـر از اواسـط قـرن گذشـته رو بـه فزونی گذاشـته اسـت (آگیلار و واردوفسـکی ۲۰۲۲). جمعیت جهان درسال ۱۹۵۰ حدود ۲/۵ میلیارد نفر بود و تولید ناخالص داخلی جهانی حدود ۹ تریلیون دلار. از آن زمان به بعد، جهان بـه طـرز شـگفت‌آوری پیشرفت کرده است. امید به زندگی در بدو تولد کـه در سال ۱۹۵۰ معادل ۴۶ بوده، امروز حدود ۷۳ است. نسبت جمعیت جهان در فقر مطلق (در حال حاضر ۱/۹۰ دلار در روز) از نزدیک به ۶۰ درصد درسال ۱۹۵۰ به کمتر از ۱۰ درصد امروز کاهش‌یافته است. در سال ۲۰۱۹، سرانه تولید ناخالص داخلی جهانی حدود ۱۶۰۰۰ دلار بوده است. تولید ناخالص داخلی جهانی کمی بالاتر از ۱۲۰تریلیون دلار بـوده اسـت. به عبـارت دیگـر، فعالیت اقتصادی جهانی تنها در ۷۰ سال، بیش از ۱۳ برابر شده است (شـکل ۲). چنیـن رخـداد بی‌سـابقه‌ای در حیـات کـره زمیـن بـه مـدد دسـت‌یابی بشـر بـه منابـع فسـیلی، و دانـش و فنـاوری لازم بـرای بهره‌بـرداری از آن حاصـل آمـده کـه به‌دنبـال خـود، رفـاه و البتـه فقـر و تخریب محیط‌زیسـت را نیـز باعـث شـده اسـت (بینهاکـر[1] ۲۰۰۶؛ داگوپتا ۲۰۲۱).



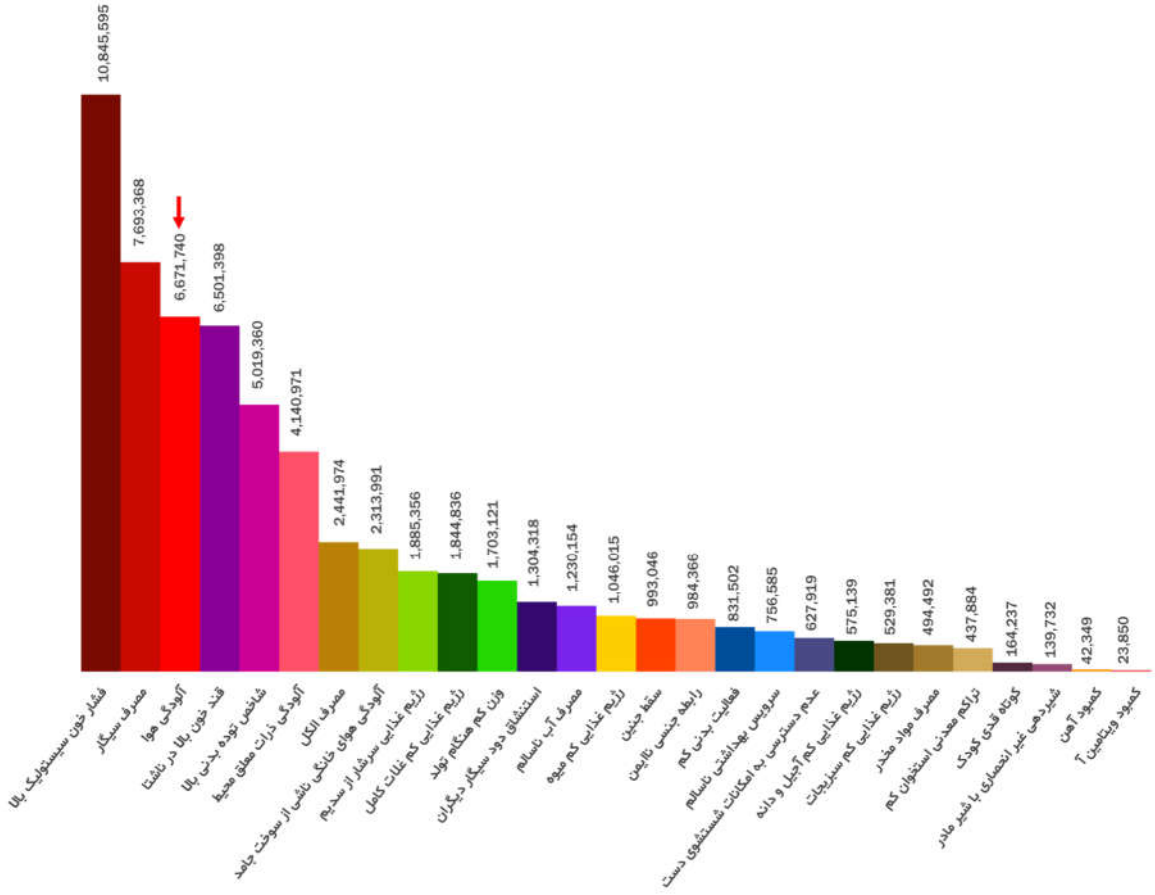
شـکل ۲. نمـودار رشـد نمایـی و ناگهانی سـرانه تولیـد ناخالص داخلی جهـان در طـول تاریخ. این نمـودار کـه مربـوط بـه بـازه زمانـی ۲۰۰۳–۱۶۰۰ میـلادی اسـت، به‌خوبـی نشـان می‌دهـد که از حـدود سـال ۱۸۰۰میـلادی، تولیـد ناخالـص داخلـی سـرانه جهان شـروع بـه افزایش کـرده و تنها طـی هفـت دهـه اخیـر، یعنـی از نیمـه دوم قـرن بیسـتم، کـه همزمـان بـوده بـا توسـعه الگوهای ارتباطـی بشـری و رشـد فنـاوری، از رشـد نمایی برخوردار شـده اسـت (برگرفته از بینهاکـر ۲۰۰۶).

همچنان‌کـه پیشـتر ذکر شـد، این افزایـش جمعیت جهانـی تقاضا بـرای انـرژی و سـوخت را کـه عموما از منابع فسـیلی اسـتحصال می‌شـوند افزایـش داده اسـت. بـه اسـتناد موسسـه سـنجش و ارزیابـی سـلامت[2] (آی‌اچ‌امئی) در سـال ۲۰۱۷، آلودگی هوا ناشـی از سـوخت‌های فسـیلی (موسـوم به «قاتل نامرئـی») عامل [مرگ حدود ۵ میلیون انسـان] بوده اسـت (شـکل ۳)؛ این بدان معناسـت کـه ایـن عامـل، در ۹٪ مـوارد مـرگ – تقریبـا ۱ مـورد از هـر ۱۰ رخـداد – نقـش داشـته اسـت. آلودگـی هـوا – ترکیبـی از ذرات معلـق در فضـای بـاز و در داخل اماکـن مسـکونی، و ازن – عامل بـروز بسـیاری از علـل اصلـی مرگ از جملـه بیماری قلبی، سـکته مغـزی، عفونت‌های دسـتگاه تنفسـی تحتانی، سـرطان ریه، دیابت و بیمـاری انسـدادی مزمـن ریـه (COPD) تشـخیص داده شـده اسـت (ریچـی و روزر ۲۰۱۷). تخمیـن زده می‌شـود کـه آلودگـی هـوا هزینـه اقتصـادی معـادل ۲/۹ تریلیـون دلار (به‌عبارتی حدود ۳/۳٪ از تولیـد ناخالـص داخلـی جهـان در سـال ۲۰۲۰) را به‌بـار مـی‌آورد. در سـال ۲۰۱۸، هزینـه هـوای آلـوده معـادل ۶/۶ درصد از تولیـد ناخالـص داخلـی چیـن، ۵/۴ درصـد از تولیـد ناخالـص داخلـی هنـد و ۳ درصـد از تولیـد ناخالـص داخلـی ایـالات متحده را بخـود اختصـاص داده بـوده اسـت. ایـن میـزان خسـارت مالـی مسـتقیم در حالـی صـورت می‌گیرد که خسـارت‌های غیرمسـتقیم دیگـری نیـز، ناشـی از مصـرف سـوخت‌های فسـیلی در جهـان به‌وقـوع می‌پیونـدد کـه از آن جملـه می‌تـوان بـه موارد زیر اشـاره نمـود: ۱/۸ میلیـارد روز غیبـت در کار، ۴ میلیـون مورد جدید آسـم کـودکان و ۲ میلیـون زایمـان زودرس (ریچـی و روزر ۲۰۱۷).

1. Beinhocker
2. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME)

وقـوع ایـن چالش‌های خطیر کـه پیامدهای سـختی را برای جهان به‌همـراه داشـته اسـت روشـن می‌سـازد که اگر «انسـان مسـلط» بـر همین سـیاق پیش بـرود، آینده‌ای بـرای حیـات و زندگی روی زمیـن و سـرزندگی آن نمی‌تـوان متصور بـود (یوان‌دی‌پی[1] ۲۰۲۱).

پـس چنان‌کـه از ایـن آمـار و ارقـام عینـی – و نه فرضـی و خیالی – بـر می‌آیـد، این «طغیان انسـان» و عـدول او از حدود و مرزهای قدرتـش بـوده کـه منجـر بـه «مرگ انسـان» شـده و می‌شـود؛ و از قضـا کسـانی مثـل یاگودزینسـکی، بـر همین «طغیان انسـان» کـه بـه «مـرگ انسـان» و «مـرگ غیرانسـان» انجامیده، هشـدار می‌دهنـد و نمی‌تـوان آن‌هـا را خشـنود از «مـرگ انسـان» دانسـت[2]. ایـن میـراث بجـای مانـده از ایـن به‌اصطـلاح «اشـرف مخلوقـات» اسـت که سـر به عصیـان برداشـته و چنیـن بی‌محابا بـه پیش می‌تـازد. یاگودزینسـکی بـا اشـارات و هشـدارهای خود، و بـا برجسته‌سـازی زیسـت‌هنر اقلیت‌گـرا و کار هنرمندانـی مثـل اداواردو کاک، سـعی بـر آن دارد تـا ایـن طغیان‌گـری را بـه رخ «انسـان مسـلط» کشـد؛ و آیـا مگـر نفی «طغیـان انسـان» دلیلی بـر نفـی «انسـان» یا نفـی «قدرت انسـان» اسـت؟



شـکل ۳. آلودگـی هـوا موسـوم بـه «قاتـل نامرئی»، یکـی از عوامل اصلی مـرگ و میر در جهان به‌شـمار می‌رود که ناشـی از مصرف سـوخت‌های فسـیلی می‌باشـد. بـرآورد شـده اسـت کـه در سـال ۲۰۱۹، ایـن عامـل منجر به وقـوع بیـش از ۶ میلیون رخـداد مـرگ در جهان بوده اسـت که در شـکل با فلش قرمز نشـان داده شـده اسـت (برگرفته از OurWorldInData.org/causes-of-death).

موضـوع دسـت‌ورزی حیـات توسـط انسـان رخـداد بی‌سـابقه و جدیـدی نیسـت. این مسـئله، در شـکل سـنتی آن حداقـل قدمتی به درازای تاریخ یکجانشـینی بشـر و شـروع عصر کشـاورزی دارد کـه از حـدود ۱۲ هـزار سـال پیـش آغـاز گشـته اسـت (هنکوک[3] ۲۰۲۱). بسـیاری از گونه‌هـای حیاتـی اعـم از جانـوری و گیاهـی در ایـن دوران تمدنـی بشـر نابـود شـده‌اند و از بیـن رفته‌انـد، آن هـم به‌دلیـل فراینـد «انتخـاب برتـر» کـه سـبب فرسـایش ژنتیکـی و نابـودی ژنـگان و انقـراض گونه‌هـا شـده اسـت. پیامـد چنیـن انتخابـی چنـان دهشـتناک اسـت کـه دانشـمندان از آن به «ششـمین انقـراض» یـاد کرده‌انـد و البتـه، «نخسـتین انقـراض»

1. UNDP

۲. [...] زیـرا او از اختصـاص قـدرت بـه انسـان و محـروم مانـدن گونه‌هـای دیگـر گفته و پنداشـته اسـت که ایـن ظلم را بایـد از میان برد و قـدرت را میان همـه گونه‌ها و انواع تقسـیم کـرد. بـه این جهت خشـنود اسـت که انسـان از دایـره تصمیم‌گیری خـارج می‌شـود [...]، نقدنامه دکتـر داوری اردکانـی، ص۱، پاراگراف ۲.

3. Hancock

در طول نزدیک به ۴۵۰ میلیون سال از حیات زمین که صرفا به‌خواست انسان و به‌دست انسان و برای انسان رخ داده است (الدرج[1] ۲۰۰۱). تخمین زده می‌شود که در فاصله سال‌های ۱۹۰۰–۱۵۰۰ میلادی، تعداد ۸۴ گونه پستاندار منقرض شده‌اند اما تنها در همین یکصد سال اخیر، این تعداد معادل ۳۲ گونه پستاندار – حدود ۳۸ درصد – بوده است (داگوپتا ۲۰۲۱).

بنا به براوردهای ادوارد آزبورن ویلسون[2] زیست‌شناس دانشگاه هاروارد، تا سال ۱۹۹۳، زمین به‌طرزی باورنکردنی در حال از دست دادن تنوع زیستی بوده است؛ یعنی انقراض حدود ۳۰,۰۰۰ گونه در سال یا به‌عبارتی حذف سه‌گونه در هر ساعت (الدرج ۲۰۰۱). برآوردها نشان می‌دهند که نرخ تخریب طبیعت در دهه‌های اخیر بیشتر هم شده است. برآورد می‌شود که نرخ فعلی انقراض گونه‌ها که در طول ده‌ها میلیون سال گذشته معادل ۱–۰,۱ گونه در هر یک میلیون گونه در سال (E/MSY) بوده است، اکنون ۱۰۰۰–۱۰۰ برابر افزایش یافته است. بر اساس آنچه در مورد مهره‌داران زمینی و گیاهان شناخته شده است، حدود ۲۰درصد از گونه‌ها ممکن است در چند دهه آینده منقرض شوند و شاید تا پایان قرن، دو برابر این تعداد نابود شوند (داگوپتا ۲۰۲۱). شاید امروز که جهان تحت «قدرت انسان» مبتلا به فجایع و بحران‌های اقلیمی از جمله کمیابی منابع آب شیرین، فرسایش خاک‌ها، گرمایش جو، ذوب‌شدن یخ‌های قطبی، و غیره است و مسئله امنیت غذایی در کانون مباحث امنیت جهانی واقع گردیده، بتوان درک بهتری از این «خسران بشرزاد» به‌دست داد؛ که اگر چنین نبود، امروز همان جوامع انسانی متصف به «برترین مخلوق» قادر به تاب‌آوری و سازگاری بیشتری در برابر بحران‌های اقلیمی بودند؛ و شاید عدالت بیشتری در توزیع مواهب، ثروت‌ها و رفاه گسترده‌تر در میان طبقات مختلف انسان‌ها در سرتاسر گیتی برقرار بود.

بدین استناد، معلوم است که در عصر کنونی و با چنان رخدادها که «انسان» بر پیکر «غیرانسان» (طبیعت) وارد آورده، نتوان گزینه‌های زیادی برای «تصمیم‌گیری» بشر متصور بود. در واقع، این خود اوست که در بسیاری از زمینه‌ها خود را از دایره تصمیم‌گیری خارج کرده؛ و این مسئله‌ای نیست که اگر به‌فرض صحت – و طبق برداشت حضرت استاد[3] – در نوشتار یاگوزینسکی بدان اشارت شده بود، بتوان آن را امری ناروا در حق «انسان» برشمرد. کما این‌که، او تلاش می‌کند تا با حکمت و تمثیل، بر شکنندگی مفهوم حیات و زندگی هشدار دهد و به انسان یادآوری کند که دست‌ورزی حیات امری است که اگر لاقید بماند، حتی ممکن است موجودیت «انسان» را به‌مخاطره کشد؛ اگر جهان در ورطه‌ای قرار گرفته که انسان‌ها هر روز با گزینه‌های مطلوب کمتری در باب حکمرانی جهانی و منطقه‌ای مواجه می‌گردند و دایره تصمیم‌گیری آن‌ها رو به کوچکی نهاده است، ظلمی است که خود بر خود روا داشته و امریست مشهود و مسبوق به سوابق تاریخی. اکنون نیز، اگر مصرف‌گرایی یله و ازدیاد جمعیت‌های انسانی مهار نشود و عقل و خرد جمعی بشر برای رسیدن به تصمیم‌های بهتر به‌کار گرفته نشود، چه جای شک و تردید که خودخواسته تن به «سلطه ناانسان» دهد تا مگر او معضلات بس پیچیده بشرزاد را رفع و رجوع کند؛ کما این‌که حضور «ناانسان» را از هم‌اکنون در عرصه سلامت (دیکونزو[4] و همکاران ۲۰۲۳، علی و همکاران ۲۰۲۳) و غذا (کیان[5] و همکاران ۲۰۲۳، کوتیوریپو[6] و همکاران ۲۰۲۳) شاهد هستیم و از قضا، گریزی هم از دخالت دادن «ناانسان» نداریم؛ چرا که معادلاتی چنین پیچیده را «مغز انسان» یارای پاسخگویی نمی‌باشد.

اجازه می‌خواهم تا در فراز پایانی این بخش، به تبیین نکته‌ای تکنیکی در مقاله یاگودزینسکی بپردازم که به‌نظر می‌رسد برداشت متفاوتی برای استاد داوری اردکانی ایجاد کرده است. اگر به درستی معنای نوشتار ایشان از لفظ مجهول در عبارت «[...] انسان را حذف کرده و به جای آن لفظ مجهول قرار داده است[7] [...]» را درک کرده باشم، به این نکته اشارت دارد که گویی یاگودزینسکی یا ادواردو کاک با نیت و عمد پیشین در صدد بوده‌اند وجه عاملیت و اقتدار «انسان» را بر زمین نادیده انگاشته و راهی بر خاتمه قدرت و استیلای او ارائه دهند. اما چنین نیست؛ واژه «آن» در عبارت « باشد که آن بر ماهیان دریا و بر پرندگان هوا و بر هر موجود زنده‌ای که زمین را دوست دارد تسلط داشته باشد» (مقاله یاگودزینسکی، ص۷۷)، ناشی از خواست «ناانسان» (هوش مصنوعی) بر تغییر جایگاه و «قدرت انسان» نیست، بلکه واژه‌ای است که بر حسب تصادف ناشی از جهش‌زایی ژنتیکی در واژه انگلیسی «انسان» تولید شده است. ملاحظه متن انگلیسی ارائه‌شده در پاورقی همان صفحه نشان می‌دهد که «آن» ترجمه‌ای است نزدیک

1. Eldredge
2. Edward Osborne Wilson
۳. [...] زیرا او از اختصاص قدرت به انسان و محروم ماندن گونه‌های دیگر گفته و پنداشته است که این ظلم را باید از میان برد و قدرت را میان همه گونه‌ها و انواع تقسیم کرد. به این جهت خشنود است که انسان از دایره تصمیم‌گیری خارج می‌شود [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲.
4. Dicuonzo
5. Qian
6. Kutyauripo
۷. [...] به‌نظر نویسنده اکنون همه‌چیز و حتی اراده پروردگار هم موید نظر فیلسوفان در باب مرگ انسان است [...] و استناد می‌کند که هوش مصنوعی [...] انسان را حذف کرده و به‌جای آن لفظ مجهول قرار داده است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص ۱، پاراگراف ۲.

به عبارت «aan» که فرم جهش‌یافته واژه «man» در خلال آزمایش ژنتیک کاک است، به شرح زیر:

عبارت اصلی:

Let [man] have dominion over the fish of the sea and over the fowl of the air and over every living thing that [moves] [upon] the earth

عبارت جهش‌یافته:

Let [aan] have dominion over the fish of the sea and over the fowl of the air and over every living thing that [loves] [ua eon] the earth

بس آشکار و هویداست که چنانچه قرار بر تخفیف جایگاه بلند «قدرت انسان» در نوشتار یاگودزینسکی بود می‌بایست از ضمیر سوم شخص «it» بهره می‌جست که در زبان انگلیسی اشاره به «چیزی بی‌جان غیر از انسان» دارد[1]. باز چنان که پیداست، تغییرات (جهش‌های ژنتیک) دیگری (ua eon) نیز به‌واسطه جهش‌زایی در انتهای عبارت انگلیسی ایجاد شده که به‌دلیل بی‌معنابودن، به فارسی برگردان نشده است.

۲،۲. آیا آینده انسان روشن است؟

پاسخ کوتاه و روشن، این است که خیر! با چنین شتابی که «انسان مسلط» در نقض قواعد اخلاقی زندگی و انقراض گونه‌ها و تخریب غیرانسان در پیش گرفته، برآورد می‌شود که طی دهه‌های آینده حدود یک میلیون از هشت میلیون گونه موجود منقرض گردد. این فروپاشی چشمگیر تنوع زیستی، در کنار تغییرات اقلیمی سترگ، و متعاقب آن از دست رفتن خدمات اکوسیستم، فرایندی است که «پایان تکامل» نام گرفته است؛ تهدیدی که «انسان مسلط» را یارای مقابله با آن نیست و موجودیت و آینده او را با خطر انقراض مواجه خواهد ساخت (گلابرخت[2] ۲۰۲۳)

انسان مسلط تقریبا در همه جا در فرآیندهای طبیعی زمین دخالت کرده است و نه‌تنها در بعد زمین‌شناختی، بلکه از جنبه زیست‌شناختی و زیست‌محیطی نیز، چهره زمین را تغییر داده است. انسان اکنون بر دوسوم سطح زمین تسلط دارد و از آن برای شهرها و سکونتگاه‌ها، کارخانه‌های صنعتی و مسیرهای تردد استفاده می‌کند، اما مهم‌تر از همه، از این فضاهای اشغال‌شده به‌عنوان زمین کشاورزی برای تولید غذا و انرژی استفاده می‌کند. اخیراً مشخص گریده که سطح زمین در نیم قرن گذشته به‌طرز چشمگیری تغییر کرده است. تنها در فاصله سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۹، تغییر کاربری اراضی بر ۴۳ میلیون کیلومتر مربع یا تقریباً یک سوم (۳۲درصد) از کل مساحت زمین تأثیر گذاشته است که از نظر وسعت چهار برابر بیشتر از برآوردهای قبلی در ارزیابی‌های بلندمدت است. این امر، سبب انهدام بسیاری از زیستگاه‌های حیات وحش و اکوسیستم‌های طبیعی در سراسر جهان شده که به‌دنبال خود، انقراض بسیاری از گونه‌های جانوری و گیاهی را در بر داشته است (گلابرخت ۲۰۲۳). این انقراض گونه‌ها اکنون در عصر آنتروپوسن با امضای «انسان خردمند» در جریده عالم به ثبت رسیده است (داگوپتا ۲۰۲۱؛ گلابرخت ۲۰۲۳). اگر این «غفلت» و بی‌خبری ادامه یابد و ما همچنان به استیلای طبیعت ادامه دهیم و غیرانسان را به استثمار کشیم، مثل تخریب جنگل‌های باقیمانده و به‌خصوص جنگل‌های استوایی که ریه‌های زمین محسوب می‌شوند، یا غارت اقیانوس‌ها در سراسر جهان، آنگاه وقوع آخرالزمان اکولوژیکی و فرضیه پایان بشر دور از انتظار نخواهد بود.

ما انسان‌ها در حال غارت گنج زیستی منحصربه‌فرد هستیم که بدون آن، اکوسیستم‌هایی که حمایت از ما برای تامین غذا، آب و حتی بازپروری روحی و تعالی وجودیمان را بر عهده دارند، قادر به عمل نیستند. برای جبران این خسران بشرزاد زمان زیادی باقی نمانده است. شاید اکنون، تنها دستاویز «انسان» همان وجه متمایز او با «غیرانسان» و «ناانسان» باشد یعنی تاسی به نیروی تعقل. انسان عصر آنتروپوسن برای خروج از مخمصه‌ای که خود تدارک دیده، بار دیگر باید تکامل یابد. اما این تکامل نمی‌تواند از نوع بیولوژیک باشد. انسان معاصر به تکاملی بسیار سریع‌تر از تکامل بیولوژیک نیاز دارد؛ یعنی نوعی تکامل و تعالی فرهنگی و رفتاری. رفتاری که بتواند در یکپارچگی با سایر انسان‌ها و سایر گونه‌های غیرانسانی رخ دهد و تأثیر فعالیت‌های انسان را به سطح قابل‌تحملی برای سیستم‌های زمین و اکوسیستم‌های طبیعی و از جمله تنوع زیستی، تقلیل دهد (گلابرخت ۲۰۲۳).

چنین امری را می‌توان مصداق «امر پیچیده» دانست که پرداختن به آن از توان فیزیولوژیکی مغز انسان و ظرفیت ذهنی او خارج است (دورنر و فانک[3] ۲۰۱۷). اینجاست که موضوع «ناانسان» و بهره‌گرفتن از توان فناوری (هوش مصنوعی) در حل پیچیدگی‌های جهان امروز معنا پیدا می‌کند. اما راهی که تاکنون پیموده شده، کمتر در جهت تحقق این هدف بزرگ

۱. عبارت است از فاعل یا مفعول مستقیم یا مفعول غیرمستقیم یک فعل یا مفعول حرف اضافه که معمولاً در اشاره به یک چیز بی‌جان استفاده می‌شود. برگرفته از سایت زیر:

"it". 2023. In Merriam-Webster.com.Retrieved October 2023 ,3, from https://www.merriam-webster.com/dictionary/it

2. Glaubrecht

3. Dörner & Funke

بوده است (چیگنل[1] و همکاران ۲۰۲۳). این مسئله مصداق بیان هنری رابرت فراست[2] در شعر «راهی که طی نشد[3]»، می‌باشد. راهی که تاکنون طی شده، انسان را صرفا کاربر و مصرف‌کننده هوش مصنوعی می‌داند و بیش از هرچیز، بر نوآوری، اختراع و توسعه فناوری هوش مصنوعی تمرکز دارد، که به‌نظر نمی‌رسد جایگاهی رضایت‌بخش برای انسان باشد؛ اما راهی که طی نشده، می‌تواند بر توانمندسازی انسان و ایمن‌سازی فرایند همزیستی انسان-ناانسان (هوش مصنوعی) متمرکز باشد (چیگنل و همکاران ۲۰۲۳؛ هندریکس[4] ۲۰۲۳)، مثل کمک به انسان برای درک استدلالات نهفته در کنه موضوعات بسیار پیچیده زندگی که می‌تواند به یادگیری فعال در انسان بیانجامد و به اتخاذ تصمیمات بهتر و رشد اجتماعی او کمک کند (کریستیانینی[5] و همکاران ۲۰۲۱).

از این رو، گفتمان توسعه‌یافته امروز در باب فناوری، از جنبه عام، و هوش مصنوعی، از جنبه خاص، که به‌صورت پنهان و پیدا در بیان یاگودزینسکی و سایر اندیشمندان و دانشمندان جریان دارد (دورست[6] ۲۰۱۹؛ ویت[7] ۲۰۲۳؛ چیگنل و همکاران؛ هندریکس ۲۰۲۳)، بر کاهش شتاب این فناوری، بازاندیشی در اهداف و فرایندهای آن، و دستیابی به تناسب خوبی میان انسان و هوش مصنوعی متمرکز است؛ به‌طوری که منجر به پذیرش مسئولانه آن از سوی انسان، و ایجاد تعادل بین مزایای استفاده از این فناوری و حفظ ارزش‌های انسانی، اخلاقیات و رفاه انسان گردد؛ این آن چیزی است که دورست (۲۰۱۹) از آن به هم-تکاملی انسان و ناانسان یاد می‌کند. در این صورت، می‌توان به آینده‌ای امید بست که در آن ناانسان نه به‌عنوان رقیب انسان در قبضه جهان، بلکه در قامت یک نیروی کمکی، در تعالی و بهبود رفتار اجتماعی انسان و جامعه انسانی نقش‌آفرینی کند.

بنابراین، شاید نتوان به‌سادگی (آن‌طور که برداشت استاد داوری اردکانی نشان می‌دهد[8]) یاگودزینسکی را بی‌خبر و بیگانه با فکر و تاریخ دانست یا او را خشنود از مرگ انسان و جانشینی ناانسان دانست. گرچه او به‌دنبال لحظه وقوع «مرگ انسان» نمی‌گردد، اما با اوصافی که پیش از این برشمرده شد، مرگ انسان را رخداد نامحتملی هم نمی‌داند. او در واقع، ناانسان را امکانی می‌بیند که می‌تواند ذهن بشر را روشن ساخته و مخاطرات عظیمی که در مسیر پیش روی او در حال وقوع است را نمایان کند، و او را در پیشگیری از پیامدهای سوء رفتارش یاری رساند. خوشبختانه در این خصوص، ما هنوز در «فضای مسئله» قرار داریم و این امکان وجود دارد تا پیش از رسیدن به «فضای راه‌حل»، بتوانیم چالش‌ها و ناشناخته‌های مسیر را ارزیابی کرده و مناسب‌ترین راهبردها و راه‌حل‌ها را اتخاذ کنیم (دورست ۲۰۱۹).

۲،۳.بسط تجربه یاگودزینسکی از منظر فناوری‌زدگی

از آنجا که تحلیل یاگودزینسکی در باب رابطه انسان، غیرانسان و ناانسان مبتنی بر فناوری زیستی و تلفیق آن با فناوری هوش مصنوعی است، شاید بازاندیشی و بازنگری مفهوم فناوری و ارتباط آن با سایر مفاهیم و حوزه‌ها بتواند تصویر روشن‌تری از ذهنیات او در باب تمرکززدایی از مفهوم انسان‌محوری و عصر پسا-انسان‌محوری ارائه دهد.

شاید نادرست نباشد اگر فناوری‌زدگی (تکنولوژیسم[9]) را محور بیانات یاگودزینسکی در مقاله زیست‌هنر بدانیم. به باور جونز[10] (۲۰۱۷)، فناوری‌زدگی به معنای باور به قدرت فناوری برای بهبود جامعه و زندگی انسان است؛ امری که شدیدا با انتقاد شولفسکی و زوتوا[11] (۲۰۲۱) روبروست. به باور این دو، دنیای مدرن از طریق فناوری‌زدگی، در حال تضییع و تذلیل تمام ساختارهای اجتماعی-فرهنگی است که تاکنون جوهر معنایی انسان را بازتولید و حفظ می‌کرده‌اند؛ فناوری‌زدگی معنا و مفهوم «انسانیت» را خدشه‌دار ساخته، و «انسان» را در مسیر جهش‌های مصنوعی و خشونت‌آمیز ناشناخته سوق می‌دهد. یاگودزینسکی با تاکید ضمنی بر موضوع پسا-انسان‌محوری سعی دارد تا نشان دهد که هنر-زیستی راهکار ضروری و بایسته‌ای برای جلب نظر انسان و جامعه انسانی بر شکنندگی مسئله «زندگی» است که اکنون در چمبره مسائل اقلیمی و اکولوژیکی، و نیز علاقه مفرط و سیری‌ناپذیر انسان به توسعه و

1. Chignell
2. Robert Frost
۳. [...] دو جاده در جنگلی از هم جدا شدند، و من آنی را برگزیدم که کمتر سفر شده بود، و این همه تفاوت‌ها را ایجاد کرد [...]
4. Hendrycks
5. Cristianini
6. Dorst
7. Witte
۸. [...] به این جهت خشنود است که انسان از دایره تصمیم‌گیری خارج می‌شود و «ناانسان» به‌جای او می‌آید [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۱، پاراگراف ۲؛ [...] به‌نظر نویسنده اکنون همه‌چیز و حتی اراده پروردگار هم موید نظر فیلسوفان در باب مرگ انسان است [...] و استناد می‌کند که هوش مصنوعی [...] انسان را حذف کرده و به‌جای آن لفظ مجهول قرار داده است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص ۱، پاراگراف ۲؛ [...] [ابراز] خوشحالی از فرارسیدن عصر ناانسانی [...] نشانه درنیافتن معنی ناانسانی [توسط او] و بی‌خبری [...] و بیگانگی کلی [وی] با فکر و تاریخ است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص۳، پاراگراف ۱.
9. Technologism
10. Jones
11. Shulevsky & Zotova

به‌کارگیری فناوری، از جمله فناوری زیستی و هوش مصنوعی، گرفتار آمده است. او می‌خواهد ضمن برجسته‌شمردن ابعاد اثربخش فناوری زیستی در حفظ تنوع زیستی، نجات گونه‌های در حال انقراض، و کاهش وابستگی بشر به منابع طبیعی برای تولید نیازمندی‌هایش، نشان دهد که پدیده فناوری‌زدگی یا انقیاد زندگی در بند فناوری، امریست که خاستگاه آن را می‌توان در نئولیبرالیسم و اقتصاد سرمایه‌داری جستجو کرد؛ جایی که همه‌چیز و از قضا خود زندگی و حیات هم می‌تواند به کالایی برای تولید سود بدل شود.

هشدار یاگوزینسکی در باب اتخاذ نگرش «فرا انسان‌محوری» تلاشی برای «خلع‌ید انسان از قدرت» و تقلا برای «مرگ انسان» نیست. هشدار او از این حیث است که انسان باورمند به فلسفه «انسان‌محوری»، فناوری (تکنولوژی[1]) را از وجه معرفتی آن (logos) تهی ساخته و به‌مدد باقی‌مانده ناقص (Technic) آن، در صدد کنترل کامل حیات و نوعی هستی‌آفرینی مطابق با میل و نفع شخصی خود بر آمده است. تبیین و تحلیل او از آزمایش آفرینش کاک دلالت بر بزرگ‌نمایی همین نگرش ناقص انسان دارد تا نشان دهد که دست‌ورزی‌های فاقد اصول و ملاحظات اجتماعی و اخلاقی و یاری جستن محض از تکنیک (Technic) بدون شناخت دلیل، محتوا و ماهیت آن (logos) می‌تواند تا بدانجا پیش رود که «بلندای جایگاه انسان» در «جهان یکپارچه» را متزلزل سازد. او تحلیل انسان مدرن از مفهوم «تکنولوژی» را معادل تفسیری می‌داند که سوفسطائیان در زمان افلاطون برساخته بودند؛ یعنی مهارت و فن دستیابی به یک هدف ذهنی فارغ از معرفت (دانش یا حکمت) مربوط به آن؛ و این مفهومی بود که به‌شدت در تضاد با آراء و نظرات افلاطون بود (تولی[2] ۲۰۰۸).

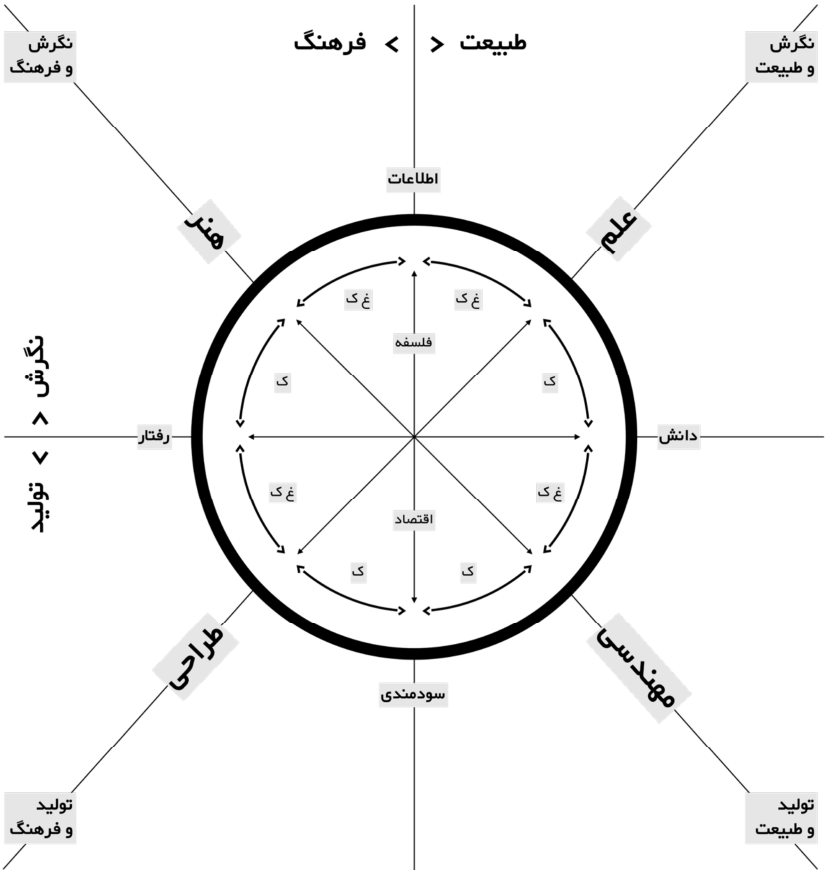
بنابراین، اگر بتوانیم به کنه نگرش یاگودزینسکی در باب تمرکززدایی از مفهوم انسان‌محوری پی ببریم، مشخص خواهد شد که او درپی گذار از مفهوم «هستی‌آفرینی» مبتنی بر سلطه فناوری، به مفهوم متعالی‌تر «هستی‌شناسی» است؛ چنین نگرشی نیاز به گریز و گذار از فضای فکری تک‌بعدی و تخصصی، و پای نهادن به عرصه‌ای زنده و پویا دارد که در آن همه جنبه‌های خلاقیت یعنی – علم[3] (برای اکتشاف)، مهندسی[4] (برای اختراع)، طراحی[5] (برای برقراری ارتباط) و هنر[6] (برای ابراز و بیان) – بر یک مدار چرخشی و به‌هم‌پیوسته در حرکتند (شکل ۴) (نری اوکسمن[7] ۲۰۱۶؛ المستار[8] و همکاران ۲۰۲۳). در چنین عرصه‌ای از یکپارچگی و کل‌نگری، اجزاء و مولفه‌های هستی به‌همان اندازه از اهمیت برخوردارند که روابط متقابل بین آن‌ها؛ در این فضای یکپارچه، هر قلمرویی قادر به تحریک تکامل در قلمرو دیگر است و هر مولفه می‌تواند در چندین قلمرو بروز و ظهور یابد (نری اوکسمن ۲۰۱۶). بر اساس نظریه اوکسمن، لازمه چنین گردش آزادی در حیطه‌های به‌ظاهر منفک و مجزا، آنست که مرزهای جداکننده آن‌ها از میان برداشته شود و جوهر یگانگی درون آن‌ها هویدا شود.

با چنین نگرشی، اوکسمن از مارک لوینسون[9] که مستند تب ذرات[10] (۲۰۱۴) را برای نمایش آزمایشگاهی انفجار بزرگ[11] کارگردانی کرده، نقل‌قول می‌کند که «چیزهایی که برای بقای ما کمترین اهمیت را دارند، همان چیزهایی هستند که ما را انسان می‌سازند». در واقع اشاره او به رابطه تنگاتنگ هنر و علم است و بیان این‌که این هر دو، از نیازهای انسان برای توصیف و تبیین جهانی است که به ادراک بشر در آمده است. او چنین درهم‌تنیدگی ماهوی و محوشدگی مرزهای جداکننده را میان طراحی، هنر و مهندسی نیز صادق می‌داند. به استناد اوکسمن، نقش علم توضیح و پیش‌بینی دنیای اطرافمان است؛ فرایندی که در آن اطلاعات[12] به دانش[13] «تبدیل» می‌شود. نقش مهندسی این است که دانش علمی را به‌کار گیرد تا راه‌حل‌های نو برای مسائل تجربی انسان توسعه دهد و بنابراین، دانش را به سودمندی[14] «تبدیل» می‌کند. طراحی منجر به ارتقاء کارامدی و اثربخشی راه‌حل‌ها شده، تجربه انسان را افزایش می‌دهد و سودمندی را به رفتار[15] «تبدیل» می‌کند. نقش هنر، زیرسوال‌بردن رفتار انسان و ایجاد آگاهی نسبت به دنیای اطرافمان است. در نتیجه، رفتار را به ادراک جدیدی «تبدیل» می‌کند که در قالب اطلاعات و داده‌های نو، چرخه خلاقیت را در حوزه علم از نو آغاز می‌کند (رجوع شود به شکل ۴).

---

۱. تکنولوژی یا تکنه (techne) مفهومی است رایج در زبان یونانی که اشاره همزمان دارد به فرآیند ایجاد یک «هنر» یا «صنعت» و نیز دانش (معرفت) نهفته در پس خلق «محصول» نهایی. برگرفته از تولی (۲۰۰۸).

2. Tulley
3. Science
4. Engineering
5. Design
6. Art
7. Oxman
8. Alméstar
9. Mark Levinson
10. Particle Fever
11. BigBang
12. Information
12. Knowledge
14. Utility
15. Behavior



شکل ۲. چرخه کربس خلاقیت نماد پویایی و پایداری جنبه‌های مختلف خلاقیت اعم از علم، مهندسی، طراحی و هنر است. هر یک از این جنبه‌ها عاملی است برای تداوم دیگری که در یک چرخش دایمی همدیگر را بازتولید کرده و ارتقا می‌بخشند. چرخه خلاقیت به‌مثابه یک ساعت عمل می‌کند که در آن علم، اطلاعات را به دانش تبدیل می‌کند؛ مهندسی، دانش را کاربردی ساخته و منجر به سودمندی می‌شود؛ طراحی تجربه انسانی را ارتقاء بخشیده و منجر به تغییر رفتار می‌شود؛ و نهایتا هنر با زیرسوال بردن مضامین و رفتارها، دیدگاه جدیدی در برابر انسان قرار می‌دهد و اطلاعاتی به او می‌بخشد که از طریق علم می‌تواند این پویایی را تداوم بخشد. ک: کاربردی، غ ک: غیرکاربردی (برگرفته از اوکسمن ۲۰۱۶).

چنین است که یاگودزینسکی زیست‌هنر را مولفه‌ای از آفرینش و خلاقیت می‌داند که به‌واسطه آن، رفتار انسان مدرن را زیرسوال می‌برد تا مگر ادراک متعالی‌تری از هستی و اجزاء هستی، و از جمله خود انسان، به‌دست دهد و از این رهگذر، دانش‌ها، راه‌حل‌ها و رفتارهای جدید و پایدار پدیدار گردد. او فناوری (اعم از زیست‌فناوری، اینترنت یا هوش مصنوعی) را در خدمت زیست‌هنر می‌داند، همچنان‌که زیست‌هنر را در ارتقاء خرد و تقویت دانش و فناوری نقش‌آفرین می‌داند. لذا، مفهومی که یاگودزینسکی سعی در توصیف و تبیین آن دارد، بیش و پیش از آن‌که تلاشی در راستای «تقلیل جایگاه انسان در نظام طبیعت» باشد، پرسشی است درباره «جایگاه انسان در تقلیل نظام طبیعت» و نسبت آن با آینده جهان و آینده خود بشر. به‌عبارت روشن‌تر، نقد یا گودزینسکی در باب انسان‌محوری را نمی‌توان نقد «ضد انسانی» دانست بلکه توصیفی است «فرا انسانی» که می‌خواهد به تبیین جایگاه انسان در منظومه هستی بپردازد و با نمایش پیامدهای دست‌ورزی حیات از طریق هنر و فناوری زیستی، گفتمان جدیدی در باب مسئله زندگی و پایداری حیات طرح کند. در نتیجه، به‌نظر می‌رسد او به‌دنبال بازگشایی فضای نوین و یکپارچه‌ای است که در آن می‌توان به‌کمک مولفه‌ها و مفاهیم گوناگون (مثل علم زیست‌شناسی، فناوری زیستی، زیست‌هنر و فلسفه زیستی) بینش جدید، اخلاقی‌تر و پایدارتری از «انسان» و نسبت او با «غیرانسان» (مثل حیوان، گیاه و میکروب) و «ناانسان» (مثل فناوری زیستی و هوش مصنوعی) ارائه کرد. ترسیم چنین فضای پایداری، به نوعی نگرش چرخشی[1] نیاز دارد که بر خلاف نگرش خطی[2]، فاقد تبعیض در ارزش‌گذاری

1. Circular
2. Linear

مولفه‌های حیات است و آن‌ها را در تداوم یکدیگر و وابسته به‌هم می‌داند. پس در این بینش، انسان را نمی‌توان موجودی مستقل و گسسته از سایر موجودیت‌های حیات تصور کرد. در نتیجه، کیفیت پایداری حاصل می‌شود که در آن، همه مولفه‌های حیات (حتی مولفه‌های نامتعارف) دارای ارزش وجودی هستند و در قالب یک سیستم چرخشی فعال، قدرت بازتولید خود و قابلیت هم‌آفرینی[1] را حفظ می‌کنند. در عرصه عمل، پیروی از چنین دیدگاهی، پیامدهایی را در حوزه‌های مختلف به‌دنبال خواهد داشت، مانند بازاندیشی در سیاست‌های ملی، منطقه‌ای و جهانی در قبال طبیعت (غیرانسان) و فناوری (ناانسان)، تولید محصولات و خدمات پایدار و بادوام، طراحی شهرها و سکونتگاه‌های انسانی به‌شیوه پایدار، و ... (ددواوغلو و زامپاکی[2] ۲۰۲۳).

۲،۴. [قدرت] فناوری به‌مثابه شمشیر داموکلس

همچنان‌که چیگنل و همکاران (۲۰۲۳) در خصوص هوش مصنوعی بیان داشته‌اند، اساسا فناوری‌های بشرزاد، اعم از هوش مصنوعی، زیست‌فناوری و ...، را می‌توان به‌مثابه شمشیر داموکلس[3] دانست که دارای تضاد ذاتی هستند؛ یعنی از یک‌سو واجد ویژگی سازندگی می‌باشند و از دیگر سو، قدرت تخریب‌گری نیز با خود به‌همراه دارند. از این رو، توصیه بر این است که توسعه فناوری همواره باید با رعایت ملاحظات اخلاقی (اجتماعی و زیست‌محیطی) همراه گردد (دیرانی[4] و همکاران ۲۰۲۳).

با وجود آن‌که بحث‌های مربوط به اهداف نهایی توسعه فناوری و علوم پیشرفته فراوان است، اما تحقیق درباره چالش‌های فراروی توسعه موفقیت‌آمیز این فناوری‌ها و دستیابی به اهداف مفید آن‌ها، از جمله مطالعه در زمینه ریسک، حکمرانی و پیامدهای اخلاقی، قانونی و اجتماعی فناوری‌های نوظهور، از قوام و قوت چندانی برخوردار نیست. لذا، در حالی که پیشرفت‌های علمی و نوآوری‌های فناورانه محصولات، زیرساخت‌ها و قابلیت‌های جدیدی را برای بهبود جنبه‌های مختلف زندگی بشر به‌ارمغان می‌آورند، محدودیت‌های فوق‌الاشاره منجر به شکل‌گیری مقاومت قابل‌توجهی در برابر نوسازی فناوری می‌شود و از پایداری سیاسی، اقتصادی و اجتماعی پیشرفت‌های علمی و محصولات مرتبط با آنها جلوگیری می‌کند (ترامپ[5] و همکاران ۲۰۲۳).

بسیاری از این ملاحظات در حوزه زیست‌شناسی و زیست‌فناوری نیز مورد بحث قرار گرفته است (چیویی ۲۰۲۰) چراکه درک ضعیف عمومی از چیستی زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک، و ترس عمومی از خطرات [احتمالی] کوتاه‌مدت و بلندمدت گیاهان تراریخته بر سلامت انسان و محیط‌زیست، سبب شده تا طی دو دهه اخیر واکنش‌های تندی علیه آنها شکل گیرد که مانع از توسعه مطلوب این حوزه شده است. برای مثال، تقریباً بیست سال از زمان تولید اولین رقم برنج طلایی، غنی‌شده با ویتامین آ، طول کشید تا بالاخره در سال ۲۰۱۹ در فیلیپین، اولین کشور تأییدکنندهٔ برنج طلایی که بسیاری از مردم آن دچار کمبود ویتامین آ بودند، تأییدیهٔ مصرف گرفت[6]. بر همین اساس بود که شرکت‌های حوزه زیست‌فناوری به آرامی متوجه شدند که اعتماد عمومی و ملاحظات اجتماعی، به‌خصوص پذیرش مصرف‌کننده، در موفقیت یا شکست فناوری مهم است، و همچنین این که، به‌جای بروز واکنش منفی در قبال کنش منفی، باید روی برجسته‌کردن جنبه‌های مثبت فناوری زیستی تمرکز کرد (ترامپ و همکاران ۲۰۲۳). در هر حال، نکته اساسی در باب توسعه فناوری‌های نوظهور از جمله زیست‌فناوری آن است که با وجود مزیت‌ها و منافع بالقوه آن‌ها، توسعه آن باید به شیوه‌ای کارآمد، مقید و پاسخگو صورت پذیرد، به‌خصوص که فناوری‌های زیستی خود-سازگار و خود همانند-سازند و بیم آن می‌رود که در فضایی به دور از نظارت صحیح و قاعده‌مند، به ابزاری در دست افراد،

1. Co-creation
2. Dedeoğlu & Zampaki

۳. طبق افسانه‌ها، داموکلس یک درباری متملق بودکه پادشاه خود، دیونیسیوس، را چاپلوسی می‌کرد و فریاد می‌زد که دیونیسیوس مردی بزرگ، مقتدر، پرشکوه، بی‌همتا و واقعاً خوش‌شانس است. در پاسخ، دیونیسیوس پیشنهاد داد جای خود را برای یک روز با داموکلس عوض کند تا او آن ثروت و شکوه را از نزدیک بچشد. داموکلس به‌سرعت و مشتاقانه پیشنهاد شاه را پذیرفت. وی در میان تجملات بی‌شمار بر تخت پادشاهی نشست. قالیچه‌های زربافت، عطرهای خوشبو، غذاهای لذیذ، انبوهی از نقره و طلا، و خدمتکاران زیبا او را احاطه کرده بودند. اما دیونیسیوس که در طول سلطنت خود دشمنان زیادی پیدا کرده بود، ترتیبی داده بود تا شمشیری بر فراز تاج و تخت آویزان شود که تنها به تار مویی بند باشد تا حس پادشاه بودن را برانگیزد: هرچند که غرق در ثروت باشی، همیشه باید با ترس و اضطراب مراقب مخاطراتی باشی که ممکن است در کمین تو باشند. داموکلس که چنین دید، از پادشاه درخواست کرد تا عذر او را بخواهد و اجازه دهد تا آن منصب را ترک گوید، زیرا متوجه شد در حالی که می‌تواند همه چیزهای گرانبها را در اختیار داشته باشد، نمی‌تواند بر آنچه در بالای تاج پادشاهی او بود تأثیر بگذارد. سیسرو این داستان را برای بیان تضادهای ذاتی موجود در امکانات و لذائذ مادی بیان داشته و می‌خواسته نشان دهد که داشتن فضیلت برای داشتن یک زندگی شاد کافی است. برگرفته از منبع زیر:
Wikipedia contributors. (2023, October 12). Damocles. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 05:13, October 2023 ,15, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Damocles&oldid=1179751055

4. Dhirani
5. Trump

۶. پیش از تأیید در فیلیپین، برنج طلایی در استرالیا، کانادا، نیوزلند و ایالات متحده، همهٔ کشورهایی که کمبود ویتامین آ در آن‌ها کمتر است، به‌عنوان «ایمن» ثبت شده بوده است. برای اطلاعات بیشتر، مراجعه کنید به لوپز (۲۰۱۹) که بر اساس داده‌های سازمان جهانی بهداشت (دبلیوچاو ۲۰۰۹) دربارهٔ شیوع کمبود ویتامین آ در زنان باردار و کودکان پیش‌دبستانی تدوین شده است.

گروه‌ها یا حکومت‌ها تبدیل شوند (چیویی[1] ۲۰۲۰) که آن را برای همان فاجعه‌ای که فیلسوف از آن به «مرگ انسان» یاد می‌کند[2] به‌کار گیرند.

این همان نکته نهفته در سخن یاگودزینسکی در مقاله زیست‌هنر است. به‌عبارت دقیق‌تر، یاگودزینسکی از زیست‌هنر به «دوگانه مرگ و زندگی» و اخلاق و مسئولیت‌های مترتب بر آن یاد می‌کند (مقاله یاگوزینسکی، ص۷۹). بنابراین او از یک سو، تعبیری سازنده از هنر و فناوری زیستی ارائه می‌دهد که می‌تواند به «استمرار زندگی» و «مهار انقراض» بیانجامد و از دیگر سو، آنجا که لاقید است و بی‌تکلیف و بی‌تعهد، و ابزاری است در اختیار صاحبان سود و ثروت و سهام در کالایی‌کردن[3] حیات (برچ ۲۰۱۷)، آن را «زاینده مرگ» می‌شمرد.

بخش سوم: نگاهی رو به پیش

«[...] جفتی بال یا نوعی سیستم تنفسی دیگر، که ما را قادر می‌سازد در فضا سفر کنیم، به‌هیچ وجه کمک‌حال ما نخواهد بود؛ چه، اگر با همان حواس زمینی بخواهیم از مریخ یا زهره دیدن کنیم، آن‌ها هرچیز دیدنی را بسان چیزهای زمینی از دید ما پنهان خواهند ساخت. یگانه سفر راستین [...] دیدن سرزمین‌های بیگانه نیست، بلکه داشتن نگاه دیگر است [...]». برگرفته از اسیر، اثر مارسل پروست[4]

ما در مقطع حساسی از تاریخ گونه «انسان خردمند» زندگی می‌کنیم که مهم‌ترین ویژگی آن درک فزاینده‌ای است که افراد جامعه انسانی از بودن خود به‌عنوان بخشی از بشریت به‌دست می‌آورند، و نقشی است که هر یک در حفظ و پایداری زیست-کره برعهده می‌گیرند (کوئلهو و فیالهو[5] ۲۰۰۰؛ بایکوف[6] و همکاران ۲۰۲۳). این را شاید بتوان نخستین فرایند تکاملی در طبیعت دانست که ریشه در رفتار فرهنگی انسان دارد و نه در بقای زیست‌شناختی او (گلابرخت ۲۰۲۳؛ باش[7] و همکاران ۲۰۲۳)؛ رفتاری که برامده از ارزش‌ها، جهان‌بینی‌ها، و اخلاقیات است و هدف آن اتصال، ارتباط، و آگاهی است (لازلو[8] ۲۰۰۱).

در این بزنگاه تاریخی که پایه در ادراک و آگاهی دارد، انسان به اهمیت همه اشکال زندگی پی برده است. همه موجودات زنده اعضای جوامع بوم‌شناختی هستند که در شبکه‌ای وابسته به یکدیگر در حرکتند. هنگامی که این ادراک بوم‌شناختی بخشی از آگاهی روزمره انسان شود، اخلاق جدیدی پدیدار می‌شود که هر جزئی را در جزئی دیگر می‌جوید و یکی را بدون دیگری نمی‌بیند (کوئلهو و فیالهو ۲۰۰۰). این سرآغاز هم‌آوایی انسان است با انسان، غیرانسان و ناانسان، و برساختن جهانی است که در آن انسان و طبیعت هر دو گرامی شمرده می‌شوند و قدر مواهبی که بر زمین و زمینیان، و بی‌شک بر انسان، ارزانی شده پاس داشته می‌شود. این دیگرخواهی، شکل زندگی انسان را پایداری می‌بخشد و او را به مسیری پویا و خلاق هدایت می‌کند؛ امری که به «زندگی مسطح» و بدون بعد انسان رنگ و جلوه می‌بخشد. آنگاه که انسان بر این مدار پای نهد، چیزی فراتر از خود را به‌نمایش خواهد گذاشت؛ او در واقع، نمایشی از «انسانیت» را عرضه خواهد کرد. انسانیت نوعی اخلاق انسانی است که به او اجازه می‌دهد تا در خود محدود و محبوس نماند و دایره جهان‌های پیرامون خود را، چه در ماده و چه در معنا، وسعت بخشد. در چنین بعدی از اندیشه و اخلاق انسانی، چیزهای دیگر هم «واجد ارزش» می‌شوند و انسان به مرتبتی می‌رسد که خواهان نابودی هیچ مخلوقی در طبیعت نیست؛ به باور دلوز، انسان آن موجودیتی می‌شود که در اندیشه «تعالی از خود» بر می‌آید و به ماهیتی بدل می‌شود که می‌تواند خلقت را حفظ و تغییر دهد (هالوارد[9] ۲۰۰۶).

نتیجه‌گیری

توسعه علم و فناوری در قرن بیستم، علاوه بر ارتقاء رفاه و سلامت بشر و بهبود شاخص‌های امید به زندگی در سرتاسر جهان، آثار زیانباری را نیز به‌همراه داشته است که بحران اقلیمی و تغییر شدید در وضعیت اکولوژیکی سیاره زمین، مهم‌ترین آن‌ها به‌شمار می‌رود. اکنون در آغاز هزاره سوم، انسان دریافته است که عوارض انقلاب علمی و فناوری که او برای توسعه زندگی ابداع کرده، به ابزاری علیه خود او بدل گشته است. چراکه از یک سو، رشد اقتصادی ناشی از انباشت دانش، و فرهنگ مصرف‌گرای جامعه جهانی منجر به ناپایداری زیست‌محیطی و تخریب طبیعت شده، و از دیگر سو، پیچیدگی موضوع تامین غذا و انرژی برای پاسخ به تقاضای روزافزون جمعیت رو به تزاید جهان، منجر به بروز برخی ناپایداری‌های منطقه‌ای و جهانی گردیده است. در چنین شرایطی، توفیق بشر در «رمزگشایی از حیات» که با پیشرفت‌های زیست‌شناسی و توسعه فناوری زیستی در پایان قرن بیستم ممکن گشت، بار دیگر بارقه‌ای از امید را در دل انسان معاصر تابانده است. اکنون، بسیاری از نهادهای سیاست‌گذار جهانی و ذینفعان

1. Chui

۲. [...] به‌نظر نویسنده اکنون همه‌چیز و حتی اراده پروردگار هم موید نظر فیلسوفان در باب مرگ انسان است [...] و استناد می‌کند که هوش مصنوعی [...] انسان را حذف کرده و به‌جای آن لفظ مجهول قرار داده است [...]، نقدنامه دکتر داوری اردکانی، ص ۱، پاراگراف ۲.

3. Commodification

4 Marcel Proust

5. Coelho & Fialho

6. Baykov

7. Bash

8. Laszlo

9. Hallward

اقتصاد جهانی بر این باورند که علوم زیستی و زیست‌فناوری می‌توانند راهکار واحدی باشد برای غلبه بر مهم‌ترین مشکلات بشر، تامین رشد اقتصادی پایدار و همچنین، تضمین سلامت زیست‌کره. به‌موازات اما، بسیاری هم با نگاهی وهم‌آلود به این کورسوی امید چشم دوخته‌اند و آن را نوعی سراب خوش‌خیالی پندار می‌کنند. در این میانه، پیشرفت‌های علوم زیستی و به‌خصوص سهولت و سرعت در توالی‌یابی ژنگان موجودات زنده و امکان همسانه‌سازی موجودات، حتی آن‌ها که میلیون‌ها سال پیش منقرض شده‌اند، سبب ایجاد درک نوینی از دوگانه مرگ و زندگی شده است. همچنین، امکان‌پذیری تلفیق زیست‌شناسی با سایر پیشرفت‌های علمی خیره‌کننده مثل فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی، بحث‌های اخلاقی، فلسفی و هنری بدیعی را به‌میان کشیده است که از آن جمله می‌توان به نامیرایی[1]، مرگ معلق[2]، نوترکیب-گونه‌های زنده-غیرزنده، احیاگری گونه‌ای و بسیاری موارد و ملاحظات نو اشاره کرد. در همین راستا، و با تجربه بشر از ناملایمات حادث‌شده ناشی از بی‌توجهی در بکارگیری فناوری، گروهی از زیست‌هنرمندان با نوعی هنر انتقادی، سعی در جلب توجه سیاست‌گذاران و تصمیم‌سازان جهانی در نظارت بر این پیشرفت‌های گسترده علمی دارند و در این راه، از خود زیست‌شناسی به‌عنوان رسانه و پرفورمنس استفاده می‌کنند. محور گفتمان این گروه از دانشمند-هنرمندان تاکید بر حساسیت‌ها و شکنندگی‌های موضوعات مربوط به حیات و زندگی است و بر این باورند که رمزگشایی از حیات به‌مثابه جعبه پاندورا است که چون گشوده شود، امید و ناامیدی را باهم درپی خواهد داشت؛ پس بر این ملاحظه باید تاکید داشت. به باور برخی محققان علوم اجتماعی، از جمله پروفسور یان یاگودزینسکی، این ژانر هنری نوین از قابلیت بالایی در امر آموزش در مدارس و دانشگاه‌ها نیز برخوردار است که نیاز به اهتمام متولیان امور دارد.

از آنجا که توسعه زیست‌فناوری در کشور عزیزمان ایران نیز، از روند روبه‌رشد و قابل‌توجهی برخوردار بوده است و با جمیع مباحث و ملاحظات فوق‌الاشاره، نوشتار یان یاگودزینسکی را مطلع مناسبی برای گشودن باب گفتمانی در این حوزه دیدم تا نگاه اندیشمندان و دانشمندان فرهیخته کشورمان نیز به این عرصه معطوف شود. اینک مایه خرسندی است که تحصیل حاصل ممکن گشت و اندیشه فرهیخته نامداری بر قلم جاری...

امیدوارم تشریح و توصیفی که بر نقد جناب آقای دکتر رضا داوری اردکانی ارائه شد، توانسته باشد به شفافیت و اهمیت موضوع کمکی کرده باشد و در توسعه علوم زیستی در کشورمان، در قرنی که به «قرن زیست‌فناوری» شهرت یافته، تاثیری ناچیز برجای گذاشته باشد.

منابع

باقریان، زهره. (۱۳۹۹). رابطه طبیعت با سقوط تمدنها در قرآن. فصلنامه قرآن، فرهنگ و تمدن، ۱(۱), ۸۱-۱۰۳ doi: ۱۰,۲۲۰۳۴/jksl.۲۰۲۰,۱۲۲۲۵۹

چیویی م. و همکاران. (۲۰۲۰). انقلاب زیستی، نوآوری‌های تحول‌آفرین در اقتصاد، اجتماع و زندگی ما. ترجمه سید مهدی علوی و همکاران. تهران، انتشارات پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری، ۲۲۰ ص.

علوی، س. م.، حبیبی رضایی، م. (۱۴۰۰). اقتصاد زیستی، انقلابی فراگیر از جنس اقتصادی و نه از گونه سیاسی. نامه علوم‌پایه، شماره ۴، ۶۰-۳۲

علوی س. م. (۱۴۰۱). اندیشه‌ای در باب «آخرالزمان»: اهمیت زیست-هنر در هنر|آموزش. نامه علوم پایه، شماره ۶، ۸۸-۷۲

علوی، س. م. (۱۴۰۱). اقتصاد زیستی: پارادایم نوین اقتصادی در عصر چالش‌ها و پیچیدگی‌های جهانی. مجله زیست شناسی ایران، (۱۱)۶، ۱-۲۵.

۶. مکارم شیرازی، ناصر (۱۳۷۴). تفسیر نمونه، جلد ۲، ص ۲۸۰، تهران، دار الکتب الإسلامیة.

۷. هاشمی، س. ح. (۱۳۷۷). انسان و طبیعت در قرآن. پژوهش‌های قرآنی، ۴ (۱۶-۱۵)، ۲۶۹-۲۵۴. doi: ۱۰,۲۲۰۸۱/jqr.۱۹۹۹,۲۲۵۸۸۱۰

Aguilar, A., & Twardowski, T. (2022). Bioeconomy in a changing word. EFB Bioeconomy Journal, 2, 100041

Ali, O., Abdelbaki, W., Shrestha, A., Elbasi, E., Alryalat, M. A. A., & Dwivedi, Y. K. (2023). A systematic literature review of artificial intelligence in the healthcare sector: Benefits, challenges, methodologies, and functionalities. Journal of Innovation & Knowledge, ,.

Alméstar, M., Romero-Muñoz, S., Mestre, N., Fogué, U., Gil, E., & Masha, A. (2023). (Un) Likely Connections between (Un) Likely Actors in the Art/NBS Co-Creation Process: Application of KREBS Cycle of Creativity to the Cyborg Garden Project. Land, 12(6) 1145.

1. Immortality
2. Suspended death

Audi, M., Ali, A., & Kassem, M. (2020). Greenhouse gases: A review of losses and benefits. International Journal of Energy Economics and Policy, 10(1) 403-418 .

Balaban, O. V., Litvinov, A. V., Larionova, I. A., Burovkina, L. A., Ushakova, O. B., Kudrinskaya, I. V., ... & Goloshumova, G. S. (2019). Value Regulators of Co-Evolution Paradigm: Context of Environmental Ethics Rethinking. Ekoloji Dergisi, (107).

Bash, C., Faraboschi, P., Frachtenberg, E., Laplante, P., Milojicic, D., & Saracco, R. (2023). Megatrends. Computer, 56(07) 93-100.

Bastos Lima, M. G., & Palme, U. (2022). The bioeconomy–biodiversity nexus: enhancing or undermining nature's contributions to people?. Conservation, 2(1) 7-25.

Baykov, A., Bogaturov, A., & Shakleina, T. (2023). Megatrends and Global Issues: Constants and Innovations in the Subject Area: In lieu of Introduction. In Polycentric World Order in the Making (pp. 3-11). Singapore: Springer Nature Singapore.

Beinhocker, E. D. (2006). The Origin of Wealth: Evolution, Complexity, and the Radical Remaking of Economics. Boston, Harvard Business Press.

Birch, K. (2017). Rethinking value in the bio-economy: Finance, assetization, and the management of value. Science, Technology, & Human Values, 42(3) 460-490.

Chignell, M., Wang, L., Zare, A., & Li, J. (2023). The evolution of HCI and human factors: Integrating human and artificial intelligence. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 30(2) 1-30.

Coelho, C., Coelho, S. R., & Fialho, F. A. P. (2000). The Human Being in the Third Millenium: Learning to Experience his Sacred Space. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 44(33) .6-186-6-189 https://doi.org/10.1177/154193120004403329

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson S. J., Kubiszewski, I., Farber S. & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change, 26, 152-158. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.

Cristianini, N., Scantamburlo, T., & Ladyman, J. (2021). The social turn of artificial intelligence. AI & SOCIETY, 1-8.

Dasgupta, P. (2021). The economics of biodiversity: the Dasgupta review. Hm Treasury.

Dedeoğlu, Ç., & Zampaki, N. (2023). Posthumanism for Sustainability: A Scoping Review. Journal of Posthumanism, 3(1) 33-57.

Dhirani, L. L., Mukhtiar, N., Chowdhry, B. S., & Newe, T. (2023). Ethical dilemmas and privacy issues in emerging technologies: a review. Sensors, 23(3), 1151.

Dicuonzo, G., Donofrio, F., Fusco, A., & Shini, M. (2023). Healthcare system: Moving forward with artificial intelligence. Technovation, 120 ,102510.

Dörner, D., & Funke, J. (2017). Complex problem solving: What it is and what it is not. Frontiers in psychology, 8 ,1153.

Dorst, K. (2019). Co-evolution and emergence in design. Design Studies, 65 60-77.

Eldredge, N. (2001). The sixth extinction. An ActionBioscience. org original article. American Institute of Biological Sciences.

Forbes H.، Quested T. and O'Connor C. 2021. Food Waste Index Report 2021. United Nations Environment Programme، Nairobi

Future Earth, The Earth League,WCRP. (2022) .10 New Insights in Climate Science 2022. Stockholm. https://doi.org/10.5281/zenodo.7228926

Glaubrecht, M. (2023). On the end of evolution–Humankind and the annihilation of species. Zoologica Scripta, 52(3) 215-225.

Hallward, P. (2006). Out of this World: Deleuze and the Philosophy of Creation. Verso.

Hamidi, F., Stamato, L., Scheifele, L., Hammond, R. C. V., & Asgarali-Hoffman, S. N. (2021, May). "Turning the Invisible Visible": Transdisciplinary Bioart Explorations in Human-DNA Interaction. In Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1-15).

Hancock, J. (2021, November 30). Origins of World Agriculture. World History Encyclopedia. Retrieved from

https://www.worldhistory.org/article/1886/origins-of-world-agriculture/

Heimann, T. (2019). Bioeconomy and SDGs: Does the bioeconomy support the achievement of the SDGs? Earth›s Future, 7(1) 43-57.

Hendrycks, D. (2023). Natural selection favors ais over humans. arXiv preprint arXiv:2303.16200.

Jeffry, L., Ong, M. Y., Nomanbhay, S., Mofijur, M., Mubashir, M., & Show, P. L. (2021). Greenhouse gases utilization: A review. Fuel, 301 ,121017.

Jones, R. (2018). After postmodernism, technologism. Educational Philosophy and Theory, 50(14) 1619-1620.

Juerges, N., & Hansjürgens, B. (2018). Soil governance in the transition towards a sustainable bioeconomy–A review. Journal of Cleaner Production, 170 ,1628 -1639.

Kutyauripo, I., Rushambwa, M., & Chiwazi, L. (2023). Artificial intelligence applications in the agrifood sectors. Journal of Agriculture and Food Research, 11 ,100502.

Laszlo, E. (2001). Human evolution in the third millennium. Futures, 33(7) 649-658.

Le Page, M. (2019). GM golden rice gets landmark safety approval in the Philippines. New Scientist, December 2019 ,31.

Lewandowski, I., Gaudet, N., Lask, J., Maier, J., Tchouga, B., & Vargas-Carpintero, R. (2018). Context. Bioeconomy: Shaping the transition to a sustainable, biobased economy, 5-16.

Marchant N. 2021. The world's food waste problem is bigger than we thought - here's what we can do about it. Retrieved from: ‹https://www.weforum.org/agenda/03/2021/global-food-waste-solutions› [Online Resource]

Mengist, W., Soromessa, T., & Feyisa, G. L. (2020). A global view of regulatory ecosystem services: existed knowledge, trends, and research gaps. Ecological Processes, 9. doi:https://doi.org/10.1186/s13717-020--00241w

Mengist, W., Soromessa, T., & Feyisa, G. L. (2022). Estimating the total ecosystem services value of Eastern Afromontane Biodiversity Hotspots in response to landscape dynamics. Environmental and Sustainability Indicators. https://doi.org/10.1016/j.indic.2022،100178

Oxman, N. (2016). Age of entanglement. Journal of Design and Science.

Proust, M. (1923). Le prisonnière (Sodome et Gomorrhe, III) (Vol. 1). Nouvelle Revue Francaise.

Qian, C., Murphy, S. I., Orsi, R. H., & Wiedmann, M. (2023). How can AI help improve food safety? Annual Review of Food Science and Technology, 14 ,517-538.

Ritchie H. and Roser M. 2017. Air Pollution. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: ‹https://ourworldindata.org/air-pollution› [Online Resource]

Ritchie H. and Roser M. 2020. Environmental impacts of food production. Published online at OurWorldInData.org.

Shulevsky, N. B., & Zotova, E. S. (2021). Technologism as a Suicidal Sentence of Parasitic Civilizations. Russian Journal of Legal Studies (Moscow), 8(1) 9-18.

Stark, H., & Roffe, J. (Eds.). (2015). Deleuze and the Non/human. Springer.

Tait, J., Raybould, A., Flight, M. H., & McGoohan, A. (2023). Circular and Networked Bioeconomies for Net-Zero Food Production: There is Nothing Magic About Circles. Circular Economy and Sustainability, 1-12.

Trump, B., Cummings, C., Klasa, K., Galaitsi, S., & Linkov, I. (2023). Governing biotechnology to provide safety and security and address ethical, legal, and social implications. Frontiers in genetics, 13 ,1052371.

Tulley, R. J. (2008). Is there techne in my logos? On the origins and evolution of the ideographic term–technology. International Journal of Technology, knowledge and society, 4(1) 93-104

UNDP. 2021. Retrieved from: ‹https://dontchooseextinction.com/en› [Online Resource]

WHO, Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005, WHO Global Database on Vitamin A Deficiency, 2009

Witte, J. (2023) 5. Higher education, science and the climate crisis. Assessing the Contributions of Higher Education, 89.

انسان‌ها از شش مورد از خط قرمزهای سیاره‌ای نُه‌گانه عبور کرده‌اند

مگان بارتلز ، ۱۳ سپتامبر ۲۰۲۳
Megan Bartels, Scientific American, 13th Sep 2023
ترجمه: وداد فامورزاده، الناز محمودی خواجه پاشا
vedad.famourzadeh@gmail.com
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

تصویر ۱: پسماندهای مملو از نیتروژن و فسفر مازاد که از زمین‌های کود داده شده وارد دریاچه-ها و سایر پهنه‌های آبی می‌شوند می‌توانند به رشد بی‌رویه جلبک‌های سبز متراکم بینجامند که برای گونه‌های آبزی مضر است. (Olena Lialina/Getty Images)

دانشمندان پس از تجزیه و تحلیل آن‌چه که به آن خط قرمزهای نُه گانه سیاره‌ای گفته می‌شود، دریافتند که انسان‌ها در حال حاضر از شش مورد از آنها گذر کرده‌اند.

دانشمندان با تکیه بر مطالعه جدیدی که نشانگر میزان عبور از نُه خط قرمز سیاره‌ای است هشدار می‌دهند که فعالیت‌های انسانی از زمین دنیائی می سازند که ممکن است دیگر به اندازه کافی تاب جوامع برپاشده امروزی را نداشته باشد.

این تحلیل بر اساس مقاله‌ای در سال ۲۰۰۹ است که ابتدا ۹ محدودیت سیاره‌ای را شرح داد که در آن محیط زمین را مشابه محیطی که انسان‌ها در دوران پیشا صنعتیِ دوران هولوسن در آن زندگی می‌کردند بررسی کرد. این دوره تقریبا ۱۰،۰۰۰ سال طول کشید تا زمانی که انقلاب صنعتی آغاز شد و انسان‌ها شروع به سوزاندن مقادیر زیادی سوخت فسیلی و انتقال گازهای گلخانه‌ای به جو زمین کردند که گرما را در جو نگه می‌دارد. در تحقیق جدیدی که در مجله Science Advances منتشر شد، پژوهشگران در خصوص پیامدهای احتمالی بالقوه این انحراف از شرایط مبنا هشدار می‌دهند.

کاترین ریچاردسون، دانشمند سیستم‌های زمین در دانشگاه کپنهاگ که پژوهش جدید را رهبری می‌کند، می‌گوید: «این مانند فشار خون است. اگر فشار خون شما بالاتر از ۱۲۰ روی ۸۰ باشد به این معنی نیست که شما قطعا حمله قلبی خواهید

داشت ولی احتمال آن را افزایش می‌دهد و بنابراین ما تلاش می‌کنیم که آن را کاهش دهیم.»

پژوهشی جدید پس از ۲۰۰۹ این نتایج را روزآمدکرده است و دانشمندان برای اولین بار راهنماهای عددی هر خط قرمز را در آن درج کرده‌اند که خود پیشرفت قابل توجهی است. راک کیم دانشمند علوم اجتماعی محیطی در دانشگاه Utrecht هلند که در مطالعه جدید شرکت نداشت، می‌گوید: «آن‌چه در مورد این مقاله بدیع است این است که همه آن نُه خط قرمز برای اولین بار کمّی و قابل اندازه گیری شده‌اند.»

مدل خط قرمزهای سیاره‌ای از زمان ارائه اولیه‌اش به خاطر معرفی عوامل درهم تنیده مختلف – علاوه بر تغییرات آب و هوایی که بر قابلیت سکونت زمین تاثیر می‌گذارند، مورد تحسین قرار گرفته است. البته سطح دی‌اکسیدکربن در این چارچوب گنجانده شده است، اما کاهش تنوع زیستی، آلودگی شیمیایی، تغییرات کاربری زمین و آب‌های شیرین و وجود عناصر حیاتی نیتروژن و فسفر نیز در این چارچوب گنجانده شده‌اند. این خط قرمزها از هم جدا نیستند؛ برای مثال تغییرات کاربری زمین می‌تواند بر تنوع زیستی اثر بگذارد و دی‌اکسیدکربن بر اسیدی شدن اقیانوس‌ها تاثیر می‌گذارد. ویکتور گالاس دانشمند علوم سیاسی از مرکز تاب آوری (resilience) استکهلم، طرح مشترک دانشگاه استکهلم و موسسه اقتصاد بوم‌شناختی بیجر (beijer) در آکادمی علوم Royal Swedish، که بر موضوع حکمرانی اقلیم climate governance تمرکز دارد و در تحقیقات جدید شرکت نداشته است، می‌گوید: «فکر کردن به این موضوع بسیار آسان است: هشت یا نُه خط قرمز وجود دارد– اما من فکر می‌کنم توضیح چگونگی رابطه این موارد با یکدیگر یک چالش است. شما روی یک طرف تمرکز می‌کنید و تلاش می‌کنید بر آن تأثیر گذارید اما در واقع بر چیزهای دیگر نیز تاثیر می‌گذارید و من فکر نمی‌کنم مردم واقعا این را درک کنند.»

اگر چه این نُه عامل کلی همان عواملی هستند که برای اولین بار در مقاله سال ۲۰۰۹ تعیین شدند، محققان پروژه‌ها برخی از جزییات این خط قرمزها را اصلاح کرده‌اند. جاناتان فولی، مدیر اجرایی Project Drawdown، یک سازمان غیرانتفاعی که نقشه‌های راهبردی برای راهکارهای اقلیمی تهیه می‌کند، می‌گوید: «جدیدترین نسخه، داده‌های بیشتر و بیشتری را مورد بررسی قرار داده و به شکل کمّی بیشتر به ما نشان می‌دهد که نسبت به این خط قرمزها کجا ایستاده‌ایم.» فولی یکی از نویسندگان مقاله اصلی سال ۲۰۰۹ بود اما در تحقیقات جدید شرکت نداشت.

با این حال، نتیجه کلی همان چیزی است که تقریبا ۱۵ سال پیش بود. فولی می‌گوید: «این بسیار نگران–کننده است: ما در سیاره‌ای زندگی می‌کنیم که با هر چیزی که هر انسانی پیش از این دیده است، متفاوت است.» (انسان‌ها همچنین در تلاش برای رسیدن به ۱۷ هدف توسعه پایدار سازمان ملل هستند که برای مقابله با چالش‌های محیطی و اجتماعی مانند گرسنگی و نابرابری جنسیتی طراحی شده‌اند.)

تحقیق جدید نُه خط قرمز را به شرح زیر ارزیابی می‌کند:
یکی از نگران‌کننده‌ترین ارزیابی‌ها تولید مداوم فسفر و نیتروژن است که هر دو به طورگسترده به عنوان کودهای کشاورزی استفاده می‌شوند و آزادانه در اکوسیستم‌ها جاری می‌شوند و برای مثال باعث رشد گسترده جلبک خطرناک می‌شوند که آسیب‌های جدی می زنند. محققان دریافته‌اند که انسان‌ها مواد شیمیایی حاوی این عناصر را بسیار بیشتر از خط قرمز در محیط آزاد که دانشمندان محاسبه کرده‌اند رها کرده‌اند.

خط قرمز دیگری که به وضوح از آن عبور کرده‌ایم، تغییرات آب و هوایی است که محققان آن را به دو صورت ارزیابی کرده‌اند. ابتدا، محققان غلظت دی‌اکسیدکربن جو را در نظر گرفتند که اکنون ۴۱۷ بخش در میلیون (ppm) است، در حالی که دانشمندان قبلا تخمین زده بودند این میزان قبل از انقلاب صنعتی ۲۸۰ ppm بوده است. آن‌ها خط قرمز ایمن را ۳۵۰ ppm شناسایی کردند که در سال ۱۹۸۷ از این خط قرمز فراتر رفت. دانشمندان همچنین واداشت تابشی، یعنی تفاوت بین تابش خورشیدی جذب شده زمین و انرژی گرمایی که زمین از دست می‌دهد، را در نظر گرفته‌اند. این تیم دریافته است که ما در حال حاضر در هر دو زمینه خارج از خط قرمزهای سیاره‌ای توصیه شده عمل می‌کنیم.

اما یکی از پیام‌های کلیدی این تحقیق این است که به رغم طرح سیطره بحثِ اقلیم در گفتگوها پیرامون آینده زمین ، سازگاری و یکپارچگی جهان هستی به همان اندازه اقلیم اهمیت دارد. ریچاردسون می‌گوید: «هر سیاره‌ای اقلیمی دارد، ولی باور کنید هیچ چیز خاصی در این نیست. آنچه خاص است داشتن زندگی است.»

ریچاردسون و همکارانش یکپارچگی زیست‌کره را از دو جنبه ارزیابی کردند: تنوع ژنتیکی و آن‌چه آن‌ها «یکپارچگی عملکردی» می‌نامند. برای مورد اول، آن‌ها نرخ انقراض را به عنوان یک تخمین در نظر گرفتند و به طور محافظه‌کارانه‌ای تخمین زدند که نرخ انقراض فعلی حدود ۱۰۰ برابر نرخ طبیعی انقراض است. عامل جدیدی که در تحلیل کنونی در نظر گرفته شده است، میزان کلی «تولید اولیه» (یعنی فتوسنتز) در سراسر زمین به عنوان تخمینی از یکپارچگی

عملکردی اکوسیستم‌ها است. تیم تحقیقاتی ثابت کرد تولید اولیه در طول دوره هولوسن نسبتا ثابت بوده است. امروزه پژوهشگران تخمین می‌زنند که انسان‌ها حدود ۳۰ درصد از تولید اولیه را عملا از طریق مواد غذایی برداشت و مصرف شده برای اهداف خود تصرف کرده‌اند. قبل از انقلاب صنعتی این عدد فقط ۲ درصد بود!

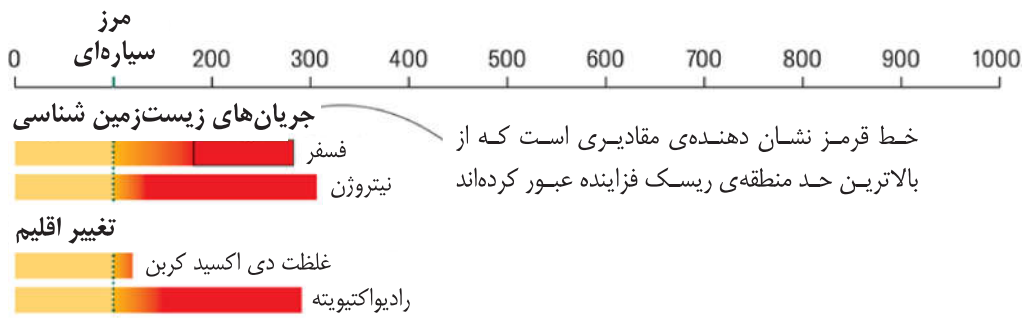
خط قرمز چهارم، یعنی «مواد جدید»، نمایانگر مواد شیمیایی مصنوعی است که بخش زیادی از زندگی مدرن را پر می‌کنند- مانند پلاستیک، دی‌کلرودی‌فنیل تری‌کلرواتان (DDT) که باعث نازک شدن پوسته‌های تخم‌های پرندگانی مثل عقاب شده و مواد پرفلوروآکیل و پلی‌فلوروآکیل (PFASs) که به مواد ماندگار معروف‌اند و دانشمندان متوجه شده‌اند که تقریبا در سرتاسر دنیا وجود دارند. برای اولین بار دانشمندان این خط قرمز را به طور کمّی سنجیده‌اند و آن را به این صورت تعریف کردند که فقط مواد شیمیایی آزمایش شده از نظر ایمنی و انتشاریافته در محیط را در نظر گرفتند. ریچاردسون خاطر نشان می‌کند وضعیت فعلی بسیار فراتر از این حد است، تنها در اتحادیه اروپا حدود ۸۰ درصد از مواد شیمیایی ساخت بشر برای بیش از یک دهه بدون آزمایش مورد استفاده بوده‌اند.

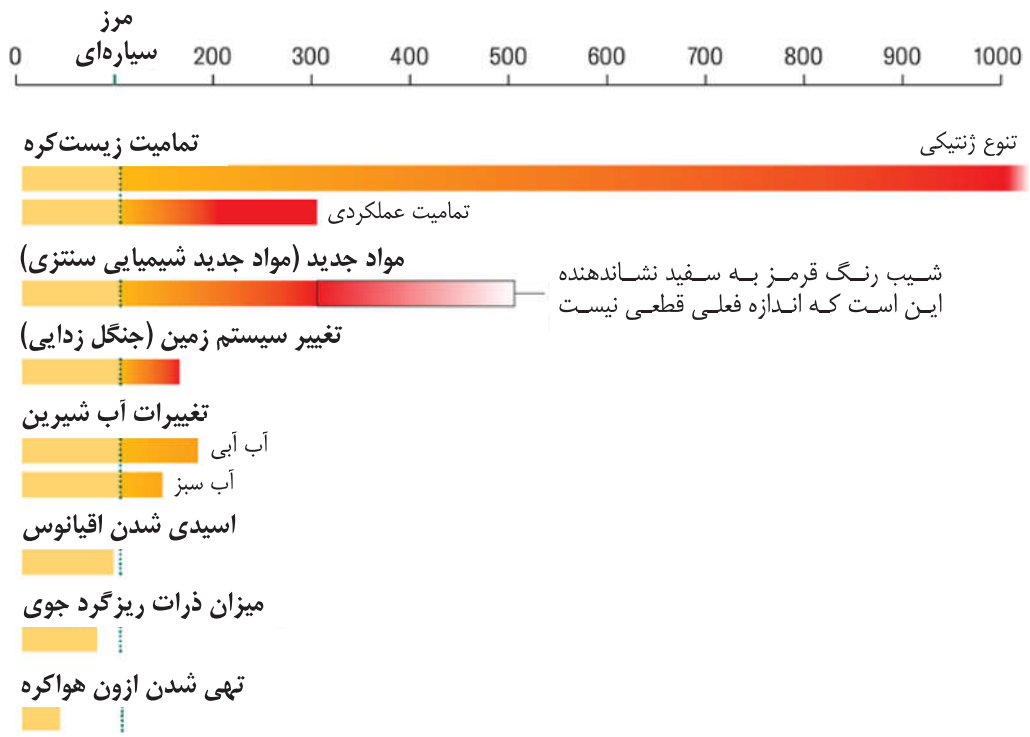
خط قرمز ردیگری که انسان از آن عبور کرده مربوط به استفاده از زمین است. به طور خاص، پژوهشگران با ارزیابی کمّی از دست رفتن جنگل‌ها متوجه شدند که از زمین‌هایی که قبلا جنگل بوده‌اند تنها ۶۰ درصد به شکل جنگل باقی مانده‌اند. آن‌ها می‌گویند به دلیل نقش جنگل‌ها در تعدیل اقلیم و حفظ آن به شکل مناسب برای حیات انسان، خط قرمز ایمن ۷۵ درصد است درحالی که این خط قرمز رد شده است. خط قرمز دیگری که عبور از آن به همان زمان ارائه نسخه قبلی این تحلیل برمی‌گردد، مصرف آب شیرین است، و این مقوله‌ای است که امروزه نگرش پژوهشگران را به این خط قرمز تغییر داده است. تجزیه و تحلیل‌های قبلی فقط به آنچه دانشمندان «آب آبی» می‌نامند، و شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود، توجه داشتند. در ارزیابی جدید، این گروه جدید «آب سبز» را نیز در نظر گرفت؛ منظور از آب سبز آبی است که وارد سفره‌های زیرزمینی نمی‌شود بلکه هنوز در دسترس گیاهان است. ریچاردسون این تمایز را مهم می‌خواند. او می‌گوید: «تغییر معیار کار درستی بود و معیارهای امروزی نشان می‌دهند که ما تا اینجا در مسیری اشتباه بوده‌ایم، و صادقانه باید بگویم که اگر از معیارهای قدیمی استفاده می‌کردیم برداشت این بود که هنوز خط قرمز عبور نکرده‌ایم.»

سه دسته آخر، نمایانگر حوزه‌هایی هستند که در آنها انسان‌ها هنوز خط قرمزهای سیاره‌ای تعریف شده توسط پژوهشگران را رد نکرده‌اند. اینها عبارت‌اند از اسیدی شدن اقیانوس‌ها، انباشت آیروسل‌ها یا هواویزهای جوی و تخریب لایه اوزون. به لطف موفقیت نادر پروتکل برآمده از پیمان بین‌المللی مونترال فقط آخرین مورد از این موارد در جهت درست حرکت می‌کند. بر اساس این پیمان، کشورها استفاده از مواد شیمیایی مخرب لایه اوزون را کاهش داده‌اند که به ترمیم لایه اوزون محافظ کمک کرده است.

سنجش درصدی مرز خط قرمزهای نُه‌گانه سیاره ای

پژوهشگران شرایط امروزی زمین را با توجه به نُه «خط قرمز سیاره‌ای» ارزیابی کردند تا درک بهتری از چگونگی تغییر زمین توسط انسان‌ها در دوران پیشا صنعتی دوران هولوسن پیدا کنند. هر خط قرمز نشان‌دهنده یک یا دو سنجش کمّی است که توسط شرایط هولوسن، اما نه محدود به آن، مشخص می‌شود. بالاتر از این خط قرمز، «منطقه ریسک فزاینده» است که دانشمندان معتقدند در آن احتمال از دست دادن شرایط مشابه هولوسن افزایش می‌یابد. این نمودار سنجش‌ها را به عنوان درصدی از این که زمین امروزه چقدر بالاتر یا پایین‌تر از خط قرمز سیاره‌ای قرار دارد، ترسیم می‌کند.





Credit: Amanda Montañez; Source: "Earth Beyond Six of Nine Planetary Boundaries," by Katherine Richardson et al., in Science Advances, Vol. 9, No. 37; September 2023 ,15

از زمان ارائه اولیه خط قرمزهای سیاره‌ای، پژوهشگران نه تنها جزئیات این معیارها بلکه مزایای چنین سیستمی را به صورت کلی مورد بحث قرار داده‌اند. از نظر ریچاردسون، خط قرمزهای سیاره‌ای راهی برای درک آسان میزان برداشت انسان از زمین است. او می‌گوید: «من آن را بسیار مثبت می‌بینم؛ به عبارتی، این یک حساب بانکی است و درک ارتباط ما با زمین توانمندی است که امکان توسعه جوامع پایدار را به ما می‌دهد. جامعه به چنین چیزی نیاز دارد.»

برخی دیگر می‌گویند که اگرچه درک بهتر وضعیت فعلی مفید است، سیستم خط قرمزهای سیاره‌ای به چالش‌ها و پیچیدگی‌هایی نمی‌پردازد که برای بازگشت به حدود سیاره‌مان باید بر آن‌ها فائق آییم. گالاز می‌گوید: «از دیدگاه سیاسی، ما برای اقدام نیاز به اطلاعات بیشتری نداریم.» فولی مدعی است که تمرکزش معطوف به عمل است. اگر چه تلاش‌های سازمان او نقشه‌های راه برای مقابله با یک خط قرمز، یعنی تغییرات آب‌وهوایی را ترسیم می‌کند، او می‌گوید سایر خط قرمزها نیز به کار مشابهی نیاز دارند. فولی می‌گوید: «معتقدم گام جذاب بعدی ما پیشرفت از خط قرمزهای سیاره‌ای به راهکارهای سیاره‌ای است. ما دانشمندان واقعا در توصیف مشکلات مهارت داریم، اما باید در چارچوب‌بندی راه‌حل‌ها و نشان دادن این که چگونه می‌توانند جذاب و مفید باشند وضع خود را بهبود دهیم و این بهبود. نه فقط برای افرادی که به محیط زیست اهمیت می‌دهند، بلکه برای همه ضروری است.»

نامه: نشست کاپ ۲۸ راه دوزخ اقلیمی را کاملاً باز گذاشت

نظراتی که بازتاب‌دهندی شکست نشست اقلیمی دبی هستند و آنچه را برای پیشگیری از فاجعه‌ی محیط زیستی باید انجام شود

https://www.theguardian.com/environment/2023/dec/15/cop-28leaves-the-highway-to-climate-hell-wide-open

۱۵ دسامبر ۲۰۲۳

ترجمه‌ی وداد فامورزاده

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز ۱۴۰۱

فعالان محیط زیست در اعتراض به مصرف سوخت‌های فسیلی در نشست کاپ ۲۸ در دبی در تاریخ ۱۳ دسامبر. عکس از پیتر دیژان، اَسوشیتت پرس

فیونا هاروی در مقاله‌ی ۱۳ دسامبر خود تحت عنوان «پس از سی سال انتظار، توافق کاپ ۲۸ به موضوعی پرداخت که همیشه از پرداختن به آن امتناع می‌شد» از حذف تدریجی واقعی سوخت‌های فسیلی می‌گوید. اما آیا واقعا اینگونه است؟ توافق دبی از گذار «از سوخت‌های فسیلی در سیستم‌های انرژی» سخن می‌گوید. به نظر خوب می‌رسد. اما «در سیستم‌های انرژی» یعنی چی؟ این عبارت مبهم چه معنایی دارد؟ در این توافق تفسیری از آن نیامده است، پس همچنان مبهم می‌ماند.

محتمل‌ترین و باور کردنی‌ترین تفسیر آن نیروگاه‌ها و گرمایش (یعنی ترکیبی از نیروگاه‌ها انرژی و گرمایش خانگی) است. پس «سیستم‌های انرژی» تنها به معنای تولید برق و گرمایش است. کاپ ۲۸ از کشورها نخواسته است تا از سوخت‌های فسیلی گذر کنند، چه برسد که حذف تدریجی سوخت‌های فسیلی را از آنها بخواهد. این نشست از کشورها می‌خواهد بری تولید برق و گرما در استفاده‌های گرمایی از سوخت‌ها فسیلی گذر کنند. کاپ ۲۸ از کشورها نمی‌خواهد که چنین گذاری در صنایع سنگین (مثلاً صنایع شیمیایی یا صنایع تولید فولاد یا تولید پلاستیک) و یا در سیستم‌های غذایی داشته باشند.

استاد روپرت رِد، مدیر پروژه‌ی اهمیت اقلیمی می‌گوید: «این توافق راه دوزخ اقلیمی را کاملاً باز می‌گذارد. در سال‌های آینده اگر بخواهیم خط سیر اقلیمی را تغییر دهیم شهروندان جهان باید به گونه‌ای بسیج شوند که تا حالا نشده‌اند.»
جورج مونبیو در مقاله‌ی ۹ دسامبر خود با عنوان «کاپ ۲۸ یک فریب خنده‌دار برای شکست است، اما راه‌های دیگری برای تلاش وجود دارند که زمین را نجات دهم»، حق داشت که می‌گفت زمان آن رسیده که مشکل تغییرات اقلیمی را به مشکلات کوچکتر و قابل حل تقسیم کنیم. اینها شامل آلاینده‌ها (دی‌اکسید کربن و متان)، مخازن جذب کربن (جنگل‌ها، پرمافراست[1]، تالاب‌ها[2]) و بخش‌های صنایع (خنک‌سازی، فولاد، آلومینیم) می‌شود. طرح توافق‌ها برای موضوع‌های خاص که برای هر دو دسته کشورهای ثروتمند و فقیر عادلانه باشند می‌توانند به ما بیاموزند که چگونه پاره‌های مسئله را کنار هم قرار دهیم تا بتوانیم به آنچه

توافـق پاریـس خواسـته دسـت یابیـم.

یـک نمونـه آزمـون شـده وجـود دارد: توافـق مونتـرال بـرای معاهـده‌ی لایـه‌ی اوزون. عـلاوه بـر اینکـه لایـه‌ی اوزون را در مسـیر ترمیـم قرار داد، از میزان گرمایشـی که دی‌اکسـید کربن بر اثـر مـواد مخـرب لایـه‌ی اوزون ایجـاد می‌شـود نیز بـه دلیل این اقـدام جلوگیـری شـد. همـراه با توافـق ضمیمه‌ی به نـام کیگالی[3] در سـال ۲۰۱۶ باعـث کاهـش تدریجـی هیدروفلوروکربن‌ها شـد، کـه خـود بـه میـزان ۲.۵ درجـه‌ی سلسـیوس تـا پایـان قـرن از گرمایـش بیشـتر جلوگیـری می‌کنـد.

ایـن معاهـده نشـان می‌دهد کـه توافقی الـزام‌آور بیـن بخش‌های مختلـف را می‌تـوان بـا موفقیـت بـه دسـت آورد. هـدف بعـدی متـان اسـت. بـرای جلوگیـری از ۰/۳ سلسـیوس گرمایـش تنهـا بـر اثـر متـان تـا سـال ۲۰۴۰ میـزان آن را بایـد شـدیداً کاهـش داد و همچنیـن بـرای کاهـش بیشـتری در مدت زمـان کوتاه‌تری نسـبت بـه دیگـر رویکردهـا. ایـن تـلاش می‌توانـد با اطمینـان از پیمان‌هایـی کـه ۵۰ شـرکت تجـاری در کاپ ۲۸ بـرای کاهـش انتشـار متان‌شـان تـا میـزان نزدیـک بـه صفـر تـا سـال ۲۰۳۰ می‌دهنـد انجـام شـود.

دورود زِلکـی[4]، مدیـر موسسـه‌ی حکمرانـی و توسـعه‌ی پایـدار و ماکسـیم بوگـراد[5] مدیـر دفتـر پاریـس ایـن موسسـه می‌گوینـد: «چنیـن توافقـی می‌توانـد بـا رهبـری آمریـکا و اروپـا و چیـن بـه دسـت آیـد. ایـن مرحله بایـد با پیشـروی سـریع توسـط راهبردی کـه مونبیـو پیشـنهاد می‌دهـد انجـام شـود. نیـازی نیسـت منتظر یـک نشسـت ناامیـد کننـده‌ی دیگـر کاپ باشـیم.»

اولیـور میلمـن[6] در مقالـه ۱۰ دسـامبر خود با عنـوان «نوآوری‌های فن‌آورانـه‌ی معجزه‌آسـا حـواس مـا را از راه‌حل‌هـای واقعـی پـرت می‌کننـد»، بـر خطـرات اتـکا بـر فن‌آوری‌هـای معجزه‌آسـا تأکیـد می‌کنـد. چـون دسترسـی ارزان بشـر بـه فراوانـی انـرژی بـه مـا اجـازه داده اسـت بسـیاری از خـط قرمزهـای زمیـن را بـه خطـر اندازیـم، جایگزیـن کـردن صِـرفِ یـک انـرژی بـا انـرژی دیگـر مشـکل مـا را حـل نخواهـد کرد.

ریشـه‌ی اصلـی تغییـرات اقلیمی مصـرف بیش از حد بوم‌شـناختی و رفتارهـا و سیسـتم‌هایی اسـت کـه باعـث بـروز ایـن تغییـرات شـده‌اند. مـا بایـد اینهـا را درسـت کنیـم. مـا امـروز بیـش از هـر زمان دیگری سـوخت فسـیلی می‌سـوزانیم و بسـیاری از مداخلات مـا نیـاز بـه منابع زیـادی دارنـد، کنـد هسـتند، و کارها بـا ذهنیت معمـول انجام می‌شـوند.
بازاریابـی و رسـانه‌ها و صنعـت سـرگرمی رفتارهـای انسـان را بـه سـوی مصـرف بی‌رویـه منابـع طبیعی دسـت‌خوش تغییـر بنیادین کرده‌انـد. امـا چـون فرصـت چندانـی نیسـت، بایـد اراده کنیـم که همیـن روش‌هـا برای خنثـی سـازی زیاده‌خواهی فطری مـا، برای عملکـرد در درون حـدود و خـط قرمزهای زمین و بـرای جلوگیری از فاجعه محیط زیسـتی اسـتفاده شـوند.

اسـتاد کریسـتوف رادز[7] از گـروه فعالیـن محیـط زیسـتی آب‌هـای آزاد در بِرکشـیر و اسـتاد فـوب برنـارد[8] از ماونت ورن[9] واشـینگتن آمریـکا می‌گوینـد :«سـاختارهای اقتصـادی و سیاسـی قـدرت و منافـع ذینفعـان خـاص، لایه‌هـای در هم‌پیچیـده بحـران مـا را شـکل داده‌انـد. یکـی از چالش‌هـای بـزرگ، زیـر و زِبَـر کـردن و شـکل دهـی دوبـاره چنین نیروهایی اسـت تـا تخریب انجام شـده را جبـران کنیـم و در مسـیر عکـس بیاندازیم. ما به دنبال تلاشـی متمرکـز بـرای شناسـایی راه‌های رسـیدن به یک پذیـرش جهانی سـریع از عرف‌هـای جدیـد مصـرف، تولیـد و پسـماند و دورریـز هستیم.»

---

۱. پرمافراسـت بـه معنـی لایـه یـخ ثابـت، لایه‌هایـی زیریـن زمیـن در شـمالگان و جنوبگان هسـتند که برای سـال‌ها دمـای زیر صفـر دارنـد، قدیمی‌ترین آنهـا به هفتصد هزار سـال پیـش بـر می‌گـردد و بیشـترین ضخامـت در حـدود ۱۵۰۰ متـر را دارا می‌باشـند. پرمافراسـت مقادیـر زیادی زیسـت‌توده مـرده را در خود جای داده اسـت کـه در طی هزاران سـال جمع شـده‌اند. در اثـر گرمایـش زمیـن آنهـا کـم کـم در حـال آب شـدن هسـتند و با آب شـدن آنها مقادیـر هنگفتی کربن بـه جو رها می‌شـود و اثر غیرخطی بسـیار تشـدید کننده بـر فرایند گرمایـش زمین خواهند داشـت. م.

۲. پـوده‌زار (peatlands) ترجمـه‌ی پیشـنهادی فرهنگسـتان اسـت، امـا کمـی ناآشـنا به نظر می‌آیـد. منظور تالاب‌هایی اسـت کـه از توده‌های متراکم زیسـتی و خزه‌ها کـه به صورت لایـه لایه‌هایـی از گیاهـان در حـال تجزیـه و گیاهان زنده هسـتند، پـوده را می‌توان مرحله نخسـت زغال قهوه‌ای دانسـت. م.

3. Kigali
4. Durwood Zaelke
5. Maxime Beaugrand
6. Oliver Milman
7. Prof Christopher J Rhodes
8. Prof Phoebe Barnard
9. Mount Vernon

نامه: جنگی بر سر تفسیر توافق نهایی کاپ ۲۸ درباره‌ی حذف تدریجی سوخت‌های فسیلی

درباره‌ی استفاده از عبارت مبهم «سیستم‌های انرژی» در این توافق و اینکه این عبارت چگونه باید فهمیده شود
مایکل یاکوب[1] استاد اقتصاد سیاسی دانشگاه شفیلد؛ مشاور پیشین انرژی و اقلیم در دولت گوردن بروان
https://www.theguardian.com/environment/۲۰۲۳/dec/۱۹/a-battle-for-interpretation-of-the-cop-۲۸-deal-on-a-fossil-fuel-phase-out
۱۹ دسامبر ۲۰۲۳
ترجمه‌ی وداد فامورزاده
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز ۱۴۰۱

سلطان احمد الجابر دبیر نشست کاپ ۲۸ (چهره وسط) به همراه نمایندگان رسمی دیگر در نشست اقلیمی سازمان ملل متحد در دبی در ماه گذشته. عکس از جوزپه کاکاچه، آژانس فوتوپرس

استاد روپرت رِد، که اغلب او را بسیار می ستایم، جداً نتوانسته توافق کاپ ۲۸ را دریابد (نامه: : نشست کاپ ۲۸ راه دوزخ اقلیمی را کاملاً باز گذاشت). او ادعا می‌کند که استفاده از عبارت «سیستم‌های انرژی» در متن به معنی این است که این توافق انتظار گذار از سوخت‌های فسیلی را به صورت کلی ندارد.

این عبارت مبهم دقیقاً همان چیزی است که مکتوب شدن این توافق را میان ۱۳۰ کشور –که خواستار «حذف تدریجی» سوخت‌های فسیلی بودند و کشورهایی که تولید کننده نفت و گاز بودند و نمی‌خواستند این عبارت در متن کنجانده شود– در نشست کاپ ۲۸ امکان‌پذیر کرد. گروه اول مطلقاً به روشنی اعتقاد دارند که «سیستم‌های انرژی» باید شامل انرژی حمل و نقل هم شود، و در غیر این صورت حاضر به امضای توافق نبودند. گروه دوم می‌خواهد که باور کنید چنین نیست. معنای مقصود از این عبارت تا اندازه‌ای در تارنمای رسمی کنوانسیون سازمان ملل برای چهارچوب تغییرات اقلیمی در انتشار خبر این توافق روشن شده است: «آغاز پایان دوران سوخت‌های فسیلی». به این دلیل است که وزیر عربستان تنها کسی بود که در آخر سر برای توافق کف نمی‌زد و آن را نمی‌ستود.

متن کاپ ۲۸ تنها توصیه‌نامه است و الزام‌آور نیست. بنابراین تأثیر آن بر سیاست‌گذاری‌های حکومت‌ها در گوشه و کنار جهان تنها بدان بستگی دارد که متن آن در مجادلات سیاسی و سیاست‌گذاری –از آنچه حذف تدریجی سوخت‌های فسیلی به کلی یا تنها برای برق و گرمایش است– چگونه فهمیده شود. بنابراین امکان ننگین کردن و مصادره به مطلوب کردن آن به نفع معنای دوم یعنی تنها برای برق و گرمایش در دستان کشورهای غول نفتی و آنهایی قرار می‌گیرد که با سیاست‌گذاری کربن خالص صفر در انگلیس و جاهای دیگر مخالف‌اند. برای مثال، این عبارت می‌تواند در توجیه و تبرئه‌ی مجوزهای جدید برداشت نفت و گاز در دریای شمال به کار آید.

این جنگ تفسیر است. بسیار حیاتی است که حامیان فعالیت‌های اقلیمی تأکید کنند که کاپ ۲۹ درخواست گذار تدریجی به آینده‌ای بدون سوخت فسیلی را دارد. هر سخنی برعکس این حرف تنها برای دلخوشی خواهد بود.

1. Michael Jacobs

علم به مثابه یک حرفه

عطا کالیراد
موسسه ماکس پلانک برای زیست‌شناسی در توبینگن، آلمان
ata.kalirad@tuebingen.mpg.de
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

ماکس وبر[1]، جامعه‌شناس، تاریخ‌دان، حقوق‌دان و متخصص اقتصاد سیاسی، یکی مشهورترین نظریه‌پردازان تاریخ قلمداد می‌شود. متن زیر خلاصه‌ای است از سخنرانی وبر در ۱۹۱۷ میلادی در دانشگاه مونیخ در باب ماهیت علم. گرچه بیش یک قرن از ایراد این سخنرانی می‌گذرد، بسیاری از موضوعات مورد بحث وی برای ما تازگی دارد. وبر بخش قابل توجهی از سخنرانی خود را به دشواری علم‌ورزی به عنوان شغل می‌پردازد؛ گرچه این بحث انعکاس‌دهنده نظام دانشگاهی آلمان در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم است، نکات کلی آن برای اهل پژوهش و دانشگاه در قرن بیست و یکم آشناست. سوای جزئیات حیات دانشگاهی، وبر در نطق خود به ماهیت علم، نقش الهام در علم‌ورزی، و توانایی علم در پاسخ به پرسش‌های بنیادین حیات می‌پردازد. ترجمه متن این سخنرانی به فارسی بر اساس ترجمه انگلیسی سلیس رودنی لیوینگستون[2] و متن اصلی سخنرانی به زبان آلمانی میسر شد.

کلیدواژگان: هدف علم، حیات دانشگاهی، تخصص‌گرایی، عقلانی‌سازی

از من درخواست‌کرده‌اید تا در باب «علم به مثابه حرفه»[3] سخنرانی کنم. حالا، ما اهالی اقتصاد سیاسی رگه موشکافانه خاصی داریم که تمایل به حفظ آن دارم: این حقیقت که نقطه آغاز ما همواره شرایط بیرونی است. در این مورد خاص، این رگه به معنای آغاز بحث با این پرسش است که علم به مثابه یک حرفه چه صورت مادیی به خود می‌گیرد؟ در معنای عملی، این پرسش یعنی وضع یک دانشجوی تحصیلات عالیه که سودای شغلی دانشگاهی در دانشگاه را در سر دارد چیست؟ برای فهم سرشت خاص این وضعیت در آلمان، سودمند خواهد بود که نخست آن را در مقام مقایسه بررسی کنیم و دریابیم که اوضاع کشورهای دیگر، به ویژه ایالات متحده که از این نظر برجسته‌ترین تفاوت‌ها را با ما دارد، چگونه است.

همان طور که همگان می‌دانند، در آلمان شغلِ جوانی که علم را به عنوان حرفه برگزیده‌است معمولاً از «مدرس»[4] آغاز می‌شود. پس از مشورت و تأیید نماینده حوزه مربوط، صلاحیت او به عنوان مدرس دانشگاه بر مبنای یک اثر تألیفی و یک آزمون – که اغلب جنبه تشریفاتی دارد– پیش اعضای دانشکده به عنوان یک نهاد تأیید می‌شود[5]. سپس او به ارائه درس در باب موضوعاتی که در حوزه پروانه تدریس[6] او می‌گنجد، می‌پردازد. در ازای این دروس، حقوقی دریافت نمی‌کند و تنها پاداش او شهریه‌ای است که دانشجویان به ازای دروس به او می‌پردازند.[7] شغل دانشگاهی در ایالات متحده معمولاً

1. Max Weber (1864-1920)
2. Rodney Livingstone

۳. معنای روزمره واژه Beruf در زبان آلمانی «شغل» است اما ریشه این واژه به فعل rufen به معنای «تماس‌گرفتن» است و از این رو با «پیشه» (vocation و calling) قرابت معنایی دارد. واژه آلمانی Wissenschaft به معنای «علم» (science) است اما برای اشاره هر نوع رشته علمی یا حوزه معرفتی به کار می‌رود. از این رو، نه تنها علوم اجتماعی، بلکه پژوهش‌های ادبی، موسیقی‌شناسی، و زبان‌شناسی نیز Wissenschaft خوانده می‌شوند.

4. Privatdozent (Lecturer)

۵. این فرآیند که Habitilation خوانده می‌شود به دریافت مدرک دکترای دومی، اغلب ده سال پس از دریافت مدرک دکترای نخست، می‌انجامد و راه برای شغل دانشگاهی باز می‌کند.

6. venia legendi

۷. سابقاً دانشجویان آلمانی دفتریادگیری (Studienbuch) داشتند که در آن دروسی که در حوزه یادگیری خود برگزیده بودند را ثبت می‌کرند و بر اساس آن هزینه ثابت به ازای هر درس می‌پرداختند. برای کارکنان تمام‌وقت – همانند اساتید دانشگاه – این شهریه درآمدی اضافه‌ای بر حقوق بود اما برای Privatdozent، این شهره تنها منبع درآمد محسوب می‌شد.

به صورتی کامل متفاوت، با استخدام به عنوان «استادیار» آغاز می‌شود. این تفاوت در عمل به این معناست که شغل دانشگاهی در آلمان بر بنیانی زرسالارانه[1] بنا شده‌است، چراکه پیگیری شغلی دانشگاهی برای عالمی جوان که فاقد منابع مالی شخصی است عملی است بسی پرخطر. او باید لااقل برای چندین سال دوام آورد بدون آنکه بداند آیا جایگاهی برای امرار معاش خود خواهد یافت یا خیر. سازوکار ایالات متحده اما از جنس بروکراتیک است. عالم جوان از همان ابتدای حقوقی – هر چند اندک– دریافت می‌کند. حقوق او به زحمت به حد حقوق کارگری می‌رسد که سرتر از کارگری فاقد مهارت قلمداد می‌شود. اما، حقوق ثابت به این معناست که او حرفه‌اش را با جایگاهی به ظاهر تثبیت شده آغاز می‌کند. اما، بر اساس قانون، همانند استادیاران دیار ما، او نیز در خطر اخراج قرار دارد و اغلب باید زیر دست اربابانی کارکند که از اخراج او، در صورت برآوردنکردن امیال آنان، ابایی ندارند.

حالا آشکارا است که تحولات اخیر در بخش‌های اعظمی از سامانه دانشگاهی آلمان همسوی آمریکا پیش می‌رود. مؤسسه‌های اصلی علم و پزشکی بنگاه‌هایی «دولتی–سرمایه‌داری» هستند. این بنگاه‌ها را نمی‌توان بدون سرمایه‌گذاری در مقیاسی وسیع مدیریت کرد. از این رو، ما در این بنگاه‌ها وضعیت مشخصه فعالیت‌های سرمایه‌داری را می‌یابیم، یعنی «جدایی کارگران از ابزار تولید.» کارگر، در اینجا یعنی استادیار، متکی به منابعی است که دولت فراهم می‌آورد. او متکی به مدیر مؤسسه است، همانند کارگری کارخانه که به رئیس خود وابسته است – چراکه مدیر مؤسسه اعتقاد راستین دارد که این مؤسسه از آنِ اوست و اوست که باید آن را مدیریت کند. از این رو، وضعیت استادیار [در آلمان] همانند هر موجود «شبه‌پرولتاریایی» دیگر، و همانند استادیار در معنای آمریکایی آن، متزلزل است.

حیات دانشگاهی آلمان، همانند اوضاع عمومی کشور، از جنبه‌های بسیار مهم در حال آمریکایی‌شدن است. یقین‌دارم که این دگرگونی‌ها به رشته‌های چون حوزه تخصصی من نیز نفوذ خواهد کرد، حوزه‌ای که در آن عالم هنوز هم، همانند استادکاران قدیم که صاحب ابزار حرفه خود بودند، منابع خود را (که عملاً کتابخانه است) را در اختیار دارد. از این دگرگونی گریزی نیست.

در مزایای فنی این دگرگونی، همانند جمله فعالیت‌های سرمایه‌داری و بروکراتیک، شکی نیست. اما «روحی» که در کالبد آن است با فضای سنتی دانشگاه‌های آلمان متفاوت است. هم از درون و هم از بیرون، دره‌ای عمیق سرپرست این قسم دانشگاه عظیم سرمایه‌داری را از پروفسور تمام‌وقت سابق جدا می‌کند. این تفاوت دیدگاه‌های ذهنی آنان را نیز شامل می‌شود، گرچه اینجا امکان پرداختن به این جنبه را ندارم. هم سرشت و هم ظاهر ساختار قدیمی دانشگاه دیگر داستانی بیش نیست. آنچه باقی‌مانده و از اساس پررنگ‌تر هم شده است، یک ویژگی عجیب حرفه دانشگاهی است: این واقعیت که برای یک مدرس، چه رسد به یک استادیار، موفقیت در دستیابی به جایگاه استادتمام یا حتی ریاست یک مؤسسه صرفاً حاصل بخت و اقبال است. بخت تنها عامل کلیدی نیست اما اثرش بسیار خطیر است. معدود مشاغل دیگر را می‌شناسم که بخت و اقبال در آن نقشی این‌چنین اساسی را ایفا کنند. من از چنین ادعایی باکی ندارم چراکه شخصاً دست‌یابی خود به جایگاه استادتمام در جوانی[2] را –و در حوزه‌ای که هم‌دوره‌های من بی‌شک دستآوردهای بیش من داشتند– مدیون عوامل صرفاً تصادفی می‌دانم.

وقتی دانشجویان جوان توصیه مرا در باب دستیابی به کرسی استادی می‌جویند، به ندرت این وظیفه را به جا می‌آورم. البته اگر دانشجو یهودی باشد، تنها می‌توان گفت: همه امیدها را واگذار![3] اما از دیگران نیز انتظار می‌رود تا به وجدان خود رجوع کنند: آیا باور داری که ناظر ترفیع فردی میان‌مایه از پس فرد میان‌مایه دیگر در طی سالیان باشی بدون آنکه تلخ‌کام شوی و به خود بپیچی؟ نیازی به گفتن نیست که همواره پاسخی یکسان را می‌شنوی: البته، تنها هدف من از زندگی این «حرفه» است – اما لااقل من دریافته‌ام که تنها تعداد انگشت‌شماری از افراد بدون آسیب شخصیتی این فرآیند را تاب می‌آورند.

این هم از شرایط محیطی یک شغل دانشگاهی.

اما تصور می‌کنم به بحث درباب موضوعی دیگر تمایل بیشتری داشته باشیم، یعنی جنبه درونی حرفه علمی. در حال حاضر، جنبه درونی علم‌ورزی، در مقابل تشکیلات بیرونی علم به عنوان یک حرفه، در وهله نخست به واسطه این واقعیت که علم به مرحله بی‌سابقه‌ای از تخصص‌گرایی رسیده و به همین روال نیز پیش خواهد رفت، سر و شکل می‌گیرد. نه تنها از منظر بیرونی، بلکه به ویژه از درون، باور بر این است

1. Plutocratic

۲. وبر در ۱۸۹۵ میلادی، زمانی که تنها سی و یک ساله بود، در دانشگاه فرایبورگ به سمت استادتمامی رشته‌ای که در آن دوران اقتصاد سیاسی (شاخه‌ای از علوم اجتماعی که بر دولت و منابع آن متمرکز بود) خوانده می‌شد منصوب شد.

۳. Lasciate ogni speranza: از دوزخ اثر دانته، کانتو ۳، خط نهم. این خط بالا دروازه دوزخ حک شده‌است.

که تنها به واسطه تخصص‌گرایی جدی، فرد لذت دستاوردی کامل در سپهر یادگیری را تجربه می‌کند. به عنوان مثال، هر پژوهشی که به حوزه‌ای مجاور کشیده شود، همان قسم پژوهشی که ما و جامعه‌شناسان گه‌گاه پیش می‌گیریم، ضرورتاً باید نتیجه‌ای به بار دهد و باید راضی باشیم که بهترین نتیجه، طرح پرسش‌هایی سودمند برای متخصص آن حوزه است که شاید نتواند از منظر خود در آن حوزه پژوهشی به چنین پرسشی برسد. پژوهش ما اما ناگزیر عمیقاً ناکامل خواهد بود. تنها تخصص‌گرایی جدی است که به علم‌ورز این احساس را منتقل می‌کند توانسته تنها برای یک بار در عمر خود دستاوردی ماندگار داشته‌باشد..

در این روزها، دستاوردی مشخص و ارزشمند همواره حاصل تخصص‌گرایی است. هر کس که نمی‌تواند چشم‌بند بر چشم گذارد و خود را قانع‌کند که عاقبت روحش به درستی گمانه‌ای که در این بخش از مقاله به کار می‌برد گره‌خورده، باید تا جای ممکن از علم دور بماند. چنین شخصی هرگز دربرابر آنچه «تجربه» علم می‌خوانیم تسلیم نخواهد شد. در نبود چنین مدهوشی غریبی، که افراد خارج از گود [علم] به آن لبخندی از سر تأسف می‌زنند، بدون این شور، این باور که «هزاره‌ها پیش از تولد تو گذشته و بسیار هزاره‌های دیگری نیز باید در انتظار بمانند» تا صحت گمانه تو مشخص شود – بدون این ویژگی، توانایی حرفه علم را ندارید و باید فکر خود را به کاری دیگر مشغول کنید. چراکه هیچ چیز برای انسان به عنوان یک انسان ارزشی ندارد مگر آنکه بتواند با شور به آن بپردازد.

با این وجود، واقعیت این است که هر چه هم چنین شوری ناب و ژرف باشد، ضمانتی برای موفقیت نیست. البته که شور پیش‌شرط عاملی اساسی، یعنی همان «الهام»، است. این باور میان جوانان این دوره رایج است که علم صرفاً محاسباتی ساده است، چیزی که در آزمایشگاه‌ها یا به مدد فیش‌های آماری، همانند «یک کارخانه»، تولید می‌شود و تنها محتاج خرد صرف است و نه سراسر «وجود». البته در این میان باید متذکر شد که این افراد تنها اندکی از آنچه در واقع در یک کارخانه یا آزمایشگاه رخ می‌دهد باخبر هستند. در هر دوی این مکان‌ها، چیزی، و چیزی درست، باید ضروتاً رخ دهد تا افراد به ثمره‌ای ارزشمند دست‌یابند.

اما الهام را نمی‌شود دستوری تولید کرد. و میانه‌ای هم با محاسبات صرف ندارد. بی‌شک، محاسبات نیز پیش‌شرطی گریزناپذیر است. برای مثال هیچ جامعه‌شناسی، حتی اگر سن و سالی از او گذشته باشد، خود را آنقدرها بزرگ نمی‌پندارد که ماه‌های بسیار را به ده‌ها هزار جمع پیش‌پاافتاده ذهنی نگذراند. نمی‌شود تمامی بار کار را بدون دردسر به دوش ابزارهای مکانیکی انداخت اگر رویای دستآوردی را در سر دارید، و اغلب آن دست‌آورد نیز بسیار خُرد هست. اما اگر هدف محاسبات بر تو مشخص نباشد، و اگر در طی این محاسبات هیچ چیزی در باب پیامدهای تک‌تک پرسش‌هایی که این محاسبات پیش می‌آورند به ذهنت «خطور» نکند، حتی آن دستاورد خُرد نیز دور از دسترس خواهد ماند. اغلب الهام تنها بر بنیان پشتکار اساسی رشد می‌کند. البته همیشه چنین نیست. الهام یک آماتور می‌تواند به اندازه یک متخصص یا حتی بیش از او از نظر علمی پربار باشد. بسیاری از بهترین روش‌های حل مسأله و بینش‌های خود را مدیون آماتورها هستیم. تنها تفاوت میان یک آماتور و یک متخصص، همانگونه که هلمهولتز در باب رابرت مایر مشاهده کرد[1]، این است آماتور فاقد روشی ساخته و پرداخته برای پژوهش است. او غالباً در جایگاهی نیست که به قضاوت یا ارزیابی مکاشفات خود و یا پیامدهای آن را دنبال کند. الهام نیاز به فعالیت [علمی] را از میان نمی‌برد. این فعالیت نیز در جایگاه خود نمی‌تواند جانشین الهام شود و یا، همانند شور، الهام را نمی‌توان به اجبار پدید آورد. فعالیت و شور، به ویژه در کنار هم، می‌توانند ایده‌ای را پدید آورند. ایده‌های بر اساس زمانبندی خودشان پدیدار می‌شوند، نه آنگاه که ما محتاج آنان هستیم. در واقع، بهترین ایده‌ها، طبق نظر ایهقینگ[2]، هنگام لذت‌بردن از یک سیگار رو صندلی راحتی و یا هنگام بالارفتن از جاده‌ای با شیب ملایم، همانند حکایت هلمهولتز از چگونگی غور خودش در باب دقت علمی، یا شرایطی دیگر به ذهن ما خطور می‌کند. به هر کیفیت، ایده‌های در اوقاتی که انتظارش نمی‌رود ظهور می‌کنند، نه وقتی که پشت میز با مغز خود کلنجار می‌روید. اما بر همین اساس، این ایده تنها به سبب ساعت‌هایی که پشت میز به تفکر گذراندیم و یا با شور به غور و غوص در باب مسائل پیش رو پرداختیم ظهور می‌کنند.

به هر کیفیت، علم‌ورز باید در برابر عنصر بخت، که در هر قسم پژوهش علمی پدیدار می‌شود، سر فرود آورد. پذیرفتن این حقیقت در این پرسش خلاصه می‌شود که آیا الهام نازل می‌شود یا نه؟ می‌توان کارگری زبردست بود و اما

۱. Robert Mayer (۱۸۱۴–۷۸)؛ پزشکی آلمانی که دریافت که تفاوت رنگ خون سیاهرگی و سرخرگی در مناطق استوایی کم‌تر از تفاوت آن در مناطق معتدل است. او چنین استنباط کرد که در دمای بالا در قیاس با طول‌های جغرافیی کم‌دماتر، تبدیل میزان قابل‌توجه غذا [به انرژی] برای ثابت نگاه‌داشتن دمای بدن دیگر ضرورتی ندارد. بر اساس این مشاهده، او نظریه‌ای اثرگذار در باب تساوی دما و کار فیزیکی را صورت‌بندی کرد.

۲. Rudolph von Ihering (۱۸۱۸–۱۸۹۲)؛ حقوقدان و استاد دانشگاه گوتینگن از ۱۸۷۲ میلادی.

هرگز ایده‌ای ارزشمند نپرورانید. اما اشتباه بزرگی است که تصورکنیم چنین مسأله‌ای تنها محدود به علم و دفتر کار است و به عنوان مثال شرایط در آزمایشگاه چنین نیست. تاجر یا صنعت‌گری بزرگ بدون «قوه تخیل تجاری»، یعنی بدون الهام یا ایده‌های بدیع، باید کارمند یا مأموری فنی می‌بود. نوآوری‌های سازماندهی هرگز به ذهنش خطور نخواهد کرد. برخلاف پیش‌فرض دانشگاهی، چنین نیست که نقش الهام در علم، در مقایسه با نقش آن در حل مشکلات عملی به دست کارآفرین امروزی، پررنگ‌تر باشد. از جنبه دیگر، مردم اغلب درنمی‌یابند که الهام در علم در قیاس با هنر نقش کم‌رنگ‌تری ندارد. کودکانه‌است که تصورکنیم یک ریاضیدان تنها با نشست پشت میز و مسلح به خط‌کش یا دیگر ابزارهای مکانیکی یا ماشین حساب می‌تواند به کشفیات ارزشمند علمی دست یابد. البته که قوه تخیل ریاضی وایراستراس[1] هم از نظر معنایی و هم پیامدهایش به شکلی متفاوت از قوه تخیل یک هنرمند سامان‌یافته است و از نظر کیفی با آن تفاوت اساسی دارد اما ناشی از فرآیند روانی مشابهی است. هر دو مورد ناشی از شور (مترادف «مانیا» در معنای افلاطونی‌اش) و «الهام» هستند .

حال اگر الهام علمی بر شخصی نازل شود خود بسته به مقدراتی است که بر ما پوشیده هستند و هم «استعداد». قابل توجه است که این واقعیت غیر قابل انکار به باوری منجر شده که طبق انتظار در به ویژه در میان جوانان رایج است. امروزه این باور خود را به خدمت شماری از بُتانی درآورده که معابدشان در هر کنجی و لابلای صفحات هر مجله‌ای یافت می‌شوند. این بُتان «شخصیت[2]» و «تجربه[3]» هستند که با یکدیگر رابطه‌ای نزدیک دارند. این باور که تجربه سرشت شخصیت را شکل می‌دهد و جزء جدایی‌ناپذیر آن است باوری است رایج. مردمان خود را رنج می‌دهند تا چیزها را «تجربه» کنند چرا که این بخشی اساسی از مسلک یک «شخصیت» است، و اگر در این راه موفق نشوند باید لااقل باید تظاهر به داشتن این موهبت کنند. پیش‌تر، «تجربه» در آلمان تحت عنوان «احساسات[4]» شناخته می‌شد. تصور می‌کنم که احساسات توصیف دقیق‌تری از چیستی و معنای «شخصیت» به دست می‌دهد.

خانم‌ها و آقایان، در حوزه علم، تنها آنکس «شخصیت» دارد که سراسر خود را وقف موضوع مورد مطالعه خود کند. این نکته به علم محدود نمی‌شود. هنرمند شهیری را نمی‌شناسیم که خود را سراسر وقف هنر خویش و تنها این هنر نکرده‌باشد. حتی شخصیتی شخیص چون گوته، که تلاش کرد تا «زندگی» خود را به اثری هنری بدل کند، نیز از پرداخت چنین هزینه‌ای در رابطه با هنر خود معاف نبود. اگر حتی در هدف او تشکیک کنید، باید گوته بود تا بتوان امکان رسیدن به چنین هدفی را داشت. افزون بر این، مسلماً شکی نیست که حتی شخصی چون او، که تنها به مرتبه در هزاره ظهور می‌کند، نمی‌توانست بدون دردسر از پس چنین کاری برآید. در حوزه سیاست اوضاع متفاوت است اما امروز جای بحث در آن باب نیست. البته حتی در حوزه علم، می‌توان به صراحت گفت که اگر کسی به عنوان استاد حوزه مورد مطالعه خود ظاهر شود و سعی‌کند تا با اتکا به «تجربه شخصی» رخت مشروعیت به تن کند، چنین رویکردی برای بدل‌کردن او به یک شخصیت کفایت نمی‌کند. به علاوه نشانه یک شخصیت این نیست که بپرسد چگونه می‌توانم نشان‌دهم که فراتر از یک «متخصص» ساده هستم؟» «چگونه می‌توانم اثبات‌کنم که کسی تاکنون، از منظر سرشت یا صورت، بیاناتی را مشابه آنچه من به زبان می‌آورم اظهار نکرده‌است؟» این پدیده این روزها رواج بسیار یافته و همواره کوته‌بینانه به نظر می‌رسد. چنین پرسش‌هایی همواره پرسش‌گر را حقیر می‌نمایند، به جای آنکه رخصت دهد تا با اتکا به تعهد درونی به پژوهش خود و دیگر هیچ در حوزه‌ای که دعوی آن را دارد به کرامت و والامقامی دست‌یابد. از این منظر، وضعیت هنرمند چندان متفاوت نیست.

این پیش‌شرط‌ها عوامل مشترک بین شغل ما و حوزه هنر است. اما اکنون به تقدیری برمی‌خوریم که مغاکی عریض میان تلاش‌های علمی و هنری را هویدا می‌کنید. اثر علمی در راستای پیشرفت[5] به کار بسته می‌شود. در سپهر هنر اما پیشرفت در چنین معنایی وجود ندارد. اثری هنری که در دوران فن‌آوری جدیدی مانند قوانین پرسپکتیو پدید آمده باشد– صرفاً از منظر هنری– نسبت به اثری که در بی‌خبری از چنین فنون و قوانینی پدید آمده باشد پسندیده‌تر نیست. لااقل چنین اثری تا زمانی که قالب و مواد سازنده خود را با درستی منعکس‌کند به خودی خود پست نیست؛ به عبارتی دیگر، تا زمانی که اوبژه خود را به گونه‌ای برگزیده و تصویرکند که حتی در نبود آن قوانین و فنون نیز پسندیده بیاید. هرگز نمی‌توان از اثری هنری که به «کمال» رسیده پیشی گرفت؛ چنین اثری هرگز کهنه نمی‌شود. فرد می‌تواند شخصاً اهمیت چنین اثری را به اشکال مختلف تعبیر کند اما کسی نمی‌تواند ادعا کند که اثری که حقیقتاً در معنای هنری به «کمال» رسیده با اثری دیگری که آن نیز به «کمال» رسیده «جایگزین» شده است.

۱. Karl Weierstrass (۱۸۱۵–۱۸۹۷)؛ یکی از بنیانگذاران آنالیز تابعی مدرن.
2. Persönlichkeit
3. Erleben
4. Sensation
5. Fortschritt

در حوزه علم اما همه می‌دانیم که دست‌آوردهای ما در ده، بیست، یا پنجاه ساله از سکه خواهد افتاد. این سرنوشت و در واقع معنای حقیقی کار علمی است. برخلاف اجزای دیگر فرهنگ، علم در چارچوب و در راستای این معنا به صورتی ویژه‌ای عمل می‌کند. «تکمیل» در علم به «پرسش‌هایی» جدید می‌انجامد و دیگران را می‌طلبد تا از آن پیشی گرفته و آن را از رونق بیندازند. هرآنکس که سودای خدمت به علم را در سر می‌پروراند باید این قاعده را بپذیرید. بی‌شک محصولات علم می‌توانند در درازمدت، به عنوان «ابژه‌های مسبب خوشی» به علت کیفیت هنری یا ابزارهای آموزش کار علمی به دیگران، اهمیت خود را حفظ کنند. اما باید تکرار کرد: پیشی‌گرفتن علمی دیگران از ما نه تنها سرنوشت بلکه هدف ما نیز هست. نمی‌توانیم به کار خود ادامه دهیم مگر به این امید که دیگران بیش از ما پیش خواهند رفت. اساساً چنین پیشرفتی بی‌نهایت است.

با این وصف به مسأله معنای علم می‌رسیم. چراکه به هیچ وجه عیان نیست که آنچه در چارچوب این قانون عمل کند خود بتواند معنادار و عقلانی باشد. هدف از اشتغال به چیزی که در واقعیت نه به سرانجام می‌رسد و نه می‌تواند به سرانجام برسد چیست؟ خوب، از یک منظر شاید تنها با هدفی صرفاً کاربردی، یا در معنای وسیع‌تری اهدافی فنی، به چنین حوزه‌ای بپردازیم؛ یعنی به این منظور که فعالیت‌های علمی خود را با انتظارهایی که تجربه علمی به دست می‌دهند هم‌سو کنیم. این جنبه قابل قبول است. اما این تنها برای فردی عمل‌گرا معنادار است. اما نگرش درونی خود علم‌ورز به شغلش چیست؟ البته اگر به خود زحمت جستجوی آن را بدهد. او اصرار دارد که علم را باید «محض رضای علم» پی‌گرفت، نه تنها از این رو که دیگران بتوانند با اتکا به آن به موفقیت‌های تجاری یا فنی دست‌یابند، برای خود غذا یا پوشاک مهیا کنند، روشنایی برای خود فراهم آورند، یا بر خود حکومت کنند.امید به چه دستآوردهای معنادارای را از فعالیت‌هایی که همیشه محکوم به فراموشی‌هستند می‌توان داشت؟ چگونی می‌توان آمادگی او را برای خدمت به این دم و دستگاه تخصصی و بی‌انتها توجیه کرد؟ این پرسش غور و غوصی کلی می‌طلبد.

پیشرفت علمی تنها جزئی، در واقع مهم‌ترین جزء، فرآیند عقلانی‌سازی[1] است که هزاران سال بر ما مستولی بوده و این روزها معمولاً واکنشی عمیقاً منفی به دنبال دارد.

نخست باید توضیح دهیم که در عمل این فرآیند ذهنی عقلانی‌سازی از طریق علم و فن‌آوری مبتنی بر علم به چه معناست. برای مثال، آیا فرآیند عقلانی‌سازی به این معناست که حاضرین در این تالار سخنرانی نسبت به فردی هندی یا هوتِنتویی[2] آگاهی ژرف‌تری از شرایطی که زندگی ما را شکل می‌دهند دارند؟ بعید به نظر می‌رسد. آنانی که از میان ما با قطار شهری جابجا می‌شوند کم‌ترین اطلاعی از چگونگی حرکت قطار شهری ندارند مگر آنکه بر حسب اتفاق فیزیکدان باشند. نیازی هم به این اطلاعات نداریم. اینکه بدانیم که می‌شود به رفتار قطار شهری «متکی بود» کفایت می‌کند. چنین می‌توان رفتار خود را با آن تطبیق دهیم. اما نمی‌دانیم چگونه قطار شهری بسازیم که قادر به حرکت باشد. انسان‌های بدوی در مقام قیاس دانش ژرف‌تری در باب ابزارهای خود دارند. شرط می‌بندم وقتی دست به جیب می‌شویم تک‌تک ما در این تالار، منجمله اقتصاددانان سیاسی، هر یک پاسخ‌های متفاوت به این پرسش داشته باشند که چرای در ازای مقداری معینی پول می‌توانیم گاه بسیار بخریم و گاه اندک. انسان بدوی می‌داند چگونه قوت روزانه را به دست آورد و چه نهادهایی به او چنین امکانی می‌دهند.

بنابراین فرآیند رو به رشد عقلانی‌سازی و خردمندانه‌سازی به معنای ژرفای فهم ما از شرایط شکل‌دهنده زندگی ما نیست. این آفرینند پیامد بسیار متفاوتی دارد: این دانش یا باور که در هر زمانی نیت فهم این شرایط را داشته باشیم می‌توانیم آنان را دریابیم. بر این اساس نیروهایی اسرارآمیز و غیر قابل پیش‌بینی بر ما حاکم نیستند، بلکه به عکس این ما هستیم که می‌توانیم اساساً هر چیز را با محاسبه تحت حاکمیت درآوریم. این پیامد به معنای سحرزدایی از جهان است[3]. برخلاف انسان بدوی که از نظرش این نیروهای اسرارآمیز حقیقی می‌نمایند، ما دیگر نیازی به اتکا به جادو یا دعا برای کنترل ارواح نداریم. در عوض، فن‌آوری و محاسبه اهداف ما را برآورده می‌کنند. این معنای اصلی فرآیند عقلانی‌سازی است.

فرآیند سحرزدایی که هزاران سال است در فرهنگ غرب جریان دارد و به طور کلی «پیشرفت»، که علم هم جزء جدایی‌ناپذیر آن و هم نیروی محرکش است، را در نظر بگیرید. آیا می‌شود چنین گفت که پیشرفت معنایی فراتر از پیامدهای عملی و فنی خود دارد؟ این پرسش در سطح بنیادین در آثار لئو تولستوی مطرح شده‌است. او در مسیری غریب با این مسأله

1. Intellektualisierungsprozesses

۲. Hottentot؛ لفظی که پیش‌تر به کوچ نشینان جنوب غربی آفریقا اطلاق می‌شود. با توجه به تاریخچه این واژه، به ویژه برداشت نژادپرستانه از این واژه، امروزه لفظ خوئه‌خوئه (Khoekhoe) برای توصیف این گروه به کار می‌رود. -م.

3. Die Entzauberung der Welt

مواجه شد. آنچه بیش از پیش در بابش غور می‌کرد این بود که آیا مرگ معنا دارد یا خیر. پاسخ تولستوی این بود که مرگ برای انسان متمدن معنایی ندارد. استدلالش این بود که چون حیات متمدن یک فرد با «پیشرفت» و بی‌نهایت انباشته شده، نمی‌توان پایانی ذاتاً معنادار برایش متصور بود. چراکه فرد گرفتار در زنجیر پیشرفت همواره پلکانی دیگر پیش روی خود می بیند؛ هیچ شخصی رو به موتی به قله نزدیک نیست، چراکه پیش رویش مسیری بی‌پایان قرار دارد. ابراهیم یا هر رعیت دیگر در گذشته‌های دور «سالخورده و سیر از ایام»[1] از دنیا می‌رفت چراکه جزئی از چرخه طبیعی زندگی بود، چراکه در غروب زندگانی حیاتش هر آنچه در چنته داشت را پیشکش او کرده و معمایی حل‌نشده‌ای برایش باقی نمانده بود. از این رو او می‌توانست به میزان «کافی» زندگی کند. اما انسانی متمدن، که در جوف فرآیند پایان‌ناپذیری غنی‌شدن تمدن از ایده‌ها، دانش، و مسائل گیر افتاده است، می‌تواند «خسته از حیات» شود اما از آن سیراب نمی‌شود. چراکه او تنها می‌تواند بر ذره‌ای از ایده‌های جدید که حیات ذهن بی‌وقفه تولید می‌کند دست اندازد و آنچه در کف خواهد داشت همواره تنها مشروط است و هرگز مسلم نیست. به همین علت برای او مرگ واقعه‌ای بی‌معناست. و از آنجا که مرگ بی‌معناست، زندگی متمدنانه نیزی بی‌معناست چراکه در پرتوی «پیشرفت یابندگی[2]» نابخردانه آن، مرگ به بی‌معنایی محکوم است. این ایده در رمان‌های آخر تولستوی به وفور یافت می‌شود[3] و جوهر هنر است.

چگونه می‌توان به این دیدگاه پاسخ داد؟ آیا «پیشرفت» فی‌نفسه معنای مشخصی فرای جنبه فنی دارد تا آن را به حرفه‌ای معنادار بدل کند؟ از این پرسش گریزی نیست. اما این مسأله تنها پرسشی در باب حرفه با هدف علم، به عبارت دیگر مسأله معنای علم به مثابه شغلی برای فردی که این شغل را برگزیده، نیست؛ در عوض، این پرسش به سوالی در باب چیستی حرفه علم در بستر تمامیت حیات انسان بدل می‌شود. و ارزش این فعالیت چیست؟

مغاک ژرفی میان گذشته و حال است. توصیف حیرت‌انگیز آغاز کتاب هفتم جمهوری افلاطون را به یاد آورید. او غارنشین‌هایی در زنجیر را توصیف می‌کند که چشمانشان به دیواره سنگی برابرشان دوخته شده است. در پشت سرشان سرچشمه نوری پنهان از دیدگانشان قرار دارد؛ آنان تنها سایه‌هایی را که این سرچشمه نور بر دیواره غار پدید می‌آورد می‌بینند و در تلاش‌اند تا رابطه میان این سایه‌ها و آن منشأ را دریابند. بالاخره یکی از آنان خود را از غل و زنجیر رها می‌کند، به پشت سرش می‌نگرد و نظرش بر خورشید می‌افتد. او که با این نور موقتاً کور شده، تلوتلوخوران به اطراف می‌رود و در باب آنچه دیده تته‌پته‌کنان سخن می‌گوید. دیگران او را دیوانه می‌خوانند. اما به تدریج چشمانش به نور عادت می‌کند و از آن پس وظیفه‌اش رساندن خود به غارنشینان و هدایت آنان به سوی روشنایی روز است. او فیلسوف است و نور حقیقت علم است که به تنهایی توهمات و سایه‌ها را از میان نمی‌برد و تنها در پی باشندگان راستین است.

حقیقتاً چه کسی امروزه با چنین رویکردی به علم می‌نگرد؟این روزها، به ویژه در میان جوانان، اگرهم نگرشی به علم باشد در تقابل با دیدگاه افلاطون است. ایده‌های علمی اشکالی انتزائی و مصنوعی از دنیایی دیگر می‌نمایند که با دستان رنجور خود آهنگ در شیشه‌کردن خون زندگی و استخراج مایه حیات را دارند و هرگز هم در این مسیر موفق نیستند. اما در زندگی، آنچه افلاطون تئاتر سایه بر روی دیوارهای غار می‌خواند، ما نبض حیات راستین را حس می‌کنیم؛ در علم ما مشتقات داریم، فانوس‌هایی شیطانی و دیگر هیچ. چگونگی نگرش ما به علم چنین دگرگون شد؟ اشتیاق پرشور افلاطون را می‌توان چنین توجیه کرد که برای نخستین بار معنای مفهوم[4] به صورت آگاهانه کشف شده بود، یکی از بزرگترین ابزارهای سراسر دانش علمی. سقراط پیامدهای این کشف را دریافت. از این منظر او تنها نبود. می‌توان رویکردهایی مشابه منطقی که ارسطو درپی‌افکنده بود را در هندا یافت. اما در هیچ جای دیگر اهمیت این کشف با این حد از آگاهی نمود نیافت. نخستین بار در یونان ابزاری پدید آمد که می‌شد با آن فردی را در خمره‌ای منطقی گیر انداخت تا اقرار کند یا چیزی نمی‌داند و یا آنکه آن منطق و تنها آن منطق صحت دارد، حقیقت جاویدی که برخلاف افعال مردان نابینا در غار هرگز کم‌رنگ نمی‌شد. این بصیرتِ ژرف شاگردان سقراط بود. به نظر می‌رسید پیامد این بصیرت این است که اگر معنای صحیح زیبایی، نیکی، یا مثلاً بی‌باکی یا هرچیزی دیگر را بیابیم، آنگه سرشت حقیقی آن را دریافته‌ایم. و چنین می‌نمود که این بصیرت کلید دانستن و آموزش رفتار درست به دیگران، به ویژه به عنوان شهروند، باشد. چراکه این برای یونانی که سر تا پا سیاسی بود مسأله‌ای حیاتی بود. این وضع توضیح می‌دهد که چرای علم [برای آنان] فعالیتی ارزشمند

۱. اشاره به آیه ۸ از فصل ۲۵ کتاب پیدایش: «پس آنگاه ابراهیم از دنیا رفت، نیک فرجام و سالخورده و سیر از ایام، بمرد و به خویشانش پیوست» (عهد عتیق، ترجمه پیروز سیار، تهران، نشر نی؛ هرمس، ۱۳۹۸)

2. Progressivity

۳. وبر آثاری چون مرگ ایوان ایلیچ (۱۸۸۶ م) و رستاخیز (۱۸۹۹ م.) را در نظر داشت.

4. Der Begriff (concept)

بود.

امـا امـروزه چه؟ سـوای کـودکان پرسـن وسـالی که همچنـان در حـوزه علـوم طبیعـی یافت می‌شـوند، ایـن روزها به مخیله کسـی خطـور می‌کنـد کـه دانـش ستاره‌شناسـی یـا زیست‌شناسـی یـا فیزیـک یـا شـیمی به مـا چیزکـی در باب معنـای جهـان بیاموزد؟ چگونـه می‌تـوان چنیـن معنایـی را یافت، بـا این فرض کـه چنین معنایـی اساساً وجـود داشـته باشـد؟ محتمل‌تـر اسـت کـه علـوم طبیعـی بـاور بـه وجـود «معنایـی» در رابطـه بـا دنیـا را از ریشـه بخشـکاند! بـه ویـژه، علـم بـه مثابـه راهی به سـوی پـرودگار چه معنایـی دارد؟ علمـی کـه مخصوصاً از پـروردگار بیگانـه اسـت؟ شـکی نیسـت کـه امـروزه علـم بـا پـروردگار غربیه شـده اسـت- چـه بـه ایـن حقیقت اعتراف شـود چـه خیـر. رهایـی از خردگرایی و عقل‌بـاوری علـم پیش‌فـرض بنیادیـن حیـات در یگانگـی بـا پروردگار اسـت.

ریاضیات: عمارتی برای سکونت

خسرو منصف شکری
استادیار دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
k_shokri@sbu.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

در آن آغاز آدمیان چشم داشتند و نمی‌دیدند
و گوش داشتند و نمی‌شنیدند...
نه دانشی در کارشان و نه بینایی در رفتارشان.
تا آن زمان که من در رسیدم و چشم ایشان گشودم
به تماشای اختران، آنگاه که بر می‌آیند و آنگه که فرو می‌روند.
پس علم اعداد به ایشان آموختم که سالار دانش‌هاست.
آیسخولوس، پرومته در بند

و گفتند: « بیایید شهری برای خود بنا کنیم و برجی بسازیم که سر به آسمان بساید، تا نامی برای خویشتن پیدا کنیم، مبادا بر روی تمام زمین پراکنده شویم.» و یهوه نزول نمود تا نظاره کند شهر و برجی را که بنی‌آدم بنا می‌کردند. یهوه گفت:« همانا قوم یکی است و جمیع ایشان را یک زبان و این کار را شروع کرده‌اند و اکنون هیچ کاری که قصد آن بکنند از ایشان ممتنع نخواهد شد. اکنون نازل شویم و زبان ایشان را در آنجا مشوش سازیم تا سخن یکدیگر را نفهمند.» پس یهوه ایشان را از آنجا بر روی تمام زمین پراکنده ساخت و از بنای شهر باز ماندند. از آن سبب آن را بابل نامیدند زیرا که در آنجا یهوه لغت تمامی اهل جهان را مشوش ساخت.
عهد قدیم، سفر پیدایش

با کوله‌پشتی فلسفی پُر، تنها به آهستگی می‌توانم کوه ریاضیات را بالا بروم.
ویتگنشتاین

مقدمه و طرح مسأله

موقعیت ریاضیات در جهان امروز پارادوکسیکال است. از یک سو در عصر اطلاعات و هوش مصنوعی و ارزهای دیجیتالی، ریاضیات بیش از هر زمانی در تار و پود زندگی ما تنیده شده و از سوی دیگر اقبال به ریاضیات روز به روز کمتر می‌شود. البته این از ماهیت دووجهی ریاضیات ناشی می‌شود. فیثاغورثیان برای تمایزگذاری، ریاضیاتی که به کار شمارش و تجارت می‌آمد را لجستیک[1] و ریاضیاتی که به دنبال قوانین حاکم بر آن بود را اریثمتیکا[2] نام گذاشتند. اولی بر ماهیت محاسباتی ریاضی تأکید دارد و دومی بر ماهیت وجودی ریاضی. جالب است که اتفاقی مشابه در حوزه زبان نیز رخ داده است. از یک سو با ورود شبکه‌های مجازی و شیوه‌های ارتباط نوین، کاربرد زبان به طور فزاینده‌ای بیشتر شده است اما از سوی دیگر سواد ادبی روز به روز کمتر می‌شود. در واقع می‌توان تقسیم‌بندی مشابهی در زبان نیز تشخیص داد: ما امروزه، زبان را عموما در وجه «ارتباطی» آن تجربه می‌کنیم که به سیاق فیثاغورثیان می‌توانیم آن را لجستیک زبان بنامیم، اما کمتر وجه «شاعرانه» زبان را بکار می‌گیریم، و این یعنی کمتر به حیرت واژه می‌اندیشیم. پس می‌توان نتیجه گرفت که بخش ارتباطی–محاسباتی (لجستیکی) زبان و ریاضی است که امروزه بر بخش شاعرانه–اریثماتیکایی آن غلبه پیدا کرده است و این

1. Logistic
2. Arithmetic

غلبه چنان است که به خطا ممکن است گمان کنیم، اساسا کارکرد مغز را می‌توان به همان بخش ارتباطی-محاسباتی تقلیل داد. در این جستار می‌کوشم نشان دهم چرا این نگرش ساده‌انگارانه و از اساس خطاست. بحران مشابهی که زبان و ریاضیات تجربه می‌کنند، صرفا یک تصادف همزمانی نیست، نشان خواهم داد زبان و ریاضیات ماهیت مشترکی دارند و برای عبور از این بحران ما باید دوباره درباره این ماهیت مشترک بیندیشیم.

ریاضیات و زبان

ریاضیات در کنار زبان، دو ساختاری است که در نخستین سالهای رشد، پیش از همه معرفت‌ها، در انسان بالفعل می‌شود. این دو ساختار چنان عمیق و بنیادی‌اند که حتی وجدان و اخلاق هم در مرحله‌ای نازلتر قرار دارد، همانطور که فرضا کودک می‌تواند با وجدانی آسوده شرارت‌هایی در حق حیوانات بی‌آزار روا دارد، اما نمی‌تواند زبان و شمارش را نیاموخته باشد. باتروورث[1] پدر علم ریاضیات شناختی[2]، حتی پا را فراتر می‌گذارد و مدعی است، توانایی شمارش مدولار است یعنی همچون تشخیص رنگ، سریع و خودکار است. او ناحیه‌ای در مغز ، نزدیک گوش چپ را مسئول بخش شمارش می‌داند و آن را «مدول شمارش» نامگذاری می‌کند. شواهد زیادی امروزه در تأیید نظر باتروورث هست. یکی از دلایل متقن این است که ابتدایی‌ترین انسان‌ها که با هیچ تمدنی در ارتباط نبوده‌اند نیز توانایی شمارش دارند. شمارش برخلاف خط اختراع هیچ قوم متمدنی نیست، زیرا همانطور که زبان‌های متعدد داریم، و این زبان‌ها از یک زبان واحد اختراعی تحول نیافته‌اند، شیوه‌های مختلف شمارش در فرهنگ‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که شمارش اختراعی و اکتسابی نیست، بلکه همچون زبان، در سخت‌افزار مغز از پیش موجود است و ریاضیات در کنار زبان، از بنیادی‌ترین وجوه هستی ما در مقام انسان است. بنابراین اطلاق «حیوان ناطق» به انسان وجه تؤامانی دارد و آن «حیوان شمارشگر» است. البته فردی ممکن است ایراد بگیرد که پس چرا یادگیری ریاضی به سهولت یادگیری زبان مادری نیست. در پاسخ می‌توان گفت که یادگیری حساب ابتدایی بسیار دیرتر از یادگیری زبان مادری صورت می‌گیرد، بنابراین حساب را ما همچون زبان دوم به کودکان آموزش می‌دهیم و همانطور که یادگیری زبان دوم با دشواری همراه است، ریاضیات هم به همان نسبت دشوار می‌شود. البته که ریاضیات همچنان در سطوح پیشرفته‌تر دشوار محسوب می‌شود، اما این حکم در مورد زبان نیز صادق است اگر که ماهیت زبان را به دو سطح ارتباطی و شاعرانه تقسیم کنیم. هر گویش‌وَری هر چقدر هم حرّاف و حاضرجواب باشد، نمی‌تواند زبان را در سطح شاعرانه آن بکار ببرد. به همین صورت، ریاضیات را نیز می‌توان در دو سطح ارتباطی و شاعرانه تقسیم کرد. حساب معمولی سطح ارتباطی ریاضیات است. دنیای امروز به همان اندازه که از زبان ارتباطی بهره می‌جوید، از اعداد و شمارش چه بسا بیشتر برای ارتباط کمک می‌گیرد. زندگی امروز بدون بکارگیری اعداد ناممکن است. فرد مهاجری در کشوری با زبان بیگانه، احتیاجات روزمره خود را به صرف دانستن شمارش و خواندن اعداد، می‌تواند رفع و رجوع کند و شمارش زبان جهانی انسان‌هاست. اما سطح شاعرانه ریاضی فقط با صرف وقت، تمرکز، آموزش، و مرارت حاصل می‌شود. ضرب‌المثلی یونانی به ما می‌گوید: پَته‌متا مَته‌متا[3]، یادگیری از طریق ریاضت.

درباره ماهیت مشترک زبان و ریاضیات، می‌توانیم به یکسانی قوانین عام این دو نیز اشاره کنیم. سوسور[4] بنیانگذار زبانشناسی مدرن، دو قانون عام زبان را قانون همنشینی (محور افقی) و جانشینی (محور عمودی) معرفی می‌کند. ریاضیات هم تنها از این دو قانون عام پیروی می‌کند. گزاره‌های ریاضی ترکیب تؤامان این دو قانون‌اند. برای مثال اگر مفهوم «اعداد اول» را همنشین مفهوم «نامتناهی» کنیم، گزاره صادق، «اعداد اول نامتناهی‌اند» بدست می‌آید و اگر مفهوم «فرد بودن» را جانشین مفهوم نامتناهی کنیم، گزاره کاذب «اعداد اول فردند»، به دست می‌آید.

قانون همنشینی امکان صنعت مجاز مرسل را در زبان فراهم می‌آورد تا ما بتوانیم داستان‌هایی هر چه پیچیده‌تر را روایت کنیم و این امکان در ریاضی، زنجیره به طول دلخواه از استنتاج‌های پیچیده را فراهم می‌کند. اما قانون جانشینی، امکان استعاره را فراهم می‌کند. پوانکاره جمله معروفی دارد که بر وجه استعاری و شاعرانه ریاضی تأکید می‌گذارد: «ریاضیات، نام یکسان نهادن بر چیزهای متفاوت است.» شاعران هم در همین وجه استعاره خلق می‌کنند. فرضا گویش‌ور عادی زبان هیچ شباهتی بین میزبان و میهمان و گلهای داوودی نمی‌بیند، اما یک هایکو سرا می‌بیند:

هیچ یک سخنی نگفتند
نه میزبان و
نه میهمان و
نه گل‌های داوودی

و آن انسانی که بیست هزار سال پیش، نخستین بار بر روی

1. Brian Butterworth
2. Cognitive mathematics: شاخه ای در علم شناختی است که به شواهدی عصب‌شناختی درباره شباهتهای زبان و ریاضیات می‌پردازد
3. Pathemata Mathemata
4. Ferdinand de Saussure

تکه استخوانی، اعداد ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۱۹ را حکاکی کرد، شاید به شباهت اول بودن این اعداد پی برده بود و نخستین استعاره‌های ریاضی را ساخت.
وجود امر نامتناهی درون امر متناهی، خصلت مشترک دیگر زبان و ریاضیات است. وقتی همه ذرات عالم متناهی است، ما تنها به واسطه زبان و ریاضیات است که نامتناهی را احضار می‌کنیم. زیرا زبان نظام نشانه‌ای است که بر خلاف زبان ارتباطی حیوانات، می‌تواند نشانه‌ها را به طور معناداری، همچون رشته نامتناهی اعداد طبیعی، کنار هم بگذارد.

این وجوه مشترک ما را به این سؤال طبیعی رهنمون می‌شود که پس ماهیت مشترک این دو چیست؟ ممکن است بگوییم این همان ماهیت شناختی در انسان است. بگوییم انسان «حیوان کاگنتیو» است. آگاهی انسان حاصل تکامل است و این آگاهی چنین خاصیتی دارد. اما خود این آگاهی چیست؟ آیا مکانی ایژکتیو درون مغز هست یا آگاهی سوبژکتیو است؟ تا آنجا که اطلاع دارم این پرسش و پرسش‌های مهم دیگری در زمینه آگاهی با شیوه‌های علمی، پاسخی نیافته است. البته الهیات هم همیشه پاسخی دارد که ظاهرا بیرون از حیطه علم قرار می‌گیرد، زیرا شرایط تحقیق برای رد و قبول آن ممکن نیست. اما خود ریاضیات برای ما امکانی فراهم می‌آورد که این پاسخ را همچنان متصور باشیم. امکان استثنایی ریاضیات از این جنبه، آن را بر همه معرفتهای بشری ممتاز می‌کند. ریاضیات نه به مانند علوم تجربی، برای رد و قبول حدسیاتش، به شواهد تجربی نیاز دارد و نه مانند گزاره‌های دینی به ایمان شخصی یا اعتبار راویانش. از همین رو تشتت در او راه نیست. ریاضی تنها معرفت خودبنیاد بشری است که از هیچ ،کاخ‌های باشکوه ساخته است و از برج عاج خود بر همه چیز و همه کس امارت دارد.
با این مقدمات، ابتدا سعی می‌کنم گزارشی مختصر از تحول ریاضیات در قرون نخستین آن بدهم و بعد به پاسخی به این ماهیت مشترک برسم.

سرچشمه‌های آغازین ریاضیات

اگر به لحظه‌های آغازین تمدن عقب برویم، شاید در میان مهمترین رخدادهای بشر که انسان را از چرخه طبیعی زندگی خارج کرد، دخل و تصرفی است که او در زمان انجام داد. او الگوهایی در زمان کشف کرد که ساده‌ترین آنها شاید، حرکت متناوب ماه در آسمان شب بود. این نظم زمانی الگوی پیش‌بینی پذیری می‌شد که انسان می‌توانست به واسطه آن زمان را مدیریت کند و برای نخستین بار بتواند در آینده دخل و تصرف کند. برای کوچ‌های خود برنامه‌ریزی کند، مکان و زمان را به هم پیوند بزند. همه این‌ها با قابلیت ریاضی شمردن و مفهوم عدد می‌توانست ثبت و مورد استفاده قرار گیرد. یکی از قدیمی‌ترین سندهای به دست آمده از تاریخ ریاضی بشر، تکه استخوانی است از حدودا بیست الی سی هزار سال قبل که به استخوان ایشانگو[1] (قبیله‌ای در آفریقا) معروف است که بر روی آن دنباله‌ای از اعداد حکاکی شده است. درباره اعداد روی این استخوان تفاسیر متعددی ارائه شده است که هیچکدام قطعیتی ندارند. در یکی از جالبترین آنها، مارشاک[2] با جمع بستن اعداد روی این استخوان به عدد ۶۰ می‌رسد و این عدد را معادل دو ماه قمری در نظر می‌گیرد و دنباله اعداد را به نوعی به موقعیت‌های مختلف ماه در آسمان مرتبط می‌داند که به بحث ما مربوط است. پس نخستین شناخت بشر از ریاضی، ساخت نوعی تقویم است. اعداد الاهه‌گانی به نظر می‌رسند، که نظم آسمانی را برای نظم بخشیدن به زندگی بشر بر روی زمین، فراهم می‌کنند. نخستین تقویم، نخستین تکنولوژی است که از باقی فن‌آوری‌های پیشین انسان متمایز است. تقویم، ذهن انسان را مدیریت می‌کند و به این واسطه رفتار او را تحت قاعده در می‌آورد. به عبارتی ابزاری غیرمادی که بر ماده فرمان می‌راند. بنابراین طبیعی است که نیروی قدرتمند آن بسی بیش از خنجر و گاوآهن باشد، پس نمی‌تواند دست هر انسانی باشد. کاهنان کسانی بوده‌اند که از چنین امتیاز انحصاری برخوردارند.آنها صاحب سه‌گانه متافیزیک (رابطه انسان با خدایان)، قدرت (رابطه انسان با انسان) و ریاضیات (رابطه انسان با طبیعت) هستند. در تاریخ ریاضیات هر قومی، کاهنان به واسطه دارایی علم ریاضیات، صاحب قدرت پیشگویی هستند که نشانه‌ای راستین در نزد قومشان بر رابطه آنها با خدایان بود. کاهنان مصری، با تقویمی در دست، هر ساله زمان طغیان رود نیل را «پیشگویی» می‌کردند و این به کشاورزی رونقی بی‌مانند بخشید.

طبیعتا این انحصار با گسترش تمدن، و به خصوص با اختراع خط و گسترش تجارت، نمی‌توانست پابرجا بماند. به زودی متخصصانی در ریاضیات ظهور کردند که در خدمت قدرت حاکمه بوده‌اند، اما ماهیت آموختنی ریاضی به واسطه نوشتار و انتقال از نسلی به نسلی دیگر سبب شد، که دایره کسانی که حساب و هندسه یاد می‌گرفتند بیشتر شد. از جمله این افراد، تالس ملطی است که علم ریاضیات و نجوم را نزد مصری‌ها و بابلی‌ها آموخت و با این علم جدید در سرزمین‌های یونانی به جنگ اوراکل‌های[3] معابد رفت که هنوز چیزی از ریاضیات نشنیده بودند و همچنان به نداهای غیبی آپولون

1. Ishango bone
2. Alexander Marshack
3. Oracle: کاهنان معابد یونانی

و آتنا دلخوش بودند. او با پیشگویی کسوف و روایت معروف «پیشگویی»اش از بارندگی توانست ماهیت قدرتمند ریاضیات را آشکار کند. از این زمان است که شکل‌های متنوع عقلانیت در سرزمین یونان بارور می‌شود و می‌توان گفت در خاک یونان انسان تولدی دیگر می‌یابد! این سرآغاز دوباره انسان، یک جنبه مهم از ماهیت وی را متجلی می‌کند: « انسان حیوان متفکر است.» همه آن فیلسوفان پیشاسقراطی، شعله‌هایی از این آتش تازه افروخته عقلانیت در یونان بودند. فیثاغورث نخستین کسی است که پی برد، اعداد صرفا ساخته ذهن ما، برای پی بردن به نظم کائنات نیست، بلکه این تناظر اعداد و نظم کائنات دوسویی است، آنجا که پی برد خوشایند بودن اصوات موسیقی با نسبت‌های عددی خاصی قابل توصیف است و یعنی که کیفیت خوشایند و هارمونیک، خود را در عدد نشان می‌دهد. پس عددها واجد کیفیت و روح‌اند. گام مهم بعدی توسط افلاطون برداشته شد. افلاطون در کتاب هفتم جمهوری، از زبان سقراط تمثیل معروف خود از غار را برای توصیف جهان ایده بیان می‌کند. اما چیزی که کمتر به آن اشاره می‌شود این است که بعد از اینکه مشخص شد، ما باید از جهان سایه‌ها، به سوی خورشید حقیقت گام برداریم، چگونه باید این گامها را برداشت؟ سقراط می‌گوید نخستین دانشی که مقدمه ما برای رسیدن به حقیقت است، علم حساب است و دومین دانش هندسه است.او از نجوم یاد می‌کند و حتی علم مکانیک را که تا آن زمان صورتبندی نشده بود، پیشبینی می‌کند و نهایتا به علم دیالکتیک که منطق جزئی از آن است، اشاره می‌کند.

« گفتم: آن دانشی است که همه فنون و هنرها و دانش‌ها به آن نیاز دارند و از این رو صاحبان همه فنون و دانش‌ها باید آن را بیاموزند.

پرسید: کدام دانش؟

گفتم: منظور آن دانش ساده‌ای است که به یاری آن می‌توان یک و دو و سه را از یکدیگر تمییز داد، یعنی علم حساب و شمارش. آیا همه فنون و دانش‌ها نیازمند آن نیستند؟

گفت: البته همه به آن نیاز دارند.»

افلاطون بعد از این مکالمه، داستانی از تراژدیهای پالامدس درباره آگاممنون فرمانده سپاه یونان در جنگ تروا به میان می‌آورد که نقلش آموزنده است و نتیجه‌گیری مهمی از این داستان بدست می‌دهد که به بحث ما مربوط است.

«گفتم: چنان که می‌دانی پالامدس در تراژدی‌های خود آگاممنون را به صورت سرداری مضحک مجسم می‌کند. می‌گوید آگاممنون چون علم شمردن را کشف کرد موفق شد که در میدان جنگ ایلیون دسته‌های سپاهیان خود را منظم سازد و کشتی‌ها و دیگر آلات جنگ را بشمارد. چنانکه گویی این چیزها تا آن روز شمرده نشده بودند، و حتی آگاممنون چون تا آن وقت از فن شمردن بی‌خبر بوده، نمی‌دانسته است که خود چند پا دارد! به عقیده تو سرداری که شمردن نداند چگونه سرداری است؟

گفت: اگر این داستان راست باشد، باید گفت آگاممنون سردار مضحکی است.

گفتم: پس باید بگوییم دانش حساب و شمارش دانشی است که هیچ سپاهی از آن بی‌نیاز نمی‌تواند بود.

گفت: کسی که حساب و شمارش ندانند کوچکترین اطلاعی از نظام سپاه نمی‌تواند داشته باشد و حتی باید گفت چنین کسی انسان نیست.

گفتم: آیا در این دانش تو نیز همان خاصیت را می‌بینی که من می‌بینم؟

پرسید: کدام خاصیت؟

گفتم: به نظر من چنین می‌آید که این دانش از آن دانش‌هایی است که آدمی را به سوی تفکر و شناسایی خردمندانه رهبری می‌کنند و بنابراین از جمله دانش‌هایی است که می‌جوییم. ولی ظاهرا تاکنون هیچکس از این خاصیت آن که قابلیت رهنمایی به سوی هستی راستین است، استفاده درستی نکرده است.»

برای افلاطون، جهان ریاضیات، مثالی از ایده است، جهانی که موجودات مثلی در آن ساکنند و هیچ چیزی در سایه شک و تردید و نقصان قرار ندارد. این جهان، جهان حقایق مطلق است. پس اگر عقل می‌تواند از جهان محسوساتِ ابژه‌های حساب و هندسه به حقیقت این دو برسد، چرا برای باقی محسوسات عالم نتواند؟ وظیفه فلسفه به انجام رساندن چنین هدفی است که میوه نهایی آن پیوند ریاضیات و فلسفه در آکادمی افلاطون است. او همچنین ریاضیات را الگویی برای شیوه استدلال‌ورزی فلسفی می‌دانست و دیالکتیک او ناظر بر همین شیوه است. البته کسی ممکن است، فرض جهان مثلی را موهوم و ناموجود بداند. اما اینکه اشیای ریاضی هم موهوم باشند چندان معقول نیست، زیرا هم او کاربرد روزمره اعداد و هندسه را در زندگی خود می‌بینند، از پاسخ درستشان احساس اطمینان دارد. پس اگر موهوم نیستند، چیستند؟ آیا وجود خارجی دارند؟ یا اینکه ساخته ذهن ماست، همچون شخصیت‌های داستانی؟

ماهیت اختراع و اکتشاف

پرسش بخش قبل را می‌توان همان سؤال کلاسیک فلسفه ریاضی دانست، یعنی ریاضی اختراع است یا اکتشاف؟ اما برای نزدیک شدن به پاسخی، ابتدا باید به ماهیت پدیده اختراع در برابر پدیده اکتشاف توجه کنیم. یک اختراع تکنولوژیک که تاریخ تطورش جلوی چشم ماست را در نظر بگیریم. از آنجا که اختراع است، در همه جای دنیا کم و بیش به یک شکل

حضور دارد، کامپیوتر همه جا یک شکل و ظاهر مشخص دارد، این ویژگی اختراع است که مهر خالق نخستین را همواره با خود دارد. همینطور از کارکرد اختراع به خوبی مطلعیم، از قوانین آن در دفترچه دستورالعمل‌های آن آگاهی داریم. از اتومبیل انتظار داریم در محدوده معینی از سرعت حرکت کند و انتظار نداریم ناگهان از سرعت صوت فراتر برود و یا ناگهان کارکرد هواپیما پیدا کند و یا تعمیرکار شاهد اتفاقاتی رازآمیز در خودرو باشد که تاکنون پیشبینی نشده بود. در اختراع قصدیتی وجود دارد و ما انتظار نداریم، طراحی ما چنان باشد که قصدهای دیگری را هم در آن کشف کنیم. این ویژگی اکتشاف است که در آن تنوع وجود دارد، و همچنان به چشم ما رازآمیز می‌نماید. دو دانشمند مختلف، جنبه‌های مختلفی از یک پدیده واحد را کشف می‌کنند و هیچکدام مدعی نیست به همه حقیقت دست یافته است. راز بخشی نزدودنی از ماهیت کشف است. در مورد اعداد نیز چنین است. آیا می‌توان انتظار داشت یک اختراع ذهنی، که صرفا به قصد شمارش دام‌های یک انسان بدوی به وجود آمد، ناگهان اعدادش در قانون‌های بی‌شمار حیرت‌انگیزی صدق کند؟

قوانین حساب

همانطور که در بخش قبل گفتیم، ماهیت اعداد منطقا به اکتشاف شبیه است تا اختراع. زیبایی حاکم بر روابط اعداد طبیعی از دیرباز، موجب شگفتی انسان بوده است. همانطور که اشاره کردیم مکتب فیثاغورثی اعداد را در زمره خدایان به شمار آورده و بعضی از مفاهیم مجرد را با اعداد توصیف می‌کردند: عدد واحد، نماینده اصل منشأ همه چیز، عدد دو، نماینده اصل زنانگی که زایندگی از اوست و عدد سه نماینده اصل مردانگی است که می‌تواند حرکت را نتیجه آن دانست. البته شاید امروزه این طرز تلقی بازی‌ای از سر تفنن بنماید که به اعداد نسبت می‌دهیم و ذاتی آنها نیست. پس چه چیزی در ذات اعداد است که آن را رازآمیز می‌نمایاند؟ برای پاسخ باز به افلاطون باز می‌گردیم. همانطور که اشاره کردیم افلاطون مطالعه حساب را راهی به سوی حقیقت مطلق می‌دانست. اما جستجوی حقیقت چگونه ممکن است؟ ممکن است در شناسایی حقیقت دچار خطا شویم و همگان بر سر حقیقت اتفاق نظر نداشته باشند. اما حقیقت یک راهنما برای شناسایی خود برای فانیان به ودیعه گذاشته است: حس زیبایی. زیرا زیبایی تنها مفهومی است که نیاز به توجیه و استدلال ندارد. اگر همگان بر سر حقیقت توافق نداشته باشند، اما بر سر زیبایی اتفاق نظر دارند و قوانین ریاضیات زیباست. در اینجا محض نمونه به سه «قانون» زیبای اعداد طبیعی اشاره می‌کنیم که بر بنیادی‌ترین ویژگی‌های اعداد طبیعی استوار است و به لحاظ تاریخی هر کدام مهمترین حدس سده خود بوده‌اند. نخست قانون تقابل مربعی[1] که به خاصیت بخش‌پذیری اعداد طبیعی مرتبط است و پیوند متقابل و نامرئی اعداد اول را آشکار می‌کند. این حدس نخستین بار توسط گاوس[2] حدودا در بیست سالگی ثابت شد. او آنقدر شیفته این قضیه بود که در طول زندگی هفت اثبات از آن ارائه کرد و تا امروز بیش از صد اثبات مختلف از این حدس ارائه شده است. این قانون، مهمترین حدس حساب در قرن هجدهم بود که نتایج دامنه‌دار آن طی دو قرن اخیر منجر به برنامه مهم لنگلندز[3] شده است. دومین قانون، فرضیه ریمان[4] که نتیجه خاصیت ضرب در اعداد طبیعی است و نظم شگفت‌انگیزی را بر مجموعه اعداد اول پیشبینی می‌کند. فارغ از نتایج فراوان این حدس، فقط معادل‌های گسترده این حدس تاکنون یک کتاب دو جلدی بوده است و هر روزه ریاضیدانان معادل‌های متنوع جدیدتری از آن بدست می‌دهند. و سومین قانون، حدس ABC که در سال ۱۹۸۵ توسط اوسترله[5] و میسر[6] صورتبندی شد و حاصل خاصیت جمعی اعداد طبیعی است که پیشبینی می‌کند جمع دو عدد چه محدودیت‌هایی برای توان عوامل اول[7] خود دارند. صورت این حدس آنقدر ساده است که باعث شگفتی است که چطور برخی از مهمترین و دشوارترین قضایای حساب در قرن بیستم از جمله قضیه فالتینگز[8] از حدس موردل[9]، یا قضیه راث[10] درباره تقریبات دیوفانتی[11] و یا قضیه آخر فرما[12]، که برای اثبات هر کدامشان، ریاضیدانان پیچیده‌ترین ابزارهای شاخه‌های مختلف ریاضی را به کار بسته‌اند، نتیجه تقریبا ساده‌ای از این حدس است.

به پرسش بخش قبل بازگردیم. آیا اختراع عدد می‌توانست به قصد اینکه اعداد اولش در قانون تقابل مربعی صدق کند هم اختراع شده باشد؟ آیا چنین اختراعی برای یک حساب سرانگشتی، می‌توانست چنان نظمی بر اعداد اولش حاکم کند

1. Quadratic Reciprocity Law
2. Carl Friedrich Gauss
3. Langlands Program
4. Riemann Hypothesis
5. Joseph Oesterle'
6. David Masser
7. Gerd Faltings
8. Mordell Conjecture
9. Roth's Theorem
10. Diophantine approximation
11. Fermat's Last Theorem

۷. طبق قضیه اساسی حساب هر عدد طبیعی به طور یکتا به عوامل اول تجزیه می‌شود. تکرر هر عدد اول در این تجزیه توان آن عامل اول گفته می‌شود. برای مثال توان عامل اول ۳ در ۴۵، ۲ است.

کـه فرضیـه ریمـان توصیـف آن اسـت؟ اختراعی که بـه زحمت تا عـدد هـزار برایش کلمه داشـت، می‌توانسـت حـدس ABC را هم لحـاظ کنـد؟ اگـر اینها صرفـا تصادفی از سـر بازیگوشـی باشـد و نـه امـری رازآمیـز آنگاه چـه؟ آیـا داور بی‌طرفی بـرای قضاوت در اختیار هسـت؟

سازگاری ریاضیات و رئالیسم گودل[1]

بـرای پاسـخ بـه پرسشـی کـه در بخـش قبـل پرسـیدیم ناچاریـم بـاز بـه افلاطـون برگردیـم. همانطـور کـه گفتیـم افلاطـون برای رسـیدن بـه حقیقـت مطلـق، دانسـتن دانش‌هایی از جمله حسـاب و هندسـه را ضـروری می‌دانـد و از دیالکتیـک بـه عنـوان دانـش نهایـی یـاد می‌کنـد. دیالکتیـک افلاطونـی مبتنـی بـر گفتگـو و اسـتفاده از اسـتنتاج‌های منطقـی از طریـق مفروضـات اولیـه و گزاره‌هـای مـورد پذیـرش طرفیـن گفتگـو شـکل می‌گیـرد و عینا از شـیوه اسـتدلال‌ورزی ریاضـی اسـتفاده می‌کنـد. او در محاورات نخسـتین، آنجـا که سـقراط بـا دیگـران دربـاره تعریـف مفهومی، گفتگـو می‌کنـد، شـق دیالکتیـک منفـی را بـرای رد نظـر دیگران بـه کار می‌گیـرد و در ایـن راه عینـا از منطق جبر گزاره‌ها اسـتفاده می‌کنـد. بـا فـرض (خلفـی) آغـاز می‌کنـد و بـا اسـتنتاج‌های منطقـی نهایتـا بـه تناقـض می‌رسـد. تناقضـات سـقراطی، نتیجـه مهمـی را در زبـان ثابـت می‌کنـد؛ اینکـه زبـان بـه منطـق صرف قابـل فروکاسـتن نیسـت. پارادوکـس دروغگـو هم همیـن را به ما می‌گویـد: در شـهری کـه همـه دروغگوینـد، تکلیـف شـهروندی کـه می‌گویـد: «مـن دروغگویم» چیسـت؟ آیـا بایـد او را به خاطر راسـتگوییش تبعیـد کـرد یـا بـه خاطـر دروغگویی‌اش پادشـاه؟

نبـوغ گـودل دریافـت کـه ریاضیـات هـم ماننـد زبـان اسـت و قابـل فروکاسـتن بـه منطـق نیسـت، زیـرا پارادوکـس دروغگو در ریاضـی هـم بـه گونـه‌ای وجـود دارد. امـا وجـه تمایـز ریاضـی و زبـان، مسـأله سـازگاری و تناقض اسـت. زبان (ظاهـرا) به تناقض حسـاس نیسـت[2]، امـا ریاضی تناقـض را به خود نمی‌پذیـرد. قضیه ناتمامیـت گـودل[3]، اینکـه همـه احـکام صـادق اثبات‌پذیر نیسـت، مـا را ظاهـرا بـا بحرانـی مواجـه می‌کنـد: اینکـه نمی‌توانیـم ثابت کنیـم، احـکام ریاضـی در تناقـض بـا هـم نیسـتند، یـا بـه عبارت دیگـر ریاضیـات سـازگار اسـت. ناتمامیـت گـودل نشـان می‌دهد، سـازگاری ریاضیـات درون دسـتگاه اصـول موضوعـه قابـل اثبات نیسـت. سـازگاری ریاضـی از دسـترس مـا خـارج اسـت. مـا هیچ راهـی یقینـی برای اینکه بدانیم ریاضیات سـازگار اسـت، در اختیار نداریـم. امـا درسـت همیـن نکتـه بـه ظاهـر منفـی، وجـه ایجابی قضیـه گودل اسـت. اینکـه ریاضیات صرفا ماشـینی منطقـی ابداع بشـر نیسـت. زیـرا اگـر می‌توانسـتیم سـازگاری ریاضیـات را واقعا ثابـت کنیـم، آنـگاه منطقـا بایـد نتیجـه می‌گرفتیـم کـه ریاضیات ابـداع ذهـن ماسـت. در آن صـورت ریاضیـات قابل فروکاسـتن به منطـق می‌شـد و متعاقبـا ذهن مـا نیـز و بنابراین می‌توانسـتیم هر دو را محاسـبه‌پذیر و ماشـینی کنیـم. ناتمامیـت گودل بـر این طرز تلقـی از ذهـن و ریاضیـات خـط بطـلان می‌کشـد. گـودل نشـان می‌دهـد ریاضیـات بـازی شـطرنج یـا نَـرد نیسـت که پادشـاهانی چنـان کـه در افسـانه‌ها آمده اسـت، بـرای اثبات هـوش و ذکاوت خـود، آن را ابـداع کـرده باشـند، یعنی بـازی‌ای مبتنی بـر قواعدی دلبخواهـی کـه در آن شـکل حرکـت و تعـداد مهره‌هـا و وجـوه تـاس امـری نسـبی اسـت، بلکـه بـر بنیـان یـک بـاور مطلـق بنا شـده اسـت. مـا بـاور داریم ریاضیات سـازگار اسـت و بـرای اینکه سـازگار باشـد بایـد وجـود داشـته باشـد. اشـیای ریاضـی همچون اعـداد و اشـکال هندسـی و ... جایـی در جهـان مثلی هسـتند، که مـا در جهـان محسوسـات ادراکشـان می‌کنیم. رئالیسـم گـودل به همیـن معناسـت. اشـیای ریاضـی واقعـا وجـود دارنـد و چیزی که وجـود دارد، تناقضـی ندارد.

پـس می‌توانیـم بگوییـم، جهـان ایـده، ماهیـت مشـترک زبـان و ریاضیـات اسـت. هیچکدام ابداع بشـر نیسـت و هر کـدام می‌تواند بـا کشـف زیبایـی، مـا را بـه حقیقـت مطلـق رهنمون کنـد. چنین نگرشـی بـه ریاضیـات، بـه نظـر می‌رسـد امـروزه از بیـن رفتـه و جهـان کلاسـیک ریاضـی بـا ریاضیدانانـش – کـه چنیـن تلقـی الهیاتـی از ریاضیـات داشـتند– کم و بیش به پایان رسـیده اسـت. دورانـی کـه ریاضیدانـان بـر مرزهـای دانش اشـراف داشـتند و از ایـن رهگـذر بر مرزهـای جهان نیز. قهرمانش از یک سـو کاشـف قانون تقابل مربعی در حسـاب اسـت و از دیگر سـو کاشـف قانون انحنـا در هندسـه. در نجـوم مـدار پیچیده‌ترین سـیارک زمان خود را محاسـبه می‌کنـد و در فیزیـک کاشـف قوانین مغناطیس اسـت و مختـرع تلگـراف. همـه البتـه می‌داننـد ایـن مربـوط بـه دوران گذشـته اسـت و انباشـتگی علـم در دنیـای امـروز بـه حدی اسـت کـه چنیـن جامعیتـی در دانشـمندان امکانپذیـر نیسـت. امـا بـا از دسـت دادن چنیـن جامعیتـی، چیـز دیگـری هـم از دسـت رفتـه اسـت. هـدف و غایـت کار علمـی بـه بحـران معنایـی دچار شـده اسـت. چـرا و چگونه؟

سرچشمه‌های بحران علم

امـروزه، کـم و بیـش بوی بحـران در ریاضیـات بار دیگر شـامه‌ها را حسـاس کـرده اسـت و ایـن بحـران نـه بحرانـی سـاختاری و ذاتـی، همچـون بحـران موجودیـت عـدد گنـگ، بحـران

1. Gödel's Realism

۲. ویتگنشـتاین در تراکتاتـوس، بـا ارائـه نظریـه تصویـری زبـان، زبـان را از مهملاتـی کـه ذهن می‌سـازد، پالـوده می‌کند. به ایـن معنا زبان هـم تناقض نـدارد. این ذهن ماسـت که از زبـان سـوء اسـتفاده می‌کنـد و پارادوکـس می‌سـازد. پارادوکـس دروغگو صرفـا زاییده ذهن اسـت، در جهـان واقع چنین شـهری وجود خارجـی ندارد.

3. Gödel's Incompleteness Theorem

بی‌نهایت‌کوچکها، یا نظریه مجموعه‌ها، بلکه بحرانی عَرَضی و حاصل بوروکراتیک شدن است، و این بحران خاص ریاضیات نیست، بلکه دامنگیر کل معرفت بشری شده است؛ از فلسفه و علم تا هنر و ادبیات و حتی معنویت.

هوسرل[1] در کتاب «بحران علوم اروپایی» ریشه این بحران را اتفاقا در ریاضیاتی شدن جهان در دوران جدید و این شعار گالیله که الفبای طبیعت، ریاضیات است، تشخیص داده است. متعاقب این ریاضیاتی شدن و جبری شدن ریاضیات که به معنای تکنیکی کردن و محاسباتی شدن به جای شهود داشتن بود، خود طبیعت هم ماهیتی جبری و محاسباتی به خود گرفت؛ اندازه پذیر کردن طبیعت برای استیلا و بهره‌کشی از آن، نظام نوینی را پایه‌ریزی کرد که در آن تولید بیشتر، مصرف بیشتر، سود بیشتر، سلطه بیشتر به یگانه هدف مقدس آن بدل شد. منطق فایده‌باوری (سوداگری) حاکم بر این تفکر، تقسیم کار نوینی پایه‌ریزی کرد که برای بازدهی بیشتر و رقابت، نیاز مبرمی به نیروی متخصص داشت. تخصص‌گرایی، شاخه‌شاخه شدن علوم، مرزبندی‌های هر چه بیشتر بر حوزه‌های معرفتی، دانشمند-متخصصی را تربیت می‌کند که کم‌کم او را از جستجو برای معنای شخصی بی‌نیاز می‌کند و در نتیجه از معرفت کلی و معرفت النفس تهی می‌کند. قول مارکس برای «کار از خود بیگانه» امروزه دیگر تنها به کارگران اطلاق نمی‌شود، بلکه دامن عالمان را نیز گرفته است. زیرا چیزی که از دست رفته است، به قول هوسرل، «جهان‌زیست[2]» است. در ساده‌ترین صورتش، جهان‌زیست، همان نفس تجربه زندگی در همه ابعادش است که علم بخشی از آن است. دانشمند فارغ از تخصصش، مثل هر انسانی حالات وجودی‌ای را تجربه می‌کند که کیفی است و این کیفیت تنها در رابطه انسانی قابل فهم و درک است. اما علم امروزی اساسا خواهان ابژکتیو بودن و فاکت است. در این نظام تولید علم، خود دانشمند به عنوان یک هستومندِ صاحب جهان‌زیست اهمیتی ندارد. هوسرل ریشه این این نگرش را در دکارتی شدن انسان می‌داند، زیرا دکارت هستومندی را «منِ اندیشمند» معرفی می‌کند. جمله معروفش که «من می‌اندیشم، پس هستم.» یعنی چون می‌اندیشم و نه چیز دیگر، هستی دارم. ساز و کار علم امروز از همین قاعده برای ارزیابی پیروی می‌کند. پوزیتیویسمی که تنها فاکت‌ها را رصد می‌کند و چه دلیلی از این بهتر که امروزه کسب درجات دانشگاهی تنها به واسطه پوشه مدارکی و درج امتیازاتی فاکت شده، قابل اخذ است و حتی می‌توان بدون دخالت انسان، این فرایند را «اتوماسیون» و «تسریع» کرد. این بحران به زعم هوسرل آنقدر جدی است که او در سال ۱۹۳۸ که در این باره سخنرانی کرد، پیشبینی بدبینانه‌ای از آینده این بحران داشت، بطوریکه او بعید می‌دانست اروپا (و کلا غرب) از این بحران جان سالم به در ببرد. اما آیا راه نجاتی هست؟

بودن در مقام سکنا گزیدن

آنچه را هوسرل بحران علم و تجربه زیسته نامیده را می‌توانیم در وجهی عمیق‌تر بحران «سکونت» و اساسا بحران «بودن» بدانیم. برای روشن شدن مطلب به معنای بودن به زعم هایدگر توجه می‌کنیم. هایدگر در مقاله « عمارت، سکونت، فکرت» برای این گزاره بنیادین فلسفه که « من هستم.» تفسیری روشنگر و راهگشا ارائه می‌دهد. همانطور که گفتیم دوران جدید در اندیشه غربی، بر اساس « منِ اندیشنده» دکارتی شکل گرفت و دکارت هستی انسان را ذیل اندیشیدن تفسیر می‌کند که به زعم هوسرل بحران‌زا بوده است. البته از همان زمان نقدهای فلسفی جدی بر این تعریف از هستی انسانی وارد بوده است، علی‌الخصوص در زمانه ما که با ورود هوش مصنوعی به همه ابعاد زندگی روزمره، می‌بینیم که ماشین‌ها هم می‌توانند ادعای دکارت را تکرار کنند: cogito ergo sum

به زعم هایدگر اما آنچه ما را شایسته بودن می‌کند، فعل سکنا گزیدن است. پاسخ نوآورانه او این است:« من سکنا می‌گزینم، پس هستم.» اما سکنا گزیدن به چه معناست؟ در ساده‌ترین شکل، ما برای سکونت، خانه می‌سازیم تا از آسیب طبیعت در امان بمانیم. سکنا گزیدن، آرامشی به همراه دارد، و این آرامش فعالیت‌های زندگی‌مان را سامان می‌دهد و بودن ما را در این جهان شکل می‌دهد. ویژگی بنیادین این سکنا گزیدن، به تعبیر هایدگر همین محافظت است. محافظتی که رهایی می‌بخشد و شکوفا می‌کند، نه که زندانی کند. در این معنا پرنده در قفس قرار ندارد، زیرا محافظت او به قصد رهایی نیست. و این اشتباه مرسومی است که آدمها در راه پرورش، به قصد محافظت، زندانی می‌کنند؛ والدین فرزند خود را به قصد محافظت از آسیب‌ها، زندانی می‌کنند، و قس علی‌هذا... اینگونه در خانه‌ایم، اما قرار و سکنا نداریم. در محیط کاریم، اما قرار نداریم. در وطن‌ایم اما قرار نداریم. با این وصف، طبیعتا هر عمارتی و حتی هر خانه‌ای برای سکونت مناسب نیست، زیرا هدف بعضی از سازه‌ها، سکونت نیست، بلکه مهمان بودن است. هتل و فرودگاه جایی برای سکونت نیست، اقامتی موقت را فراهم می‌کند و بعضی خانه‌ها، هم علی‌رغم اینکه در ظاهر به قصد سکونت بنا شده است، اما وقتی واردشان می‌شوی،

1. Edmund Husserl
2. Leben-Welt

حس می‌کنی نحمل لحظه‌ای ماندن در آنجا را نداری. پس اگر می‌خواهیم شایسته بودن باشیم، باید به قصد سکنا گزیدن عمارتی ساخته باشیم. هایدگر چهار مؤلفه را برای عمارتی که به قصد سکنا گزیدن ساخته می‌شود، در نظر می‌گیرد و از پیوند و رابطه پویای این چهار مؤلفه است که سکنا گزیدن، معنای واقعی خود را محقق می‌کند و از این طریق، ما را شایسته بودن می‌کند. این چهار مؤلفه عبارت است از: آسمان، زمین، انسان (زنده میرا)، خدایان (زندگان جاودان).

اما ما فقط در مکان و فضا سکنا نمی‌گزینیم، بلکه اگر عمارت را در وجه نمادین آن فهم کنیم، ما در اندیشه نیز سکنا می‌گزینیم. مؤلفه‌های چهارگانه در اندیشه گرد هم می‌آیند تا معنا را برای ما تدارک ببینند و اگر مصالح اندیشه، برای ساخت عمارت، زبان و ریاضیات است، از خود می‌پرسیم سکنا گزیدن در عمارت زبان و ریاضیات به چه معناست. چگونه این مؤلفه‌های چهارگانه در این عمارت‌ها حضور دارند تا ما را شایسته سکنا گزیدن کنند. همانطور که روند تاریخی ریاضیات را بررسی کردیم، دیدیم که زمین و آسمان همواره منبع الهام ریاضیدانان بوده است، چه آنگاه که در فکر ساختن تقویم و شناخت نظم حرکت سیارات بوده‌اند، چه آنگاه که زمین را مساحی می‌کردند و انبارهای غله می‌ساختند و یا در دوران متأخر، به نیروی جاذبه می‌اندیشیدند و یا انحنای زمین را اندازه می‌گرفتند. ریاضیات همچنین به ما امکان گسترش و شکوفایی کشاورزی، تجارت و ارتباطات را داده است. به این واسطه انسانها شهرها را بنیان گذاشتند تا در جمعیت‌های بزرگتری گرد هم آیند و اشاره کردیم، عدد زبان مشترک همه انسان‌هاست. ریاضیات همچنین به ما قدرت شناخت قوانین الهی حاکم بر طبیعت را نیز فراهم کرده است که هر بار بر حیرت ما افزوده است. این ریاضیات است که با کشف این قوانین، جهان را از وضع آشوبناک (خائوس)[1] به وضع هماهنگ (کاسموس)[2] تبدیل می‌کند تا تأییدی باشد بر این دیدگاه یونانیان که «جهان کاسموس است». پس ریاضیات با گرد آوردن این مؤلفه‌های چهارگانه، ما را در عمارتی به معنای هایدگر سکنا داده است و به تأسی از او اگر «زبان، خانه هستی است.» و این شاعران هستند که ما را در این خانه مشترک سکنا می‌دهند، به همین قیاس«ریاضیات، خانه دوم هستی است.» و این ریاضیدانان هستند که ما را در این خانه مشترک سکنا می‌دهند. حال اگر دوباره به بحران مورد اشاره هوسرل بازگردیم، می‌بینیم که بحران ما، به واقع بحران سکنا گزیدن است و این یعنی پیوند چهارگانه بودن از هم گسسته است، گویی جهان پیش چشم ما دوباره از هماهنگی به آشوب بدل شده است. قصد عمارت داشتیم تا در هماهنگی با جهان زندگی کنیم، اما حاصل امارتی شد تا بر جهان فرمان برانیم و کیست که نداند هیچ امیری در قلمرو خویش آرام و قرار ندارد. و به تعبیر توراتی ریاضیات امروزه آن برج بابلی است که انسان مدرن کوشیده آن را بسازد تا با خدایان برابری کند، در عوض آنچه امروز نصیبش شد، بی‌قراری، مشوش شدن زبان و پراکندگی جمعیتش بوده است. اما زمینه تغییر زمانی فرا می‌رسد که به قول هایدگر آدمی به این بی‌قراری و بی‌خانمانی خویش بیندیشد. « این بی‌خانمانی با بینش درست و به یاری اندیشه آدمیان فانی را به سکنی گزیدن فرا می‌خواند. اما آدمیان فانی چگونه می‌توانند به این فراخوانی پاسخ دهند؟ شاید بدین طریق که به سهم خودشان و با تکیه بر همت خویش سکنی گزیدن را به کمال ماهیت آن برسانند؛ این کمال هنگامی رخ می‌نماید که به تبع سکنی گزیدن دست به ساختن بزنند و بیندیشند به خاطر سکنی.»

منابع

افلاطون، دوره آثار، جلد دوم، جمهوری، ترجمه محمدحسن لطفی، انتشارات خوارزمی، ۱۳۶۷

عبدالکریم رشیدیان، هوسرل در متن آثارش، نشر نی، ۱۳۹۹

فردینان دو سوسور، دوره زبانشناسی عمومی، ترجمه: کوروش صفوی، نشر هرمس، ۱۳۷۸

مارتین هایدگر، مقاله: عمارت، سکونت، فکرت، ترجمه: عباس منوچهری، فصلی از کتاب شعر، زبان و اندیشه رهایی، انتشارات مولی، ۱۳۸۹، صص. ۱-۲۵

G.G. Joseph, The crest of the peacock, Princeton University press, 3rd ed, 2001

B. Butterworth, The mathematical brain, London: MacMillan,1999

نگاهی به انگیزه ورود دانشفر ایرانی به دنیای علوم پایه

غلامرضا رکنی لموکی
دانشیار ریاضی کاربردی، دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر، دانشگاه تهران - نویسنده مسئول
سلیم وثوقی کیاسری
دبیر ریاضی آموزش و پرورش، دبیرستان متوسطه ی دوره اول علامه حلی ۱ تهران
rokni@ut.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

ورود بـه عرصـه علـوم پایـه و استمرار فعالیـت در آن از نیازهـای مهـم جامعـه علمـی ایران اسـت. انگیـزه ورود به دنیای علـوم پایـه از نظر کمی و کیفـی در کشـور بـه صورتـی فرسایشـی کاهـش یافته اسـت . بـرای یافتن راهکاری بـرای بهبود این وضعیت لازم اسـت که سـاختار گرایـش فرد به علـوم پایـه در چارچـوب جامعـه علمـی ایران بررسـی شـود. در این راسـتا مفهوم انگیـزه نیازمند دقت نظر اسـت. در این نوشـتار، به انگیـزه به عنوان بخشـی از یـک رخـداد نگریسـته می‌شـود کـه ظرفیـت رابطـه فـرد بـا علـوم پایـه را در جامعه روشـن می‌کند. سـپس نقـش مولفه هـای مختلف در انگیـزه ورود و تـداوم حضـور فـرد در حوزه علـوم پایه را بررسـی می‌کنیم.

کلیدواژگان: علوم پایه، انگیزه، رشد هوشی، نیازها، اکولوژی، انتخاب، پیاژه، مزلا، برونفنبرنر، گلسر

مقدمه و بیان مسئله:

انگیزه دانشـفر به علـوم پایه در دوران مدرسـه، انگیزه‌ی آنها برای تحصیـل در علـوم پایـه در دانشـگاه و نیـز انگیزه‌ی دانشـفر برای ادامـه‌ی تحصیـلات تکمیلـی در علـوم پایـه موضـوع ارزشـمندی برای بررسـی بـه نظر می‌رسـد.

علـوم پایـه در مدرسـه، در مقایسـه بـا زمینه‌هـای مرتبـط بـا شـاخه‌های کاربـردی مهمتـر بـه نظـر می‌رسـد چـون در سیسـتم آموزشـی فعلـی و همینطـور از منظر جامعـه شـناختی، درس‌هایی چـون ریاضـی، فیزیـک، شـیمی و زیسـت اهمیـت زیـادی دارند و معیـار تعییـن کننـده دانش‌آمـوز خـوب و بـد شـمرده می‌شـوند.

همچنیـن شـرط قبولـی در دانشـگاه‌های برتـر و رشـته‌های پرطرفـدار (معمـولا غیرعلـوم پایـه) نیـز کسـب نمـرات عالـی در دروس علـوم پایـه در آزمـون ورودی دانشگاه‌هاسـت.

دلیـل دیگـر این موضـوع المپیادهـای جهانی مربوط بـه علوم پایه اسـت. موفقیـت در ایـن المپیادهـا احتمـالا حـس خوبـی از نخبـه بـودن بـه افراد مـی دهد و آنها را واجـد امتیازاتی ذاتـی می‌نمایاند. همچنیـن دسـته بندی دانـش آموزان از انـواع دانشـمندا نیز اغلب در ریاضیـدان، فیزیکـدان، زیست‌شـناس و شـیمی‌دان خلاصـه می‌شـود. بـا ورود بـه دانشـگاه و کسـب آگاهی‌هـای بیشـتر از رشـته‌های مرتبـط بـا فناوری‌های جدیـد، پژوهـش در آن زمینه‌ها بیـش از علـوم پایه بـرای برخی از افـراد ایجاد انگیـزه خواهد کرد. سـوال مهـم اینجاسـت که انگیـزه‌ی دانش آموز در دوران مدرسـه بـه علـوم پایـه تا چـه حد بـه خود علـوم پایـه برمی‌گـردد و تا چه حـد بـه شـمایل آنهـا بـرای پذیرفتـه شـدن در رشـته‌های برتـر و دانشـگاه‌های برتـر. علـوم پایه برای دانـش آموزان بیشـتر در حل مسـاله خلاصـه می‌شـود و بـرای دانشـجویان در درک محتوا.

---

۱. کاهـش تعـداد ورودی‌هـا بـه رشـته‌های علـوم پایـه در دوره متوسـطه و آمـوزش عالی، ریـزش تداوم تحصیلی –شـغلی در علـوم پایه بـرای دانش آموختـگان علوم پایـه و نیز خروج دایمـی دانـش آموختـگان متمایـل بـه تـداوم تحصیلی –شـغلی علوم پایه از کشـور از نشـانه‌های این پدیده اسـت.

شرح واژه ها	
واژه	شرح
دانشفر	دانش آموز، یا دانشجو: برخی ویژگی های مربوط به گرایش به علوم پایه مختص دانش آموزان و یا مختص دانشجویان است. ولی برخی ویژگی ها دیگر در گرایش به علوم پایه میان آنها مشترک است. برای این ویژگی های مشترک از واژه دانشفر برای خطاب قراردادن هر دو دسته استفاهده شده است.
Mindset/Growth Mindset/Fixed Minset	فکرت/فکرت رشد/فکرت پایا: فردی با فکرت رشد، هوش، توانایی ها و استعدادها را از طریق تلاش قابل بهبود می داند. از سوی دیگر، فردی که فکرت پایا دارد، همین ویژگی‌ها را در طول زمان ذاتاً ثابت و غیرقابل تغییر می‌داند.
Piaget's Schema	طرحواره های پیاژه: واحد های بنیادی رفتارهای هوشمندانه و سازماندهی دانش.
Self Esteem	خود اتکایی: عزت نفس، نحوه ارزش گذاری و درک ما از خود بر اساس عقاید و باورهای ما در مورد خودمان که تغییر آنها ممکن است دشوار باشد.
Self Actualization	خود شکوفایی: فرایند حرکت فرد به سوی حداکثر توانایی های خود و رسیدن به آن.
Extended Others	دیگران تعمیم یافته: همه کسانی (حقیقی/مجازی) که فرد ممکن است در انجام کارها به نظر آنها نسبت به خود توجه داشته باشد.
Behaviorism	رفتار گرایی: نظریه ای که بر اساس آن ویژگی های ذاتی نقش چندانی ندارند و همه رفتارها در تقابل با محیط آموخته می شود.
Zone of Proximal Development	ناحیه رشد نزدین: محدوده ای از یادگیری که فرد با کمک آموزگار و همکلاسی های تواناتر خود می تواند به آن دست یابد. این مفهوم میان آنچه که یک فرد به تنهایی و بدون کمک می تواند یاد بگیرید و آنچه که با کمک دیگران می تواند بیاموزد تفاوت قایل می شود.
Assimilation	جذب: ایجاد ارتباط میان طرحوه های قدیمی با داده های جدید.
Accommodation	انطباق: ایجاد طرحواره های جدید با تغییرات کوچک جهت کنار آمدن با چیزی هایی که در قالب های موجود نمی گجند.
Equilibration: stabilization by bringing into equilibrium Merriam Webster Dictionary)	تعادل: ایجاد پایداری با آوردن وضعیت به سوی موازنه.
Individual Special Educational Needs	نیاز های آموزشی ویژه فردی: کمک هایی که یک فرد ممکن است، برای انجام اموری که برای بیشتر افراد عادی است، نیاز داشته باشد.

بیایید زاویه‌ی دید را تغییر دهیم و به جای بررسی انگیزه نسبت به علوم پایه، به علل بی‌انگیزگی نسبت به علوم پایه بپردازیم. برای بررسی بی‌انگیزگی فرد نسبت به علوم پایه سه کمیت را می‌توانیم مطرح کنیم: فرد- موضوع- مکان[1]. در این زنجیر سه‌گانه منظور از فرد دانشفر است و یا دانشجو. موضوع عبارت است از علوم پایه و توجه به آن. مکان گوشه و کنار کشور ایران یا یکی از بخش‌های ایران است. در چارچوب این زنجیر، داشتن انگیزه و نداشتن آن حالت‌های متنوعی دارند. حالت‌های زیر را در نظر می‌گیریم:

۱. فرد نسبت به موضوع انگیزه دارد و نیز در مکان/محیط مناسب برای پیگیری انگیزه خود قرار دارد.

۲. فرد نسبت به موضوع انگیزه دارد ولی در مکان/محیط

1. object-subject- location/environment

مناسب برای پیگیری انگیزه خود قرار ندارد.
۳. فرد نسبت به موضوع انگیزه ندارد ولی در مکان/محیط مناسب برای بنای انگیزه برای خود قرار دارد.
۴. فرد نسبت به موضوع انگیزه ندارد و در مکان/محیط مناسب برای بنای انگیزه برای خود نیز قرار ندارد.

بحث وجود انگیزه و نیز داشتن شرایط مناسب در مکان وقتی معنی پیدا می‌کند که فرد در مکان مورد نظر حاضر باشد. منظور از نبودن فرد در مکان یعنی ترک مکان توسط فرد و قرار گرفتنش در محیطی دیگر غیر از ایران که به دلایل مختلف رخ می‌دهد و قابل بررسی است. قبل از تحلیل موارد بالا لازم است کمی در مورد پشتوانه‌های تئوری صحبت کنیم سپس موارد بالا را با توجه به این پشتوانه تحلیل کنیم. نخست به بازخوانی ریزتر موارد چهارگانه بالا می‌پردازیم.
در حالت ۱، فرد نسبت به موضوع انگیزه دارد و نیز در مکان/ محیط مناسب برای پیگیری انگیزه‌ی خود قرار دارد. در این حالت فرد تا زمانی که انگیزه‌اش در مورد فعالیت در علوم پایه وجود داشته باشد و نیز شرایط مکان/ محیط نیز مناسب باقی بماند، به فعالیت خود ادامه می‌دهد. در حالت ۲، فرد نسبت به موضوع انگیزه دارد ولی در مکان/محیط مناسب برای پیگیری انگیزه ی خود قرار ندارد. اولا باید منظور از مکان/ محیط مناسب برای پژوهش و به طور خاص پژوهش در مورد علوم پایه را با تعیین ویژگی‌های آن، مشخص کنیم. در فرهنگ لغت انجمن روانشناسی آمریکا[1] محیط چنین تعریف شده است. مجموعه عوامل یا شرایط خارجی – فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی و فرهنگی – که بر عملکرد یک ارگانیسم تأثیر می‌گذارد. محیط فیزیکی ممکن است بر حسب دما، فشار هوا، سر و صدا، ارتعاش، اتمسفر یا منابع مواد مغذی اندازه‌گیری شود که به نوبه خود ممکن است با طیفی از مقادیر[2] (به عنوان مثال، مقیاس دما) تعیین شود. دوما باید تعیین کنیم سطح رضایت هر فرد از ویژگی‌های تعیین شده در مرحله‌ی قبل به چه عامل‌هایی بستگی دارد. به این منظور به نظر می‌رسد بررسی نظریه‌ی برونفربرنر[3] مفید باشد. چون گستردگی محیط در سنین مختلف طبق نظر او متفاوت است. در صورتی که برای فرد مشکلات مکان/ محیط حل نشود احتمالا منجر به دو اتفاق می‌شود . اولا تغییر انگیزه‌ی فرد به موضوعی که در آن محیط شرایط رشد در آن موضوع وجود داشته باشد. دوما تغییر محیط (مثلا مهاجرت از ایران به کشوری دیگر). شاید بررسی این موضوع جالب باشد که بررسی کنیم فرد چگونه محیط مناسب جدید را می‌یابد و معیارهای او برای انتخاب چیست . اگر فرد از ایران خارج شود یا موضوع خود را تغییر دهد در هر دو حالت ایران از لحاظ فرد متخصص و موثر در موضوع اولیه خالی خواهد شد. در نتیجه احتمالا تعداد زیادی از مساله‌های نیازمند حل تخصصی، بدون حل باقی خواهد ماند یا بدتر از آن توسط غیرمتخصصین منجر به اجرای راهکار غلط می‌شود. توجه کنیم اگر فرد از محیط خارج شود موضوع دیگری اهمیت پیدا می‌کند و آن چگونگی ایجاد تغییراتی در محیط برای بازگشت فرد به آن محیط است. گاهی اوقات ممکن است شدت انگیزه نسبت به موضوعی خاص در فرد آنقدر زیاد باشد که شرایط نامناسب محیط برای او قابل تحمل شود. در حالت ۳، فرد نسبت به موضوع انگیزه ندارد ولی در مکان/محیط مناسب برای رهیافت انگیزه برای خود قرار دارد. بر اساس نظریه ی خود اتکایی[4] سه عامل برای بی انگیزگی مطرح می‌شوند: (Richard M. Ryan and Edward L. Deci, 2000)
فرد نسبت به یک کار بی انگیزه است چون برای آن فعالیت اولویت قائل نیست.
فرد نسبت به یک کار بی انگیزه است چون در خود شایستگی انجام آن کار را نمی‌بیند.
فرد نسبت به یک کار بی انگیزه است چون آن کار را برای رسیدن به نتیجه‌ی مطلوب، مفید نمی‌داند.

مثالی از علت اول این است که دانش آموز در کلاس درسی علوم پایه، انگیزه‌ای برای یادگیری علوم پایه ندارد چون آن را در مسیر رسیدن به هدف خود بی‌فایده می‌داند. به عنوان مثال، دانش آموز می‌خواهد یک هنرمند شود و از نظر او مثلا ریاضیات در این مسیر کمکی به او نمی‌کند. نکته‌ی دیگری که لازم است بررسی کنیم این است که اصلا اولویت‌ها و اهداف در فرد چگونه شکل می‌گیرند؟ آیا اولویت‌ها و اهداف به مرور زمان تغییر می‌کنند. پس آیا ممکن است بی‌انگیزگی ناشی از آن در مورد یادگیری علوم پایه هم تغییر کند؟ طبق نظریه‌ی مزلا[5]، خودشکوفایی در راس هرم نیازهاست و مسیر کلی انگیزه به سمت رسیدن به آن است (Abraham,1987 Maslow) و احتمالا اولویت‌های دانش آموز هم با تعریف او از خودشکوفایی تعاملی دو سویه دارد. اینکه فرد خودشکوفایی خود را در چه چیزی می‌بیند، اولویت‌های فرد را، که با طرحواره‌های

1. APA Dictionary of Psychology
2. Environment: the aggregate of external agents or conditions—physical, biological, social, and cultural—that influence the functions of an organism. The physical environment may be measured in terms of temperature, air pressure, noise, vibration, atmosphere, or sources of nutrients, which in turn may be specified by a range of values (e.g., a temperature scale) (APA dictionary of psychology)
3. Urie Bronfenbrenner (1917 - 2005)
4. Self Determination Theory (SDT)
5. Abraham Harold Maslow (1908-1970)

او (طبق نظریه پیاژه[1]) در ارتباط است، شکل می‌دهد. برای مثالی از علت دوم، فرض کنید که دانش‌آموز علوم پایه را در مسیر رسیدن به هدف خود مهم می داند مثلا قصد دارد در رشته‌ای مهندسی تحصیل کند، اما توانایی یادگیری ریاضی، فیزیک یا شیمی را، که جلوه‌ی آن برای او، مهارت حل مساله است، در خود بالا نمی‌بیند. اینکه دانش آموز در خود افق یادگیری علوم پایه را نمی‌بیند و فکر می‌کند در علوم پایه ضعیف است به عوامل مختلفی بستگی دارد. یک عامل داشتن فکرت پایا است (Carol S. Dweck, 2007). یعنی پای بستن توانایی‌ها در سطحی ثابت و غیر قابل تقویت بودن آنها در تمام طول عمر. عامل دیگر ممکن است توقف در نیاز به خود اتکایی و یا یکی از نیازهای مراحل قبل هرم نیازهای مزلا باشد. گاهی دانش آموز از سطح توانایی فعلی خود آگاهی فعال ندارد. دیگران تعمیم یافته نیز یک عامل است. ذهنیتی که معلم‌ها و خانواده در مورد معیارهای خوب بودن در علوم پایه ایجاد کرده‌اند ممکن است موجب پای بست فکرت شود. در نتیجه دانش آموز با معیارهای ناصحیح ایجاد شده در ذهنش، درک نادرستی از یادگیری علوم پایه و توانایی‌های خود می‌یابد. مثالی از علت سوم این است که دانش آموز علوم پایه را مهم می‌داند و هم خود را توانمند می‌داند اما محتوای آموزشی و نحوه‌ی تدریس معلم در کلاس درس برای او غیر مفید به نظر می‌رسد. در نتیجه مسیر پیش روی خود در یادگیری علوم پایه را برای رسیدن به نتیجه‌ی مطلوب مناسب نمی‌بینند. در این مورد باید به سطح انتظار فرد[2] (دانش آموز) از یک کلاس علوم پایه مفید نگریست. ممکن است فرد به المپیاد ریاضی بیندیشد، یا برای نمره‌ی بالایی در ریاضی در کلاس، یا بدون توجه به مسابقات یا نمره، علاقمند به دریافت کاربردهای ریاضیات در زندگی باشد و یا علاقمند به تاریخ ریاضیات باشد. برای هر کدام از این دریچه‌ها، روش تدریس مطلوب متفاوت از دیگری است. نکته‌ی دیگر این است که با توجه به مدل‌های مختلف یادگیری براساس مدل و نظریه وارک[3] شاید مدل آموزش علوم پایه در کلاس، متناسب با مدل یادگیری یک فرد نباشد ولی برای فرد دیگری مناسب باشد. پس لازم است که مدل یادگیری فرد تشخیص داده شود و معلم نسبت آنها اطلاعات کافی داشته باشد. در بالا از دریچه درونی فرد به بررسی مساله بی‌انگیزگی پرداختیم. برای دیدن این موارد از دریچه بیرونی، می‌توان به دیدگاه قدیمی و منسوخ رفتارگرایی اسکینر[4]، نظریه رشد شناختی اریکسون[5] و دیدگاه نمادگرای وی در ارتباط با جامعه، نظریه رشد شناختی ویگوتسکی[6] و دیدگاه اجتماعی آن، و یا نظریه اکولوژیک روی آورد. در این نوشتار نظریه‌ی برونفنبرنر را برمی‌گزینیم زیرا مطالعه ما طبعی اکولوژیک دارد. وارد نمودن سایر نظریه‌ها نیازمند نوشتاری مستقل است. اینکه رفتارهای خانواده و معلم و جامعه چه تاثیری بر بی‌انگیزگی فرد بجا می‌گذارند بسیار مهم است. از این دیدگاه، در مورد علت اول بی‌انگیزگی، فرد در تعیین اولویت‌ها و تصویر خود از خودشکوفایی از مدرسه و گروه‌های بزرگتر جامعه تاثیر می‌پذیرد. در مورد علت دوم بی‌انگیزگی، اینکه معلم چه عقلانیتی[7] را برای تدریس در کلاس انتخاب می‌کند و چگونه به ناحیه رشد نزدین فرد و تفاوت الگوهای یادگیری فردی توجه می‌کند می‌تواند بر فکرت دانش آموز نسبت به توانایی‌هایش تاثیر گذار باشد. همچنین رفتارهای حمایتی پیرامون (مدرسه – خانواده – جامعه) و وضعیت فرد از نظر داشتن احساس حضور در کلاس درس همگی بر بی‌انگیزگی موثر هستند. در مورد علت سوم بی‌انگیزگی، محیط در اولویت و هدف گذاری فرد موثر است و پیرو آن بر تعیین سطح انتظارش از موضوع و یادگیری آن نیز تاثیر گذار است. در حالت ۴، فرد نسبت به موضوع انگیزه ندارد و در مکان/محیط مناسب برای رهیافت انگیزه برای خود نیز قرار ندارد. در این حالت بررسی اینکه اگر برای موضوع خاص مانند علوم پایه، فرد نیاز به محیطی نو دارد نوعی اولویت بندی هزینه و برنامه ریزی در پی دارد. این پرسش که کدامیک از سه راه ایجاد انگیزه در فرد، از راه «تطبیق با پیرامون»[8]، «تعلیق موضوع»[9]، یا «تغییر محیط»[10]، بر دیگری برتری دارد و نیز تاثیر این سه مورد بر هم، جای تامل بسیار دارد.

۲. نظریه لایه‌ای برونفنبرنر

شرایط درونی و شرایط بیرونی یا شرایط محیط اطراف هر فرد از یکدیگر تاثیر پذیر هستند. اینکه فرد نسبت به کاری انگیزه دارد یا بی‌انگیزه است نیز از برایند یا تعادلی برمی‌خیزد که فرد از شرایط درونی و شرایط محیط اطراف خود دریافت کرده است. برای درک شرایط درونی و شرایط محیط اطراف از زمان کودکی تا بزرگسالی باید وضعیت رشد فرد بررسی گردد. شرایط درونی و شرایط محیط اطراف فرد در طول زمان تغییر می‌کنند. برونفنبرنر محیط اطراف هر فرد را به چند قسمت تقسیم می‌کند. ارتباطاتی که برای فرد با قسمتی از محیط اطرافش وجود دارد یک ارتباط دو طرفه است. از نظر برونفنبرنر فرایند رشد عبارت است از تغییر پایا در نحوه درک

1. Jean William Fritz Piaget (1898-1980)
2. The Object
3. Visual, Aural, Read, and Kinaesthetic (VARK)
4. Burrhus Frederic Skinner (1904-1990)
5. Erik Homburger Erikson (1902-1994)
6. Lev Semyonovich Vygotsky(1896-1934)
7. Rationals in Mathematical Education
۸. به هزینه خاموشی فکرت فرد (Object)
۹. به هزینه پسرفت اجتماعی موضوع (Subject)
۱۰. به هزینه جابجایی و مهاجرت (Location)

فـرد و برخـوردش بـا محیط. از نظـر برونفنبرنر، محیـط[1] به عنوان مجموعـه‌ای از سـاختارهای تودرتـو در نظـر گرفتـه می‌شـود کـه هـر یـک درون دیگـری اسـت؛ در مرکز سـاختار، فرد قـرار دارد و لایه‌هـای تعریـف شـده برونفنبرنر حول او قرار دارنـد(Urie 1979 Bronfenbrenner,). بـوم شناسـی رشـد انسـانی شـامل مطالعـه علمـی سـازگاری متقابـل بیـن یک انسـان فعـال و در حال رشـد و ویژگی‌هـای متغیـر محیـط اسـت کـه فـرد در حال رشـد در آن زندگـی می‌کنـد. سـه ویژگی مهـم در این دیـدگاه وجـود دارد که شایسـته توجـه اسـت. نخسـت اینکـه بـه شـخص در حـال رشـد صرفـا بـه عنـوان یـک لـوح سـفید[2] که تنهـا محیـط بـر آن تأثیر می‌گـذارد نگریسـته نمی‌شـود، بلکـه فـرد پویـا و در حال رشـد به تدریـج بـر محیطـی کـه در آن زندگـی می‌کنـد تاثیـر می‌گـذارد. دوم اینکـه محیـط نیـز تأثیـر خود را اعمـال می‌کند و فـرد نیازمند فرآینـد سـازگاری متقابـل اسـت. تعامـل بیـن فـرد و محیـط دو جهتـه اسـت. سـوم اینکه محیـط مرتبط بـا فرآیندهای رشـد یک محیـط منفرد محـدود نیسـت (Urie Bronfenbrenner, 2006). بلکـه بـه دلیـل ایجـاد ارتباطـات متقابـل بیـن لایه‌هـای مختلف و بـه خاطـر تأثیـرات ناشـی از آنهـا، محیـط مرتبط بـا فرآیندهای رشـد گسـترش می‌یابـد. زیسـت بـوم از نظـر توپولوژیکـی بـه عنـوان یـک آرایـش تـو در تـو از سـاختارهای هـم مرکزنـد کـه هـر کـدام درون سـاختار بعـدی قـرار دارنـد. دانشـفر در مرکز این لایه‌هـا قـرار دارد. ایـن لایه‌هـا تحـت عناویـن میکروسیسـتم، مزوسیسـتم، اگزوسیسـتم، ماکروسیسـتم، و کرونوسیسـتم خوانـده می‌شـوند. میکـرو سیسـتم درونی‌تریـن لایـه، پـس از خـود فـرد در زیسـت بـوم اسـت کـه فـرد در حـال رشـد را در بـر می‌گیـرد کـه شـامل خانـه، کلاس درس، آزمایشـگاه، یا پژوهشـگاه اسـت. کسـانی کـه در ایـن سـطح از محیـط بـا فـرد مرتبـط هسـتند در تعییـن چیـزی که فـرد بـه عنـوان خودشـکوفایی تعریـف می‌کند تاثیـر عمیقـی دارنـد. مزوسیسـتم شـامل روابـط متقابل بیـن دو یا چنـد محیطـی اسـت کـه فـرد در حال رشـد به طـور فعـال در آن شـرکت مـی کنـد، ماننـد روابـط بیـن خانه و مدرسـه، همسـالان محلـه، یـا بیـن خانـواده، کار و زندگـی اجتماعـی. می‌تـوان گفـت مـزو سیسـتم، سیسـتمی از میکرو سیستم‌هاسـت. اگزوسیسـتم، ما را بسـیار دورتـر می‌بـرد و ایـن فرضیـه را برمی‌انگیـزد کـه رشـد فـرد عمیقـاً تحـت تأثیـر رویدادهایی اسـت کـه در مکان‌هایی رخ می‌دهـد کـه فـرد حتـی در آن حضـور نـدارد. اگزوسیسـتم به یک یـا چنـد محیط اشـاره دارد که شـخص در حال رشـد را بـه عنوان یک شـرکت کننـده فعال درگیـر نمی‌کنـد، امـا در آن رویدادهایی رخ می‌دهـد کـه بـر آنچـه در محیـط شـامل فـرد در حـال رشـد اتفـاق می‌افتـد تأثیـر می‌گـذارد یـا تحـت تأثیـر قـرار می‌گیـرد. این سیسـتم می‌تواند شـامل محل کار والدین، شـبکه‌ی دوسـتان والدیـن، فعالیت‌هـای هیئـت اجرایـی مدرسـه و غیـره باشـد. در سـطح چهـارم، ماکروسیسـتم سـازگاری شـکلی و محتوایـی سیسـتم‌های سـطح پایین تر شـامل میکروسیسـتم، مزوسیسـتم و اگزوسیسـتم را، در سـطح خـرده فرهنگ‌هـا باورها و یـا ایدئولوژی مـدل می‌کنـد کـه می‌توانـد شـامل وضعیـت اجتماعی–اقتصادی، قومیـت، موقعیـت جغرافیایـی و ایدئولوژی‌هـای فرهنگ باشـد. در کنـار ایـن لایه‌ها سیسـتم جنبی دیگری هسـت که کرونوسیسـتم نامیـده می‌شـود و مرتبـط بـا زمـان اسـت. به عنـوان مثـال زمان رخ دادن یـک اتفـاق بـرای یـک فـرد در سـنین مختلـف و اینکه اتفـاق خـاص از نظـر افـراد در سـن‌های مختلـف چگونـه تحلیـل می‌شـود. مثـلا در یـک زمان مفـروض نظر یـک فرد ۴۰ سـاله با نظـر یـک فرد ۲۰ سـاله در مورد سـرگرمی یا اقتصاد ممکن اسـت متفـاوت باشـد. یـک گـذار اکولوژیـک زمانـی اتفـاق می‌افتـد که موقعیـت یـک فرد در محیط زیسـت پیرامونی خـود در نتیجه تغییر در نقـش او، تغییـر در محیـط یا هـر دو تغییـر می‌کنـد. برونفنبرنر بیـان مـی دارد کـه هر گـذار اکولوژیکی هـم پیامد و هـم محرک فرآیندهـای رشـد اسـت. ظهـور یک خواهـر یا بـرادر کوچکتر یک پدیـده میکروسیسـتم اسـت، ورود بـه مدرسـه، اگزوسیسـتم را بـه یـک مزوسیسـتم تغییـر می‌دهـد، و مهاجـرت به کشـور دیگـر (یا شـاید فقط بازدید از خانه دوسـتی با پیشـینه اجتماعـی– اقتصادی یـا فرهنگـی متفـاوت) شـامل عبـور از مرزهـای ماکـرو سیسـتم اسـت (Urie Bronfenbrenner, 1979). از دید ارتباط دوسـویه ی محیـط و رشـد شـناختی، بررسـی اینکـه تاثیـر پذیـری هر فرد از محیـط در هـر سـطح از مـدل برونفنبرنـر چقدر اسـت موضوعی مهـم اسـت. مثـلا در مـزو سیسـتم در حالتـی که اختـلاف نظری بیـن خانـواده و همسـالان وجـود داشـته باشـد، افـراد در سـنین مختلـف از کدامیـک بیشـتر تاثیر می‌پذیـرد؟ احتمالا ایـن موضوع بـه وضعیت رشـد شـناختی فـرد مرتبط باشـد.

۲. طرحواره‌های پیاژه

از دیـدگاه پیـاژه، هـر کودکـی ذاتـا کنجـکاو اسـت کـه محیـط پیرامونـی خـود را درک کنـد (Robert E. Slavin, 2005). بـا مطابقـت دادن بـا دسـته بنـدی برونفنبرنـر، محیـط اطـراف یـک نـوزاد احتمـالا پـدر و مـادر او اسـت. بعـد از مدتـی احتمـالا محیط‌هـای مثـل مهدکودک یا شـاید همسـالان موجـود در میان خویشـان محیـط او را تشـکیل می‌دهنـد. همـه ی مـوارد ذکـر شـده در سـطح میکروسیسـتم برونفنبرنـر هسـتند. در ایـن سـطح همـان طـور کـه اشـاره شـد تاثیـر فـرد و محیـط دو طرفه اسـت و هـر دو بـا یکدیگـر ارتبـاط مسـتقیم دارنـد. ایـن مهم اسـت که افـرادی کـه کـودک بـه طـور مسـتقیم بـا آن هـا در ارتباط اسـت در چـه وضعیتـی از مدل برونفنبرنر هسـتند. شـاید کـودک به طور

1. Tabula Rasa (scraped tablet / clean slate) in epistemology (theory of knowledge)

10. Environment/Ecology

مستقیم از وضعیت اقتصادی یا مدل حکومت تاثیر نگیرد اما تاثیرات آن بر والدین مانند وضعیت اشتغال والدین در عملکرد والدین و رفتار با کودک تاثیر می‌گذارد. پیاژه مفهومی به اسم طرحواره را مطرح می‌کند که بیانگر ساختار های ذهنی فرد برای تحلیل رویدادهای پیرامون اوست (Jean Piaget, 1993 and Barbel Inhelder). توجه افراد به اطلاعات اطرافشان به طرحواره‌های آنها بستگی دارد. یعنی طرحواره‌ها در انتخاب اطلاعات برای تجزیه و تحلیل موثر است. همچنین در سیستم پردازش اطلاعات می‌توان طرحواره‌ها را به عنوان معیارهای تحلیل در نظر گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل در طول زمان باعث می‌شود که طرحواره‌های هر فرد تغییر کند. می‌توان گفت که طرحواره‌ها، خود را مانند یک سیستم پویا با بازخورد از خروجی حاصل از تجزیه و تحلیل، اصلاح کرده و توسعه می‌دهند.

طرحواره‌ها و انگیزه

در دوران کودکی، به دلیل معیارهای تحلیل پایین‌تر، انگیزه‌های بیرونی ممکن است به راحتی باعث تغییر در طرحواره‌ها شوند. اما با افزایش سن، توانایی تجزیه و تحلیل فرد افزایش می‌یابد و همچنین طرحواره‌ها قوی‌تر می‌شود. در نتیجه، ایجاد تغییرات در طرحواره‌ها ممکن است به آسانی دوران کودکی نباشد. البته این بدان معنا نیست که هر چه فرد مسن تر باشد، طرحواره‌ها صحیح‌تر می‌شوند. زیرا گاهی ترس از تغییر آنها باعث می‌شود که فرد مواردی را که با طرحواره‌ها مطابقت ندارد، هر چند غیرمنطقی باشد، توجیه کند. انگیزه‌های درونی را می‌توان در قالب طرحواره‌ها تبیین کرد. زیرا موجب می‌شوند که ما به کدام انگیزه بیرونی توجه بیشتری داشته باشیم. همچنین گاهی انگیزه‌های بیرونی باعث ایجاد تغییراتی در انگیزه‌های درونی می‌شود (Richard M. Ryan and Edward L. Deci, 2017)، مثلاً تشویق و تنبیهی که در خانواده هر فرد در زمان‌های مختلف ممکن است متفاوت باشد نیز انگیزه‌های درونی متفاوتی را در فرد ایجاد می‌کند. انگیزه‌های درونی در طول زمان تغییر می‌کنند، مانند طرحواره‌ها. در این مقوله با جذب، انطباق، و تعادل روبرو هستیم (Jean Piaget and Barbel Inhelder, 1993). جذب زمانی اتفاق می‌افتد که اطلاعاتی که دریافت می‌کنیم با طرحواره‌ها مطابقت داشته باشد. در این مورد، طرحواره‌ها تغییر نمی‌کند. اگر بخواهیم انگیزه را به جذب ربط دهیم، می‌توانیم بگوییم که اگر انگیزه درونی هر فرد را چهارچوب انگیزه او در نظر بگیریم- در صورتی که فرد با انگیزه‌های بیرونی سازگار و قابل توجیه با انگیزه‌های درونی‌اش مواجه شود- احتمالا انگیزه‌های درونی او تغییر نخواهد کرد (Edward L.Deci, 2011). اگر اطلاعات دریافتی مغایر طرحواره موجود باشد، این امر باعث تغییر طرحواره‌ها یا ایجاد طرحواره‌های جدید می‌شود. البته در فرآیند رشد باید بررسی کنیم که عدم تطابق اطلاعات با طرحواره‌ها به دلیل نقص طرحواره‌ها یا اطلاعات نادرست بوده است. گاهی اوقات ممکن است فردی ناهماهنگی اطلاعات جدید با طرحواره‌ها را به دلایل مختلفی مانند تعصب یا ترس از تغییر طرحواره ها توجیه کند. اگر بخواهیم انگیزه را به انطباق ربط دهیم، می‌توان گفت که اگر انگیزه‌های بیرونی با انگیزه‌های درونی همسو نباشد، ممکن است فرد در درستی انگیزه‌های درونی خود شک کند و در نتیجه انگیزه‌های بیرونی به تدریج انگیزه‌های درونی جدیدی ایجاد کند (Edward L.Deci, 2011). هنگامی که اطلاعات جدید با طرحواره مطابقت نداشته باشد، بی ثباتی در فرد رخ می‌دهد. از نظر پیاژه، هر فردی به دنبال ایجاد تعادل است و این فرآیند تعادل نامیده می‌شود. یک راه برای رفع این بی ثباتی ممکن است توجیه اطلاعات جدید در چارچوب طرحواره‌های موجود باشد و راه دیگر ایجاد طرحواره‌ها جدید یا اصلاح طرحواره‌های قبلی باشد. از نظر پیاژه، یادگیری در این مرحله اتفاق می‌افتد. نکته ای که مهم به نظر می‌رسد این است که چه زمانی اطلاعات جدید را به عنوان یک اصلاح کننده طرحواره‌ها در نظر می‌گیریم و چه زمانی به آن به عنوان یک اغتشاش نگاه می‌کنیم؟ اگر اطلاعات جدید مانند یک اغتشاش باشد، طرحواره‌ها احتمالاً در برابر تغییرات ناشی از این اطلاعات جدید مقاومت خواهد کرد. این موارد می‌تواند قابل ارتباط با انگیزه نیز باشد. می‌توان گفت حالت پایدار زمانی اتفاق می‌افتد که انگیزه بیرونی نسبت به یک فعالیت پس از جلب توجه فرد ناپدید شود یا پس از جلب توجه به انگیزه درونی تبدیل شود.

دیدگاه رشد پیاژه

پیاژه زنجیر رشد هوشی را در بستری از کرونوسیستم بیان نمود. این بستر چهار مرحله زمانی دارد (Jean Piaget and, 1993 Barbel Inhelder). مرحله ۱[1]، حسی حرکتی است و از تولد تا ۲ سالگی گسترده شده است. فرد از حواس و توانایی‌های حرکتی خود برای درک محیط اطراف خود استفاده می‌کند. در این سن کودک دارای رفتارهای ذاتی است که به آن بازتاب می‌گویند. کودک در ابتدا با آزمون و خطا از این بازتاب‌ها استفاده می‌کند، اما به تدریج یاد می‌گیرد که چگونه از بازتاب‌ها به صورت هدفمند استفاده کند، سپس، تفکر برای او شکل می‌گیرد. چگونگی تجزیه و تحلیل اطلاعات و انگیزه

1. ST1: The Sensorimotor Stage

در ایـن مرحلـه از زندگـی فـرد مهم اسـت. طرحواره‌های اساسـی و همچنیـن کسـب دانـش اولیـه فـرد در ایـن دوره زمانـی اتفـاق می‌افتـد. در یـک نـگاه سیسـتمی، قبـل از شـروع تفکـر، در فـرد تجربیاتـی کـه بـه صـورت آزمـون و خطـا ایجـاد می‌شـوند نقش شـرایط اولیـه سیسـتم را دارنـد. پس از بـه کارگیری تفکـر پویایی سیسـتم رقـم می‌خـورد. مرحلـه ۲ [1] پیـش عملیاتی اسـت و پهنه آن از ۲ سـالگی تـا ۷ سـالگی اسـت. فـرد در ایـن دوره قـدرت تفکـر بیشـتری نسـبت به قبـل دارد. امـا هنوز مشـکلاتی در تفکر او وجـود دارد. بـه عنـوان مثـال، تمرکـز کامـل نیسـت، بـه ایـن معنـی کـه فـرد تنها بـر یک جنبـه از یک رویـداد می‌توانـد تمرکز کنـد. اینکـه یـک رویـداد بیرونـی می‌توانـد بـه عنـوان انگیـزه بر کـودک تأثیـر گذارد مهم اسـت. امـا انگیـزه بیرونی بـه دلیل عدم وجـود معیارهـای تحلیلی مناسـب ممکن اسـت بـه فعالیتی خاص منجـر شـود. انگیزه‌هـای درونـی کـه تا این سـن بـا تاثیـر پذیری از انگیزه‌هـای بیرونـی شـکل گرفته‌انـد بـه نظـر بـه راحتـی قابل تغییـر می‌رسـند. در مـواردی کـه انگیـزه بیرونـی بـا طرحواره‌های فـرد یـا انگیزه‌هـای درونـی متفـاوت اسـت، ممکـن اسـت موجب تغییـر و یـا مقاومـت در برابـر تغییـر طرحواره‌هـا گردد.

مرحلـه ۳ [2] عملیـات عینـی اسـت کـه دوره آن از ۷ سـالگی تـا ۱۱ سـالگی اسـت. در ایـن محـدوده سـنی فکـر توسـعه یافتـه و مشـکلات دوره قبـل حـل شـده اسـت امـا کـودک هنـوز قـدرت تفکـر انتزاعـی پیـدا نکـرده اسـت. کـودک در ایـن سـن توانایـی سـاختن مفاهیـم و درک ارتبـاط و حـل مسـئله ای را کـه بـرای او آشناسـت داراسـت . یکـی از تفـاوت هـای ایـن دوره بـا دوره سـنی قبـل این اسـت کـه کـودکان در دوره قبـل براسـاس ظاهر دریافتـی، تحلیـل می‌کنند اما کـودکان این دوره سـنی به واقعیتی کـه اسـتنباط کرده‌انـد، پاسـخ می‌دهنـد. در ایـن مرحلـه، بـه نظر می‌رسـد کـه تأثیـر اطلاعـات بیرونـی بـرای تغییـر طرحواره‌هـا یا تغییـر انگیزه‌هـای درونـی کـودک بـه آسـانی دوره سـنی قبلـی نیسـت، زیـرا کـودک کمـی قـدرت تحلیـل دارد (Robert, 2005 E. Slavin). ولـی طرحواره‌هـای قبلـی امـکان اصـلاح دارند. فرد در ایـن دوره می‌توانـد بپذیـرد که هـر عامل بیرونـی انگیزه بخش بـرای او ممکـن اسـت بـرای فـردی دیگـر انگیـزه بخش نباشـد. اهمیـت ایـن نکتـه ایـن اسـت کـه فـرد پـس از مقایسـه خـود با دیگـران ممکـن اسـت چیـزی را درخـور انگیزه شـخصی انتخاب می‌کنـد.

مرحلـه ۴ [3] عملیـات انتزاعی اسـت که از ۱۱ سـالگی آغاز می‌گردد و تـا بزرگسـالی ادامـه دارد. در ایـن مرحلـه فـرد بـه قـدرت تفکر انتزاعـی و بررسـی شـرایط فرضـی می‌رسـد. ممکن اسـت فرد در ایـن مرحلـه عواقـب انگیزه‌هـای بیرونـی را بـدون تجربـه اثـرات آنهـا پیـش بینـی یا تصـور کند.

۳. هرم نیازهای مزلا

مـزلا زنجیـره نیازهـا را بـرای مطالعـه چگونگـی مشـارکت ذاتـی انسـان‌ها در انگیـزش رفتـاری در قالـب یـک مـدل ارایـه کـرد کـه در آن از اصطلاحـات «فیزیولوژیکـی»، «ایمنـی»، «تعلـق و عشـق»، «نیازهـای اجتماعـی» یـا «احتـرام» و «خودشـکوفایی» بـرای توصیـف الگوهـای انگیزه‌هـای انسـانی بهـره گرفتـه شـده اسـت (Abraham Maslow, 1987). بـرای دریافـت انگیـزه ورود بـه مرحلـه‌ای از نیـاز، مقدمـات آن مرحله بایـد در درون فرد بـه طـور نسـبی بـرآورده شـود. بر اسـاس دینامیسـم ایـن زنجیره از نیازهـا می‌تـوان پیونـد میـان تـلاش و انگیـزه را درک نمـود. فـرد در هـر مرحلـه مقـدار معینـی از حـس درونـی خـود را تامین می‌کنـد تـا بتوانـد سلسـله مراتـب خـود را بپیمایـد. بـرای هـر فـرد در هـر نیـاز می‌تـوان آسـتانه تامیـن گـذر از آن نیـاز بـرای رفتـن بـه مرحلـه ی بالاتـری از نیـاز را متصـور شـد. این آسـتانه در مرحله‌هـای بعـد نقـش یـک پارامتـر و نقطـه تنظیـم را خواهد داشـت. کمیـت آسـتانه نیازمنـد بررسـی اکولوژیـک اسـت. بنـا بر ایـن بـرای سـاخت معیـاری در مسـیر مـزلا نیازمنـد واکاوی مدل برونفنبرنـر هسـتیم. زنجیـره مـزلا شـامل نیازهـای پایه‌ای اسـت. بی‌گمـان نیازهـای فیزیولوژیـک [4] بـه عنـوان قوی‌تریـن نیازهـا، بنیادی‌تریـن انگیـزه اصلـی فـرد را شـکل می‌دهـد. اگـر فـرد زیر سـلطه نیازهـای فیزیولوزیـک ارضـا نشـده باشـد، رفتار او توسـط آن نیازهـا سـازماندهی می‌شـود. مزلا معتقد اسـت کسـانی که در گذشـته نسـبت بـه تامیـن نیـازی خـاص محـروم بوده‌اند، نسـبت بـه رضایت‌هـای کنونـی واکنـش متفاوتـی در مقایسـه باکسـانی کـه هرگـز محروم نشـده‌اند، نشـان می‌دهنـد (Abraham, 1987 Maslow). اگـر نیازهـای فیزیولوژیکـی بـه طـور نسـبی بـرآورده شـوند، مجموعـه جدیـدی از نیازهـا پدیـدار می‌شـوند کـه آنها را بـا عنـوان نیازهای مربـوط به امنیـت [5] می‌شناسـیم. در این مرحله عمـلاً همـه چیـز کم اهمیت‌تـر از امنیت بـه نظر می‌رسـند. گاهی اوقـات نیازهـای فیزیولوژیکـی تامین شـده در مرحله قبـل، در این مرحلـه یعنی دوره انگیزه کسـب امنیت دسـت کم گرفته می‌شـود. بـه نظـر می‌رسـد کـودکان خردسـال تحت سیسـتمی کـه حداقل یـک ثبـات کلی دارد و در آن برنامه‌ای روتین وجود دارد بهتر رشـد می‌کننـد. چیـزی کـه می‌تـوان روی آن نـه تنها برای زمـان حال، بلکـه بـرای آینـده نیـز حسـاب بازکرد. شـاید بتـوان ایـن موضوع را بـا دقـت بیشـتری بیـان کـرد و گفـت که فـرد کودک بـه جای محیـط سـازماندهی نشـده یـا بـدون سـاختار نیـاز به یـک محیط

1. ST2: The Preoperational Stage
2. ST3: The Concrete Operational Stage
3. ST4: The Formal Operational Stage
4. PHNs: Physiological Needs
5. SFNs: Safety Needs

سازمان یافته دارد. ریشه‌ی اینکه چرا کودک به یک دنیای روتین علاقه دارد و نیز ارتباط آن با (فکرت[1] رشد)[2] نیازمند بررسی است. محیط امن موجب می‌شود که فرد به اندازه کافی در برابر حیوانات وحشی، گرمای شدید هوا، جنایتکاران، حمله و قتل، ظلم و غیره احساس امنیت کند در نتیجه نیاز مربوط به امنیت برای او محرک انگیزه نخواهد بود (Abraham Maslow, 1987). مرحله بعدی در زنجیره مزلا نیاز به عشق محبت و تعلق[3] بی قید و شرط است. پس گذر از آستانه تامین این نیاز اخیر، شخص غیبت دوستان، معشوق، همسر، یا فرزند را به شدت حس خواهد کرد. انگیزه‌های بیرونی و درونی پارامترهای نیاز های پیشین که سازمان یافته‌اند ممکن است در تصویر انگیزه‌های این نیاز کمرنگ گردند. مرحله چهارم احساس نیاز در هرم مزلا نیاز به احترام، عزت و اعتماد به نفس[4] است. منظور از عزت نفس مستحکم، چیزی است که بر اساس ظرفیت واقعی، موفقیت و احترام از جانب دیگران استوار است. این نیازها به دو مجموعه فرعی تقسیم می‌شوند. مجموعه اول میل «به قدرت، موفقیت، کفایت، اعتماد به نفس در برابر دنیا و استقلال و آزادی»، و «میل به شهرت یا اعتبار، شناخت، توجه، اهمیت یا قدردانی» است. مجموعه دوم میل به دریافت احترام در رفتارهاست که به سه دسته «احترام گذاشتن»، «احترام نگذاشتن یا بی تفاوت بودن»، و «بی‌احترامی» تقسیم بندی می‌شوند. پایدارترین و در نتیجه سالم‌ترین عزت نفس بر اساس احترامی که فرد مستحق آن است ایجاد می‌شود (Abraham Maslow,1987). حتی اگر همه این نیازها از آستانه تامین فرد گذر کنند، باز می‌توان انتظار داشت که به زودی نیاز جدیدی رخ نماید. این نیاز که در بالای هرم مزلا قرار دارد خودشکوفایی[5] خوانده می‌شود. اصطلاح خود شکوفایی اولین بار توسط کرت گلدشتاین[6] ابداع شد. شمایل این نیاز از یک فرد به دیگری متفاوت است. فرد ممکن است که قوی‌ترین انگیزه خود در مقیاس نیازهای بنیادی فیزیولوژیکی برای اقدام را در این مرحله تجربه کند. از فردی که از آستانه تامین نیازهای مرحله‌های قبل به طور نسبی با موفقیت گذر کند، می‌توان انتظار برترین خلاقیت را داشت. مزلا معتقد است چون در جامعه، اساساً افراد راضی از تامین همه نیازهای پیش از خودشکوفایی استثنا هستند، ما در مورد خودشکوفایی چه از دید تئوری و چه از دید تجربی و بالینی اطلاعات زیادی نداریم. در نتیجه مقوله خود شکوفایی را یک مقوله چالش برانگیز برای تحقیق خوانده است.

۴. تعیین وضعیت انگیزه

انگیزه نیروی محرکی است که فرد را از مرحله شناخت به میدان عمل می‌کشاند. هر چند می‌توان مدل‌هایی کلی برای آن ارائه کرد، ولی در نهایت باید آن مدل‌ها را در چارچوب یک فرد خاص مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. باید با شناختی از میکروسیستم‌های فرد، ارتباط میکروسیستم های فرد با هم، اگزوسیستم‌های فرد، پارامترهای مهم ماکروسیستم فرد، و کرونوسیستم فرد دریافت گردد. انواع تاثیرات انگیزه داشتن/ بی انگیزگی بر فرد را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته نخست، تاثیرات دو سویه فرد و محیط که در قالب میکرو سیستم رخ می‌دهد. دسته دوم، تاثیرات یک سویه که به دو صورت کلی عمل می‌کنند. گاهی مستقیما بر خود فرد اثر می‌گذارند، مانند رسانه و فرهنگ یا وضعیت اقتصادی جامعه و گاهی به طور غیر مستقیم عارض می‌شوند مانند تاثیر وضعیت اقتصادی جامعه بر پدر خانواده، به عنوان بخشی از میکروسیستم، که حاصل آن به فرد کودک منتقل می‌گردد. نکته‌ی مهم دیگر این است که فرد به تاثیرات مختلف چگونه و چه اندازه پاسخ می‌دهد. این موضوع در دو قالب زیرقابل طرح است. قالب نخست جایگاه فرد در هرم مزلو است. و قالب دوم مرحله رشد هوشی او روی محور پیاژه. به عنوان نمونه، در مراحل اول رشد هوشی نظر خانواده نسبت به نظر دیگران در ایجاد انگیزه وزن بیشتری دارد. اما، در مراحل پایانی رشد از نظر پیاژه احتمالا نظر خود فرد یا نظر گروه دوستان او وزن بیشتری دارد.

برای مدل کردن انگیزه‌ای خاص، در گام نخست، ابتدا باید در چارچوب اکولوژی لایه‌ایی برونفنبرنر عوامل محیطی اثرگذار بر فرد را یافت. در گام دوم، برای تعیین میزان وزن همه عوامل و اثرات آنها، باید به وضعیت رشد فرد و جایگاه او در هرم مزلا توجه کرد. این دیدگاه سه بعدی شامل وضعیت در هرم مزلا، وضعیت در مدل برونفنبرنر، و وضعیت رشد شناختی، ما را به مدلی برای مطالعه انگیزه فرد می‌رساند. اگر بخواهیم به طور کلی وضعیت انگیزه‌های فرد را بررسی کنیم به یک سیستم بسیار پیچیده برمی‌خوریم، زیرا موضوعاتی که فرد نسبت به آن انگیزه دارد احتمالا متنوع باشند. در مدل پیش رو بر موضوعی خاص متمرکز می‌شویم. در این نوشتار موضوع خاص، بررسی وضعیت انگیزه نسبت به علوم پایه در دانشفران ایرانی است.

---

۱. در این نوشتار، با دریافت از فرهنگ دهخدا، برابر نهاده واژه لاتین mindset واژه ایرانی فکرت برگزیده شد.

2. Growth Mindset "A growth mindset is when students understand that their abilities can be developed," (Dweck, 2014).

3. BLNs: Love and Belongingness Needs

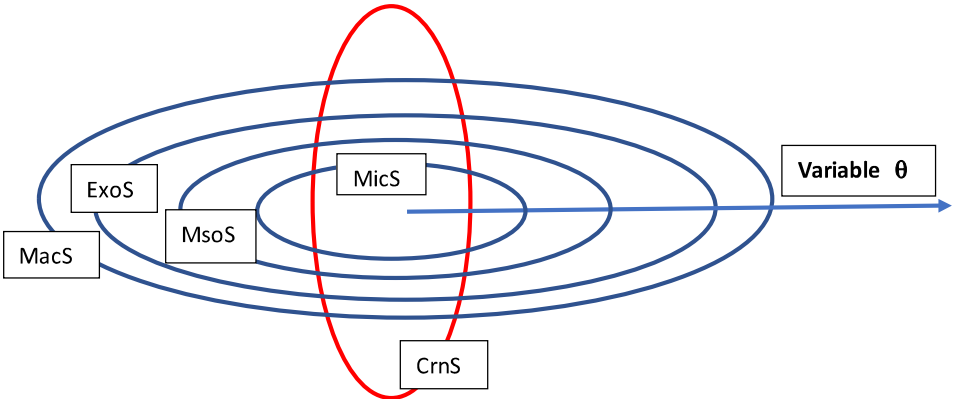
4. SENs: Self Esteem Needs

5. SANs: Self Actualization Needs

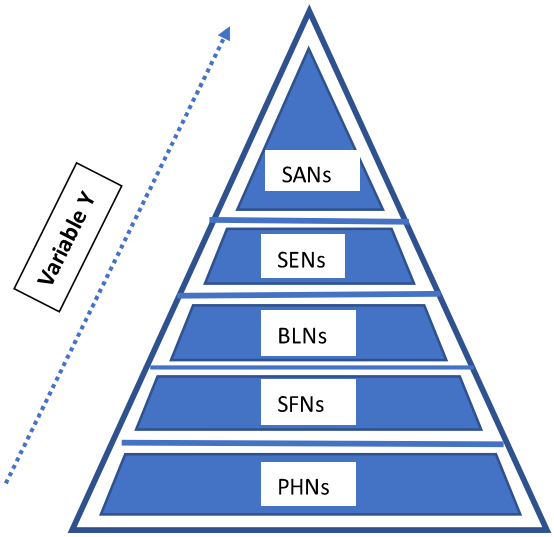
6. Kurt Goldstein (۱۸۷۸ - ۹۶۵)

۵. مدل مفهومی

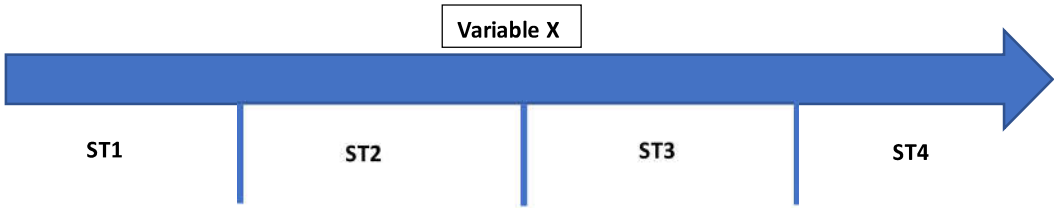
نخست نگاهی می اندازیم به لایه های برونفنبرنر در شکل ۱و هرم نیاز های مزلا در شکل ۲، و محور رشد پیاژه در شکل ۳.



شکل ۱: چکیده لایه‌ها در مدل اکولوژیک برونفنبرنر. میکروسیستم (Micro System)، مزو سیستم (Meso System)، اگزوسیستم (Exo System)، ماکروسیستم (Macro System)،کرونوسیستم (Chrono System).



شکل ۲: چکیده هرم نیازها در مدل مزلا.



شکل ۳: چکیده محور مرحله ها در نظریه رشد پیاژه.

انگیـزه دانشـفر بـرای توجـه بـه علـوم پایـه در هـر مرحلـه از نیاز و هـر مرحلـه از رشـد تحـت تاثیـر لایه‌هـای اکولوژیکـی پیرامون او قـرار دارد. بـرای توضیـح ایـن پدیـده بـه سـه متغیـر X, Y, θ توجـه می‌کنیـم. بـا توجـه بـه اینکـه موقعیـت متغیـر X اجتنـاب ناپذیرتـر اسـت، ایـن متغیـر را بـه عنـوان مبنـا در نظـر می‌گیریم. سـپس، موقعیت Y را می‌سـنجیم و بر اسـاس لایه‌هـای θ انگیزه پرداختـن بـه علـوم پایـه را بررسـی می‌کنیـم. اگـر فـرد بـر روی محـور رشـد پیـاژه در موقعیت X=ST1 قرار داشـته باشـد ترکیبی از نیازهـای Y={PHNs, SFNs, BLNs} را حـس می‌کنـد. هـر چـه پایـان این مرحلـه نزدیکتر می‌گردد، فـرد ترکیبـی از نیازهای فراتـر را نیز مطابق شـرایط سـنی حـس می‌کنـد. در بهترین حالت اکولوژیـک، لایه‌هـای θ برونفنبرنـر در خدمـت بـرآورده سـاختن ایـن نیازهـا هسـتند. امـر آمـوزش در ایـن مرحلـه موضـوع ایـن نوشـتار نیسـت. اگـر فـرد بـر روی محـور رشـد پیـاژه در موقعیت قـرار داشـته باشـد بـاز هـم ترکیبـی از نیازهـای Y={PHNs, SFNs, BLNs} را حـس می‌کنـد، ولـی بـرای ایـن فردکـودک در سـن بالاتـر ایـن مرحلـه، لایه‌هـای θ برونفنبرنـر در تجربیات علـوم پایـه فـرد در قالب‌هایـی خـاص موثـر هسـتند. ایـن مقولـه نیـز مـورد بحـث ما نیسـت. اگر فـرد بر روی محور رشـد پیـاژه در موقعیـت X=ST3 قـرار داشـته باشـد باز هـم ترکیبـی از نیازهای Y={PHNs, SFNs, BLNs} و Y={SENs, SANs} را حس می‌کنـد. در ایـن مرحلـه لایه‌هـای θ برونفنبرنـر نقـش مهمی در تجربیـات علـوم پایـه فـرد دارنـد و ممکـن اسـت بـه فـرم دهـی آن «بـرای همیشـه» بپردازنـد. در ایـن مرحلـه مهمتریـن لایـه میکروسیسـتم، مهمتریـن فضـا مدرسـه، و مهمتریـن عنصـر ایـن لایـه آمـوزگار اسـت. سـایر عناصـر و مکان‌هـای میکروسیسـتم تاثیـرات ویـژه خـود را دارند ولی امکان پوشـش آموزگار و مدرسـه را ندارنـد. سـایر لایه‌هـا و عناصـر آنهـا نیـز بـه طور غیر مسـتقیم بـر انگیـزه فـرد در گرایش بـه علوم پایه موثر هسـتند ولـی امکان پوشـش بـادوام میکروسیسـتم را ندارنـد. اگـر فـرد بـر روی محور رشـد پیاژه در موقعیت X=ST4 قرار داشـته باشـد ترکیبی پیچیده از نیازهـای Y={PHNs, SFNs, BLNs, SENs, SANs} را حـس می‌کنـد. در ایـن مرحلـه همـه لایه‌هـای θ برونفنبرنر نقش مهمـی در تجربیـات علـوم پایه فـرد خواهند داشـت.

پیـش از پرداختـن بـه ادامـه ایـن بحـث بـاز گشـت کوتاهـی بـه نظریـه مـزلا مفیـد خواهد بـود. هر نیـاز در نیازهای بعـدی نفوذی دارد زیـرا گـذر از آسـتانه تامیـن نیاز قبلی فرد را مسـتعد پاسـخ به نیـاز بعـدی می‌سـازد. انتظـار مـی‌رود کـه یـک نیـاز پـس از رفع شـدن در ایجـاد انگیـزه بی‌اثـر گـردد ولـی ممکـن اسـت دوبـاره ظاهـر شـود و فـرد را تحـت سـلطه خـود قـرار دهـد (Abraham Maslow,1987). یـک نیـاز پـس از گذر از آسـتانه تامین در جلب توجـه فـرد تاثیـر نـدارد، اما اگر بـه هر دلیلـی برآورده سـاختن آن نیـاز بـه حالت نامطلـوب برگـردد تاثیرگذارترین عامـل جلب توجه فـرد خواهـد بـود. بر اسـاس نظریه مـزلا، نیازهـا از پاییـن هرم به بـالا بایـد برآورده شـوند، اما در بازگشـت نیاز، به نظر می‌رسـد که حرکـت به ترتیـب معکوس در سلسـله مراتب الزامی نباشـد. یعنی ممکـن اسـت فرد در سـیر پاسـخ به نیاز بـه حس اعتمـاد به نفس باشـد، اما نیازهای فیزیولوژیک او را فراخوانند و او را تحت سـلطه قـرار دهنـد بـی آنکـه نیـاز بـه امنیـت یـا عضویـت او خدشـه دار شـده باشـد. برطرف کردن نیازهـای فیزیولوژیک اولویت بیشـتری دارنـد و فـرد در خدمـت رفـع آن نیازهـا خواهد بـود. در گام نهادن بـه مرحلـه بالاتـر در سلسـله مراتـب نیازهـا، تعییـن آسـتانه گذر، چگونگـی رسـیدن بـه آن آسـتانه مهـم هسـتند. مـزلا فـرد را بـه عنـوان یـک ارگانیسـم یکپارچـه در نظـر می‌گیـرد و از نظـر او در برخـورد با یـک نیاز، کل فرد نسـبت به چیزی انگیـزه پیدا می‌کند نـه فقـط بخشـی از او (Abraham Maslow, 1987). وقتـی فرد گرسـنه می‌شـود کل آن فـرد ایـن نیـاز را حـس می‌کنـد نـه فقط شـکم او. بـا الهـام از ایـن دیدگاه مـزلا می‌تـوان نیاز یـا انگیزه‌ی ناشـی از آن را بـه جـای فـرد در نظـر گرفـت و ارتباط یـا تاثیر آن از مـدل برونفنبرنـر را بررسـی نمـود. بـه عبـارت دیگـری، به این مقولـه بپردازیـم کـه هـر یـک از سیسـتم‌های مـدل برونفنبرنر در یـک نیـاز چـه تاثیراتـی دارد. اینکـه برخورد یـک نیاز بـرای اولین بـار رخ می‌دهـد یا قبـلا اتفاق افتاده و اینک بدان بازگشـت شـده، در تعریـف آسـتانه تامیـن مهـم اسـت. زیرا پـس از رفع یـک نیاز، نـوع نـگاه فـرد به سـطح مطلـوب رفع آن نیـاز ممکن اسـت تغییر کنـد. در نتیجـه احتمـالا سیسـتمی که بـرای مدل انگیـزه طراحی می‌شـود بایـد حافظـه دار باشـد. پس سـطح مطلوب رفـع یک نیاز متغیـر اسـت و بـه شـرایط مختلفی بسـتگی دارد. منظـور از تغییر فقـط متغیـر بـا زمـان نیسـت، بلکـه وابسـته بـه شـرایط مختلـف درونـی و بیرونـی فرد اسـت کـه با مـدل برونفنبرنر و پیـاژه ارتباط نزدیکـی دارد. محیـط و سیسـتم‌های مـدل برونفنبرنـر در تعییـن سـطح مطلـوب فـرد در رفـع نیـاز و در چگونگـی رسـیدن بـه حد مطلـوب تاثیـری دارنـد. مـزلا تاکید نمـوده که رفـع نیازهـا، بویژه در سـال‌های اولیـه‌ی زندگـی، باعث قوی‌تر شـدن آنهـا در مقابله بـا نیازهـا در آینـده می‌شـود. شـاید بتـوان نتیجه گرفت کـه اولین برخوردهـای هـر فـرد بـا هر نیـاز مهم‌تریـن برخـور او بـا آن نیاز اسـت. بـر اسـاس ایـن توضیحـات، مدلـی از نـوع پسـخور منفـی بـرای تحـول انگیـزه براسـاس نظریـه برونفنبرنـر، نظریـه مزلو، و نظریـه پیاژه قابل پیشـنهاد اسـت.

بـرای ادامـه بحـث نیازمنـد یک وجـه دیگر نیـز هسـتیم. آن وجه نظریـه انتخـاب گلسـر[1] اسـت. در برابر هـرم نیازهای مزلا، گلسـر پنـج نیـاز را مطـرح می‌کنـد کـه شـباهت‌ها و تفاوت‌هایـی بـا

1. William Glasser (1925 - 2013)

نیازهـای مـزلا دارنـد.در این نوشـتار به یـک جنبه مهـم از نظریه گلسـر می‌پردازیـم کـه سـاختن آسـتانه تامین نیـاز و شـیوه گذر از آن را از اختیـارات فـرد قلمـداد می‌کنـد. در نتیجـه، فـرد رفتارهای خـود را خـودش انتخـاب می‌کنـد و هـر رفتـار فـرد هدفمنـد اسـت. بنابرایـن هـر چنـد گـذر از سلسـله مراتـب نیازهـای مـزلا اجتناب‌ناپذیـر اسـت، ولی آسـتانه تامین گذر از نیـاز از انتخاب‌های فـرد اسـت. ایـن مفهوم تـازه انتخاب در دیـدگاه گلسـر را می‌توان بـه سیسـتم‌ها اکولوژیـک برونفنبرنـری در برگرفته فـرد در هر پله از نیازهـا و در هـر مرحله از رشـد توسـعه داد.

۶. انگیزه ورود به علوم پایه

اینـک بـاز می‌گردیـم بـه انگیـزه ورود به علـوم پایه بـرای فردی کـه بـر روی محـور رشـد پیـاژه در موقعیـت X=ST4 قـرار دارد و ترکیبـی از نیـاز هـای Y={PHNs, SFNs, BLNs, SENs, SANs} را بـا گـذر از آسـتانه تامیـن برخـی یـا همه آنهـا حس و تجربـه می‌کنـد.

بـا گـذر متغیـر مربوط به نظریـه‌ی پیـاژه از مرحله‌ی چهـارم یعنی بعـد از ۱۱ سـالگی همـه‌ی نیازهـای مـزلا بـرای فرد قابـل تصور اسـت. ابتـدا بـه ایـن موضـوع می‌پردازیـم کـه انگیـزه نسـبت به علـوم پایـه بـرای فـرد در قالـب کـدام نیاز/نیازهـا ممکـن اسـت جلـوه کنـد یـا انگیـزه نسـبت به علـوم پایه در راسـتای رفـع کدام نیاز/نیازهـا ممکـن اسـت مفیـد باشـد. سـپس بـه ایـن موضـوع می‌پردازیـم کـه هـر یـک از ایـن نیازهـای مرتبـط بـا علـوم پایه از کـدام لایـه مـدل برونفنبرنـر تاثیر پذیر هسـتند. در پایـان، تاثیر عـدم تامیـن یـک نیـاز مرتبـط را بـر مرحله‌هـای بعـد هـرم مزلا بررسـی می‌کنیـم. اینکـه وجـود انگیزه نسـبت به علوم پایه ناشـی از رفـع نیـاز فیزیولوژیکـی باشـد کمی دور از حالـت معمول به نظر می‌رسـد، ولـی در ایـن رابطـه می‌تـوان بـه جنبه‌هـای پایه‌ای‌تری پرداخـت کـه دانـش فنـی ناشـی از علـوم پایـه را بـه مقولـه بقـا ربـط می‌دهنـد. در ایـن نوشـتار بـه ایـن موضـوع نمی‌پردازیـم. مثال‌هایـی از امنیـت در کتـاب انگیـزه و شـخصیت مـزلا تحـت عنوان‌هـای پایـداری و وابسـتگی، حمایـت و حفاظـت، آزادی از تـرس و اضطـراب، قانـون و نظـم و ترتیـب امـور آمـده اسـت. از نشـانه‌های نیـاز فـرد کـودک بـه ایمنـی، ترجیـح او بـه نوعـی روال یـا ریتـم بـدون اختـلال اسـت. بـه نظـر می‌رسـد کـه چنین فـردی جهانـی قابـل پیش بینـی، قانونمنـد و منظـم می‌خواهد. به عنـوان مثـال، بی‌عدالتـی یا عـدم ثبـات در والدین باعث می‌شـود کـودک احسـاس اضطـراب و ناامنی کند. نقش والدین در تشـکیل خانـواده عـادی همـراه بـا آرامش بسـیار مهم اسـت. نـزاع، تجاوز فیزیکـی، جدایـی، طـلاق یا مـرگ در خانـواده ممکن اسـت برای فرد وحشـتناک باشـد. مـزلا در کتاب خـود می‌گویـد (Abraham Maslow, 1987):

جامعـه‌ی صلـح آمیـز، آرام، باثبات و خـوب معمولاً باعث می‌شـود کـه اعضـای آن در برابـر حیوانـات وحشـی، گرمـای شـدید هـوا، حملـه جنایتکارانـه، قتـل، هـرج و مـرج، اسـتبداد و غیره احسـاس امنیـت کنند.

ارتبـاط امنیـت بـا اضطـراب شـایان توجـه اسـت. بـرای تعییـن وضعیـت اضطـراب فـرد از نظر میـزان تامین یـک نیـاز می‌توانیم با کمک فرایند دی اس ام تشـخیص اختـلالات ذهنی[1] اطلاعاتی به دسـت آوریم(DSM, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 2013). در خانواده‌هـا، روش‌هـای تعیین سـطح دانـش آمـوز در درس مربـوط به علـوم پایه معمولا به سـه دسـته تقسـیم می‌شوند.

۱. بـا شـناخت علاقـه، توانایـی و سـبک یادگیـری فرزنـد خـود معیارهایـی را مشـخص می‌کننـد. اینکـه علـوم پایـه در راسـتای علاقـه‌ی فرزند باشـد یـا خیر برای خانـواده قابل درک اسـت. این حالـت احتمـالا از نظـر روانـی بـرای فرزند امنیـت ایجـاد می‌کند.

۲. بـدون توجـه بـه علاقـه، توانایی و سـبک یادگیـری فرزند خود صرفـا با بررسـی نمـره‌ی درس‌های مربوط بـه علوم پایـه ارزیابی توانایی‌هـای او می‌پـردازد. تـرس از قضـاوت شـدن باعـث نوعـی نگرانـی می‌شـود که جلـوه‌ای از عـدم وجـود امنیت روانی اسـت.

۳. بدتریـن روش کـه متاسـفانه رایج هم به نظر می‌رسـد مقایسـه فرزنـد بـا سـایر هـم سـن و سـالان اوسـت. ایـن اتفـاق شـاید بیشـترین تاثیـر را در از بیـن بردن امنیت روانی داشـته باشـد. زیرا ممکـن اسـت (طبـق معیـار نمـره) نمـره ای در روش ۲ در درس مربـوط بـه علـوم پایـه برای فرزنـد نمره‌ی خوبی باشـد امـا همان نمـره در مقایسـه بـا فـردی کـه نمره‌ی کامـل گرفته اسـت (طبق روش ۳) نمـره بـدی ارزیابی شـود.

واضـح اسـت کـه طبق لایه‌هـای برونفنبرنر سـطح میکروسیسـتم بیشـترین تاثیـر را بر دانشـفر دارد. امـا اگر به روش دو و سـه بیان شـده دقـت کنیـم، والدین تحـت تاثیر نمره‌ای اعلام شـده توسـط مثـلا معلـم ریاضـی و مدرسـه قـرار می‌گیرنـد و رفتاری بـا فرزند خـود می‌کننـد کـه باعـث ایجـاد نگرانـی بـه عنـوان جلـوه‌ای از عـدم وجـود امنیـت روانـی می شـود. از نظـر لایه‌هـای برونفنبرنر می‌تـوان ایـن سـطح را ارتبـاط بیـن میکروسیسـتم‌ها کـه همـان مـزو سیسـتم اسـت در نظـر گرفـت. بـه نظـر می‌رسـد کـه، ایـن ارزیابـی کـه توانایـی تحصیلـی معادل اسـت بـا توانایـی در درس ریاضـی موضوعـی اسـت کـه بایـد در سـطح ماکروسیسـتم مورد بحـث قـرار گیـرد. روش سـوم احتمـالا ناشـی از حـس رقابـت والدیـن دانشـفر بـا دوسـتان او یـا همسـطحان اوسـت. در ایـن حالـت فـردی را در شـرایطی مشـابه داریـم کـه دانشـفر ممکـن

1. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders

است اصلا او را ندیده باشد و یا به او از منظر رقابت توجه نکرده باشد و یا اصولا ارتباطی با او نداشته باشند. مستقل از دستاوردهای فرد، این امکان وجود دارد که اولیای دانشفر برای اینکه نشان دهند اولیای موفق‌تری در تربیت فرزند هستند به چنین رویه‌ای روی آورند. به نظر می‌رسد که این سطح به اگزو سیستم مرتبط باشد. شاید این موضوع به طور مستقیم هم به دانشفر بیان نشود اما ممکن است در ذهن پدر و مادر، مهمترین عامل ایجاد فشارهای روانی باشد. رقابت دانشفران گاهی موجب از بین رفتن آرامش روانی می‌شود. نگرانی ناشی از رقابت مانعی برای لذت بردن از فرایند یادگیری است و نیز عاملی برای ایجاد نگرانی در دانش آموز. گفتگوهای رقابتی مستقیم دانش آموزان با هم در سطح میکروسیستم است اما فضای رقابتی نامناسب ایجاد شده در مدرسه در سطحی وسیع تر از میکروسیستم یعنی اگزوسیستم عمل می‌کند. زیرا نیازهای آموزشی ویژه دانش‌آموز در طراحی روش‌های آموزشی مدرسه در نظر گرفته نمی‌شود. اگر دانش آموز در درس ریاضی امنیت روانی نداشته باشد، احتمالا از بودن در گروه دانش‌آموزان با وضع تحصیلی بهتر پرهیز می‌کند. زیرا احتمالا چه از نظر ذهن خود و چه از نظرگاه احتمالی همکلاسی‌های خود احساس نگرانی خواهد کرد. در نتیجه اعتماد به نفس خود را نیز از دست می‌دهد و دچار فکرت ثابت می‌شود. این اتفاق سبب می‌شود همواره خود را دست کم بگیرد و آن چیزی که از خودشکوفایی برای خود تصویر می‌کند نیز سطح پایین‌تری پیدا می‌کند. فرد در مرحله‌ی نیاز به محبت و احساس تعلق تشنه‌ی روابط محبت‌آمیز است و به دنبال جایگاهی در گروه یا خانواده خود با شدت تمام تلاش می‌کند. اکنون او به شدت دردهای تنهایی، طرد شدن، بی‌دوستی، را احساس خواهد کرد. بعد از اینکه فرد از نظر امنیت روانی این ظرفیت را در خود دید که به عضویت یک گروه در آید کم کم انتظار او بالاتر می‌رود و جایگاهی مختص به خود را در آن گروه خواهد جست. یکی از راه‌های محبوب بودن در نگاه دانش‌آموزان دیگر، در نگاه معلم، و در نگاه والدین، بهبود عملکرد در علوم پایه و درس ریاضی است. اینکه دانش آموز می‌تواند توانایی های خود را در ریاضی شکوفا کند یا خیر، به نوع تدریس و رفتار معلم و نیز به شرایط او در خانه بستگی دارد که همگی در لایه میکروسیستم قرار می‌گیرند. تصمیمات آموزشی مدرسه نیز در عملکرد دانش آموز در درس ریاضی موثر است که در لایه‌ی اگزوسیستم قرار می‌گیرد. گاهی اوقات دانش آموزان به دنبال جلب محبت معلم هستند و این تلاش برای جلب توجه با فعالیت‌های زیاد درسی یا حتی شیطنت‌های کلاسی برای مورد توجه واقع شدن همراه می‌شود. برخی دانش آموزان که اغلب پاسخ‌های درست به پرسش‌های معلم نمی‌دهند، برای نظر دادن پیرامون یک سوال سماجت دارند. برخی دانش‌آموزان قبل از رسیدن به نتیجه‌ی نهایی مایل‌اند ایده اولیه‌ی خود را به آگاهی سیستم برسانند. برخی نیز راه‌های ناموفق خود را در مسیر حل یک سوال با معلم به اشتراک می‌گذارند. این عملکردها به نیاز به محبت و احساس عضو موثر بودن در کلاس مربوط می‌گردد. هدایت درست این عملکردها موجب بهبود در انگیزه دانش‌آموز در پرداختن به ریاضی یا علوم پایه می‌شود. در صورتی که نیاز به محبت و بنیان‌های تعلق به کلاس درس در دانش آموز تامین نشود احتمالا دانش آموز کم کم نسبت به معلم ریاضی، سپس نسبت به کلاس ریاضی و در نهایت نسبت به درس ریاضی بی انگیزه می‌شود. گاهی این دسته افراد در کلاس مورد بی‌توجهی معلم نیز قرار می‌گیرند و کم کم احساس غریبه بودن در کلاس می‌کنند. این موضوع ممکن است فرد را به نیاز قبلی یعنی نیاز به تامین امنیت روانی برگرداند. در صورت تامین این نیاز احتمالا فرد پس از تبدیل شدن به یک فرد محبوب به دنبال این هدف می‌رود که شخصیت محوری نیز پیدا کند به طوری که حرف او در جمع دارای مقبولیت باشد و نظرات او وزن دار جلوه کند. این وضعیت چیزی شبیه به نیاز به داشتن احترام و اعتماد به نفس است. ارضای نیاز به عزت نفس به احساس اعتماد به نفس، ارزش، قدرت، توانایی و کفایت، مفید و ضروری بودن در دنیا منجر می‌شود. خنثی کردن این نیازها باعث ایجاد احساس حقارت، ضعف و درماندگی می‌شود. همان طور که در بخش‌های مقدماتی این نوشته بیان کردیم مزلا در کتاب خود می‌نویسد (Abraham Maslow, 1987):

پایدارترین و در نتیجه سالم‌ترین عزت‌نفس بر اساس احترام مستحق دیگران است تا تحسین بی‌جا.

توجه داشته باشیم که رفتارگرایی (Skinner, 1976) انگیزه‌های پایدار ایجاد نخواهد کرد. حمایت‌های تشویقی معلم گاهی بیشتر از سطح واقعی دانش آموز است. پس از مدتی در صورت تکرار این موضع معلم از این تشویق‌ها صرف نظر می‌کند و نیز دانش آموز متوجه غیرواقعی بودن این تشویق‌ها می‌گردد. شاید در ابتدا تشویق‌ها باعث افزایش اعتماد به نفس دانش آموز می‌شد اما با ادامه دادن تشویق‌های غیرواقعی اثر انگیزه بخشی آن از بین خواهد رفت. وضعیت خوب در درس‌های علوم پایه به خصوص ریاضی باعث محترم بودن در خانواده نیز می‌گردد. این موارد در سطح میکروسیستم هستند اما اینکه چرا دانش آموز محترم بودن را معادل با خوب بودن وضعیت درسی در ریاضی می‌داند چیزی است که شاید از طرف جامعه، که در لایه ماکرو سیستم است، به او القا شده است. همچنین تصمیات مدرسه برای تشویق دانش آموزان بر مبنای نمرات درسی به خصوص علوم پایه و ریاضی، که

در لایه اگزوسیستم است، در حس محترم بودن دانش آموز در ذهن خود موثر است. اگر نیاز به احترام و اعتماد به نفس در فرد تامین نشود ممکن است فرد حرکت معکوسی در هرم مزلا انجام دهد. در صورت تامین احترام، دانش آموز به این اعتماد به نفس می‌رسد که می‌تواند به سطح‌های بالاتری در ریاضی فکر کند و آن چیزی که می‌خواهد به آن تبدیل شود را در سطح بالاتری متصور می‌شود. این همان قرار گرفتن در سایه خودشکوفایی است. رسیدن به زیر سایه بالاترین سطح در هرم مزلا که خودشکوفایی است، نیازمند طی نمودن مسیری متناسب با شرایط فرد است. در این مرحله فرد یک الگو در ذهن خود ترسیم می‌کند و تلاش می‌کند به آن تبدیل شود. معمولا این الگوها تحت تاثیر میکروسیستم‌هایی مثل خانواده و مدرسه در دانش آموز ایجاد می‌شوند. امروزه با در دسترس بودن انواع رسانه‌ها می‌توان آن‌ها را هم جزو اگزوسیستم‌های بسیار موثر در نظر گرفت. اگر خودشکوفایی اولیه فرد تامین شود، او سطح بالاتری از خودشکوفایی را برای خود تعریف می‌کند. ممکن است دیگر نیازهای قبلی او برای او اهمیت قبل را نداشته باشند. به عنوان مثال، دیگران در امنیت روانی او تاثیر کمتری خواهد داشت و خودش را وضعیت قبلی خود مقایسه می‌کند نه طبق نظر دیگران. اینکه در راستای خودشکوفایی، دیگران او را دوست خواهند داشت یا نه نیز برای او بی اهمیت خواهد شد[1]. یک فرد ممکن است برای رسیدن به آن چیزی که از نظر درسی خواسته اوست به وضعیت همکلاسی‌های خود توجه نکند و این بدان معنی است که نیاز به محبت همکلاسی‌ها و حس عضویت بر توجه او تاثیری نگذارد. البته ممکن است دانش‌آموزان خودشکوفایی خود را در گرو تامین نیازهای قبلی ببینند و همچنان تحت سلطه آن نیازها قرار داشته باشد. گاهی یک فرد خودشکوفایی خود را در تبدیل شدن به فردی محبوب (با تعاریف متنوعی از مفهوم محبوبیت) در مدرسه تعریف می‌کند. تعریف خود شکوفایی مرتبط با مدل فرد- موضوع- محیط است. یعنی دانش‌آموز در تعیین آن چیزی که می‌خواهد به آن تبدیل شود، ارزش‌های ماکرو سیستمی را که در آن زندگی می‌کند مورد توجه قرار می‌دهد. ثروتمند شدن، دانشمند شدن، انسانی خیرخواه شدن، و مانند آنها هم اثر پذیر از ماکروسیستم هستند هم از طریق رسانه‌های اگزوسیستم‌های در انتخای الگوی دانش‌آموز اثر گذارند. همه‌ی موارد فوق در بستر کرونوسیستم اتفاق می‌افتد. یعنی اینکه فردی در پایه‌ی هفتم سطحی از امنیت روانی، محبت، اعتماد به نفس و احترام، و نیز خودشکوفایی را برای خود تعریف می‌کند با معیارهای تعیین سطح هر یک از موارد اشاره شده در سال قبل از ورود به دانشگاه برای او احتمالا تفاوت‌های عمده‌ای خواهد داشت. نکته‌ی مهم دیگر این است که علت علاقه‌ی دانش آموز به علوم پایه در راستای رفع کدام نیاز از سلسله نیازهای مزلا است؟ کدام نیاز باعث انگیزه و مداومت بیشتر در علوم پایه می‌شود؟ اگر دانش آموز به دنبال جلب توجه معلم باشد و این نیاز با توجه معلم درس دیگری تامین شود، آیا انگیزه ی او نسبت به علوم پایه کم و نسبت به آن درس دیگر بیشتر می‌شود؟

مسئله اصلی در اینجا رقابت بین علوم پایه و سایر فعالیت‌های آموزشی نیست. مسئله اصلی این است که فرد در محیطی قرار گیرد که امکان انتخاب تجربیات را در هر شاخه‌ای از جمله علوم پایه داشته باشد. در سایه این آزادی توزیع علاقه‌مندان به علوم پایه معقول خواهد شد. یک موضوع تاثیرگذار رایج بر علاقه‌ی دانش آموزان به علوم پایه که ناشی از ماکروسیستم و اگزوسیستم است، ارزش‌های اجتماعی، تاثیر وضعیت اقتصادی، و میزان احترام یک فرد تحصیلکرده در علوم پایه در جامعه است. علت علاقه فرد به علوم پایه و اینکه ناشی از کدام نیاز است برای هر فرد به طور منحصر به فرد تعریف می‌شود. شاید بتوان با بررسی میدانی به یک نتیجه گیری رسید. این ایده موضوع پژوهشی برای ادامه موضوع مطرح شده در این نوشتار است. همچین ارتباط سطح تعیین نیازها با اختلالات روانی نیز می‌تواند معیارهای روشن‌تری برای تعیین وضعیت رفع هر نیاز و جایگاه فرد در هرم مزلا در اختیار ما قرار دهد.

۷. چرا جریان انگیزه ورود به علوم پایه مهم است

تا اینجا به طور مختصر به مسائل و مواردی که در تحلیل انگیزه ورود و تداوم در علوم پایه مهم هستند پرداختیم. ولی جای این پرسش نیز باز است که اصولا چرا جاری بودن انگیزه برای ورود به علوم پایه و تداوم در آن مهم است. موضوع این پرسش این نیست که چرا علوم پایه مهم است، چرا که پاسخ آن در وابستگی همه شئونات زندگی فردی و اجتماعی به فناوری و وابستگی عمیق فناوری به علوم پایه بسیار روشن است. موضوع این پرسش این است که چرا ما باید تلاش کنیم تا در جامعه خودمان انگیزه ورود دانشفران به علوم پایه جریانی دایمی باشد. اگر جامعه‌ای داعیه ایجاد فناوری داشته باشد بدیهی است که بالاترین سطح ممکن علوم پایه برای آن جامعه ضروری است. این ضرورت ایجاب می‌کند که در آن جامعه همواره افرادی در توسعه روزمره علوم پایه حضور داشته باشند. این فرایند باید جاری و ساری باشد و افق توقف و حد توقفی نداشته باشد. هر گونه افول در این

۱. تجربه بسیاری از دانشمندانی که در راستای نوآوری‌های خود مورد انتقاد لایه‌های اکولوژیکی بوده‌اند ولی راه خود را مستقل از دیدگاه‌های لایه‌ای پیش برده‌اند گویای این است که تجربه فایق آمدن بر نیازهای سه گانه PHNs, SFNs, BLNs می‌تواند فراد را در مرحله برآورده ساختن نیاز به خود شکوفایی نسبت به بازگشت چنین سه گانه‌ای ایمن سازد و یا آستانه گذر از تامین آنها را آسان‌تر کند.

جریـان انگیزه–محـور نوید دهنده کاهش سـطح فنـاوری در آینده نسـبت بـه جریان جـاری جهان خواهـد بود. و اگر جامعـه‌ای داعیه ایجـاد فنـاوری را نداشـته باشـد بـاز هم به دلیـل دیگـری نیازمند رشـد علـوم پایـه و آمـوزش آن در جامعه اسـت.

بـه کار گیـری فناوری نیازمند سـطح مناسـبی از علوم پایه اسـت. بـا توجـه بـه رشـد جهانـی فناوری‌هـای نـو، بـرای حفـظ توانایی اسـتفاده از آنهـا لازم اسـت کـه علـوم پایـه در کشـور گسـترش متناسـبی داشـته باشـد. ایـن گسـترش نیازمنـد دائمـی توسـعه نیـروی انسـانی در علـوم پایـه اسـت و این امـر نیز نیازمنـد جاری بـودن انگیـزه ورود بـه علـوم پایـه و تـداوم در آن اسـت. توقـف/ کاهـش در فراینـد انگیـزه ورود بـه علـوم پایـه و یـا تـداوم نیافتن حضـور افـراد متخصـص و آمـوزش دیـده در آن، در گام نخسـت موجـب کاهـش ابداعـات فناوری‌هـای نویـن اسـت و در گام‌های بعـد، شـاهد کاهـش مهارت‌هـای اسـتفاده از فناوری‌هـای موجود خواهیـم بـود. بنـا بـر ایـن پرداختـن بـه جریـان انگیـزه ورود بـه علـوم پایـه و تـدام در آن به عنـوان یک موضـوع علمی–اجتماعی بسـیار مهم اسـت. لازم به ذکر اسـت که این نوشـتار تنها دیباچه کوتاهـی اسـت بـر آنچـه کـه در ایـران باید بـه آنها توجه شـود و پرداخـت بسـیار مفصلـی لازم اسـت تـا موضـوع بـه طـور دقیـق شـکافته شود.

منابع

Abraham Maslow, Motivation and Personality, 3rd ed., Longman,1987.

Abraham Maslow, A theory of Human Motivation, Wilder Publications; Illustrated edition, 2022.

Urie Bronfenbrenner, The Ecology of Human Development: Experiments by Nature and Design, Harvard university press, 1979.

Urie Bronfenbrenner and Pamela A. Morris, The Bioecological Model of Human Development, In R. M. Lerner & W. Damon (Eds.), Handbook of child psychology: Theoretical models of human development, 793–828 John Wiley & Sons, 2006.

Carol S. Dweck, Mindset: The New Psychology of Success, Random House Publishing Group, 2007.

Carol S. Dweck, The power of believing that you can improve. TED Talk, 2014. Retrieved from: https://www.ted.com/talks/carol_dweck_the_power_of_believing_that_you_can_improve.

DSM, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, American Psychiatric Association, 5th ed., 2013.

Edward L.Deci, Intrinsic Motivation (Perspectives in Social Psychology), Springer, 2011.

William Glasser, Control Theory: a new explanation of how we control our lives, Harper & Row, 1985.

William Glasser, Choice Theory: A New Psychology of Personal Freedom, HarperCollins Publishers, 1999.

David J. Kupfer, Anxiety and DSM۵-, Dialogues in Clinical Neuroscience, Volume 17, Issue 3, 245-246 2022.

Arnold Modell, The Private Self, Harvard University Press, 1993.

Jean Piaget and Barbel Inhelder, La psychologie de l›enfant, Presses Universitaires de France, 1993.

Jean Piaget, the child conception of the world, International Library of Psychology Philosophy and Scientific Methods ,1929.

Richard M. Ryan and Edward L. Deci, Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions, Contemporary Educational Psychology, Volume 25, Issue, 1, 54-67 2000,.

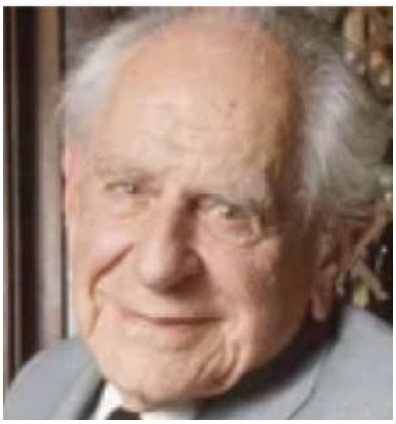
Richard M. Ryan and Edward L. Deci, Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness, The Guilford Press, 2017.

B.F. Skinner, About Behaviorism, Vintage, 1976.

Robert E. Slavin, Educational Psychology: Theory and Practice, ۸th ed., Allyn & Bacon, 2005.

درآمدی بر اندیشه‌های پوپر
در نگرش علمی،زیست شناسی و تکامل

علی فرازمند
دانشکده زیست شناسی دانشگاه تهران و عضو شاخه زیست شناسی فرهنگستان علوم.
afarazmand@ut.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱



چکیده

کارل پوپر، به‌عنوان فیلسوف علم و جامعه‌شناسی، بویژه به‌خاطر دو اثر اندیشمندانه وی منطق کشف علمی و جامعه باز و دشمنانش چهره‌ای بس شناخته شده است. او کمتر به خاطر دیدگاه‌هایش در زیست شناسی و به طور خاص در نظریه‌های تکامل مشهور است. آثار برجسته دیگر او از جمله دو اثر او با عناوین «*خود و مغزش*» [1] و «*مشکل بدن-ذهن*»[2] به ذهن، مسئله آگاهی و چگونگی تأثیر افراد بر تکامل می‌پردازند. پوپر را عموماً یکی از بزرگترین فیلسوفان علم قرن بیستم می‌دانند. جان اکلس[3] در مورد کار وی می‌گوید:«علم چیزی بیش از روش آن نیست، و روش آن چیزی بیش از پوپر نیست.»[4]

زندگی و شخصیت پوپر

کارل رایموند پوپر در ۲۸ ژوئیه ۱۹۰۲ در وین متولد شد. پدر و مادرش، او را در فضایی آکنده از کتاب و اندیشه تربیت کردند. پدرش وکیل و فراتر از آن یک دانشگاهی بود، اما به آثار کلاسیک و فلسفه علاقه زیادی داشت و علاقه مندی به مسائل اجتماعی و سیاسی را در کارل پرورش داد. مادرش چنان اشتیاق به موسیقی را در وی برانگیخت که کارل زمانی به فکر انتخاب موسیقی به عنوان حرفه بود. شاید با همین زمینه علاقه، تاریخ موسیقی را به عنوان موضوع دوم برای دکتری خود انتخاب کرد. عشق او به موسیقی همواره یکی از نیروهای الهام‌بخش در رشد اندیشه‌اش تبدیل شد و در تفسیر بسیار بدیع اواز رابطه بین تفکر جزمی و انتقادی، در روایتش از تمایز بین عینیت و ذهنیت، و فراتر از اینها خود را نشان داد.

پوپر در ۱۶ سالگی مدرسه را ترک کرد و به عنوان دانشجوی مهمان در دانشگاه وین در کلاس‌های درس ریاضیات، فیزیک، فلسفه، روان شناسی و تاریخ موسیقی شرکت جُست. در ۱۹۱۹ مجذوب گروه‌های چپ – ولی خیلی زود از مارکسیسم به خاطر اصولگرائی جزمی آن رویگردان شده، این ایدئولوژی را کنار نهاد.

او از همان ایام نوجوانی با علاقه مندی به روان شناسی و کشف اندیشه‌های فروید و آدلر مدتی در کلینیک‌هایی که با

1. *The Self and Its Brain*
2. *Knowledge and the Body-Mind Problem*
3. John Eccles
4. Stanford Encyclopedia of Philosophy

مکتب آدلری اداره می‌شدند همکاری کرد. شیفته روح انتقادی انیشتین شد، آنچه که در آثار مارکس، فروید و آدلر پیدا نکرد- چرا که از نگاه او این چهره‌های برجسته در هر آنچه می‌گفتند صرفا به دنبال تائید اندیشه‌های خود بودند. در حالی که نظریه انیشتین، به طور اساسی، پیامدهای قابل آزمایشی داشت که اگر نادرست هم بود، خود نظریه را باطل می‌کرد. بی‌شک با همین تاملات او با نقد دیدگاه‌های استقرایی کلاسیک در مورد روش علمی، به دیدگاه *ابطال پذیری تجربی*‌اش می‌رسد.

کارل پوپر از تأثیرگذارترین فیلسوفان قرن بیستم است. انتقاد وی از استقراء و معیار وضعیت ابطال‌پذیری او در مرزبندی علم و غیرعلم، کمک‌های عمده‌ای به فلسفه علم بود. انتقادش از تاریخ گرایی و حمایت از جامعه باز، او را به عنوان یک فیلسوف برجسته آزادی و عقل معرفی کرد. تمرکز بر دیدگاه‌های وی به زبان خودش، دعوت به تفکر دوباره -به دور از سوگیری‌های از سنخ ایدئولوژیک- اجازه می‌دهد او و اندیشه‌هایش را آسان‌تر درک کرد. او فضایی را که این سنخ برخوردها ایجاد می‌کند به «هوای گرمی که بدان آلرژی دارد» تشبیه می‌کند، تلویحا اینکه باید از آنها پرهیز کند.

«شاید من بر خطا باشم و شما برحق، اما اگر تلاش کنیم ممکن است به حقیقت نزدیک‌تر شویم». این عبارت را اولین‌بار کارل پوپر، در سال ۱۹۴۵ در کتاب جامعه باز و دشمنانش می‌نویسد. با نقل این دوسطر در مقدمه اثر دیگرش، *اسطوره چارچوب*، اعلام می‌کند این هسته مرکزی اصول اخلاقی اوست. دیدگاهی که آن را «عقل گرایی انتقادی» نامیده است. او می‌نویسد صورت‌بندی این عبارت و اساساً تألیف کتاب *جامعه باز* را مدیون یک عضو جوان حزب ناسیونال‌سوسیالیست می‌داند که نه نظامی و نه پلیس، ولی اسلحه‌ای به کمر ملبس به یونیفرم حزب بود. ماجرا، گویا سال ۱۹۳۳ (سال به قدرت‌رسیدن هیتلر) اتفاق افتاده باشد. مرد جوان مسلح خطاب به پوپرگفته است: «ببینم؛ می‌خواهی بحث کنی؟ من بحث نمی‌کنم؛ من شلیک می‌کنم!». پوپر معتقد بود گفتگوی دو طرف حتی بدون داشتن چارچوب مشترک فکری نیز می‌تواند مثمر ثمر باشد. با پذیرش اینکه هرچه نقاط اشتراک طرفین کمتر باشد دیالوگ دشوارتر است، معتقد بود هرگز نمی‌شود گفتگو را بی‌حاصل دانست. و آنجاکه طرفین گفتگو در همه موارد هم‌عقیده باشند، اساساً دیگر بحث موضوعیتی ندارد و حتی کسالت‌بار نیز خواهد بود.

مصاحبه گر ایتالیائی، جیانکارلو بوستی[1]، در گفتگو با پوپر درسال پایانی زندگی‌اش، با توجه به تجربه بسیار طولانی وی در نقد نظریه تاریخ گرایی مارکسیستی در توضیح قدرت و خطاهای آن، می‌خواسته بداند او در طول سال‌ها نگاهش نسبت به مردم- به‌ویژه به روشنفکران سرسخت در برابر عقایدش- چگونه بوده است. جیانکارلو کنجکاو بود که بداند مبادا طول این ایام نوعی جبرگرایی یا ناامیدی در او ایجاد کرده باشد. وی ضمن اشاره به اینکه پوپر، جز آوردن استدلال‌هائی ضدتاریخ گرایانه، به این سوال پاسخ مستقیمی نداد می‌گوید: «در واقع ممکن است کسی او را مردی بداند که در ساحل رودخانه منتظر است اجساد دشمنانش را شناور در جریان آب ببیند. اما هیچ جزء این تصویر در مورد پوپر صدق نمی‌کند: نه اجساد و نه دشمنان، و به خصوص نه رودخانه. نه دیدن اجساد که او عدم خشونت را سنگ بنای تمدن می‌دانست. نه دشمنان، زیرا دوقطبی کردن دوست و دشمن، تاریخ و سیاست دقیقاً یکی از اصلی‌ترین نقدهای او به مارکسیسم بود و نه رودخانه، زیرا پوپر ایده تاریخ را چون نهرِ آبی با سرچشمه و دهانه‌ای مشخص مسئول جنایات زیادی می‌داند.»[2]

با نگاه به سیر افکار و اندیشه‌های پوپر، به تاسی از عنوان شاید مشهورترین اثرش -*جامعه باز و دشمنانش*- بارزترین توصیف شخصیت او را می‌توان اندیشهٔ بازِ تمام عمر وی دانست. اندیشه باز اغلب دشمنان خاص خود را دارد؛ منتقدانی که با اندیشه‌های ثابت و لایتغیر به مسائل می‌نگرند جدی‌ترین دشمن اندیشه بازهستند. ذهن و اندیشه باز موهبتی است که اگر در تطبیق با تغییرات پیرامونی کوک شود تحلیل درست‌تری از تغییرات خواهد داشت و با سیالیتی که پیدا می‌کند، سیالیت تغییرات پیرامون را درک و پاسخ‌هایش را هم در زمان واقعی کوک می‌کند. بی‌شک آنچه به عنوان نقاط عطف رویدادها در خاطر می‌ماند نتایج ملموس یک روند سیال از جریان‌های نهان‌اند که تماما بوضوح در خاطر نمی‌مانند!

دیدگاه‌های پوپر در علم و روش علمی

«هیچ کس، نه خالق یک نظریه و نه کسی که سعی در درک آن دارد، نمی‌تواند درک کاملی از همه احتمالات ذاتی یک نظریه داشته باشد»[3].

پوپر

پوپر در یادداشت سال ۱۹۹۳ خود در ابتدای کتاب اسطوره چارچوب، در دفاع از علم و عقلانیت می‌نویسد:

«من خودم را در علم و فلسفه متخصص نمی‌دانم. با این حال، در تمام عمرم تلاش زیادی کرده‌ام تا چیزی از دنیایی که در آن زندگی می‌کنیم بفهمم. دانش علمی و عقلانیت

1. Giancarlo Bosetti
2. The lessons of this century, Routledge 1997.
3. Objective knowledge, Karl R. Popper, 1966

همیشه خطاپذیر یا در معرض خطا، اما مایه افتخار بشریت نیز هستند، زیرا انسان تنها موجودی در جهان هستی است که سعی در فهم چیستی آن دارد. باشد که به این کار ادامه دهیم و همچنین از محدودیت‌های جدی همه مشارکت‌های خود آگاه باشیم. من سال‌ها علیه مُدهای فکری در علوم و حتی بیشتر از مُدهای فکری در فلسفه بحث کرده‌ام. متفکرِ تابعِ مُد، در اصل، زندانی مُد خود است، و من آزادی، آزادی سیاسی و همچنین ذهن آزاد و باز را یکی از بزرگترین- اگر نگوییم بزرگترین- ارزشی می‌دانم که زندگی ما می‌تواند به ما ارزانی کند. امروزه در علوم توسل به دانش تخصصی و مرجعیت متخصصان، و در فلسفه تحقیر علم و عقلانیت مُد شده است. اغلب، این تحقیر علم و عقلانیت از یک نظریه اشتباهِ علم و عقلانیت مایه می‌گیرد که در علم و عقلانیت به مرجعیت صاحبان تخصص و کارشناسان پایبند است، اما علم و عقلانیت رابطه اندکی با تخصص و توسل به مرجعیت آنان دارد. چون همان طور که متفکر تابع مُد، زندانی آن است، متخصص نیز زندانی تخصص خود است. و رهایی از مُدها و تخصص‌های فکری است که علم و عقلانیت را ممکن می‌سازد. تعصب ناشی از مُدهای فکری، برخاسته از تخصص و مرجعیت آنها از موجبات مرگ دانش است چرا که رشد دانش کاملاً به اختلاف نظر بستگی دارد.»[1]

دیدگاه ابطال پذیری پوپر در برابر پوزیتیویسم (اثبات گرائی)

یکی از مسائل همیشگی مهم علم، یافتن استانداردها و چارچوب مفهومی مشترک برای ارزیابی و نقد تحقیقات و نظریه‌های علمی است. در این راه دو راهبرد تحقیق علمی اساسی، یکی راستی آزمایی/تأیید و تصدیق و دیگری دیدگاه ابطال پذیری پوپر است. راستی آزمایی ریشه در رویکرد پوزیتیویستی تکیه بر استقراء دارد و فرآیندی است که از طریق مشاهدات و تجربه به انجام می‌رسد. پوپر در انتقاد از رویکردهای پوزیتیویستی و استقرایی علم، دیدگاه ابطال پذیری را مطرح می‌سازد. ابطال پذیری مبتنی بر استدلال قیاسی ادعا دارد یک نظریه علمی زمانی معتبر است که ابطال پذیر باشد. تفکر پوزیتیویستی سنتی یا منطقی، مشاهده و آزمایش مجزا را به عنوان مسیری برای اطمینان استنباط می‌کند اما یک فرضیه در صورتی ابطال پذیر است که یک یا مجموعه‌ای از گزاره و مشاهده منطقی با آن ناسازگار باشند. اصل ابطال پذیری موضوع علم را چیزی قابل آزمون و خطا می‌سازد، چیزی که با این وضوح پیش از وی بیان نشده بود. آنچه که خود او معیاری ضروری برای مرزبندی بین علم و هرآنچه غیر یا شبه- علمی است می‌دانست.

دیدگاه ابطال پذیری پوپر با هر انتقادی که [کاملا] کنار گذاشته شود جایگزین آن بی‌شک قطعی دانستن هر دستاورد- بویژه دستاوردهای متمایز و چشمگیر - علمی بر مبنای دیدگاه مرسوم پوزیویتیستی خواهد بود. چیزی که در تاریخ علم در درازمدت همیشه قابل انتقاد بوده و هست. در چارچوب این مقاله که هدفش ذکر دیدگاه‌های پوپر در مورد مسائل زیست شناختی و تکامل است ما لزوما به دنبال بحث در مورد اثبات یا نفی دیدگاه ابطال پذیری نیستیم، اما موضوع را با پاسخ خود پوپر در جواب منتقدان خلاصه می‌کنیم.

پوپر در پاسخ به منتقدان نظریه ابطال پذیری در مقدمه کتاب *واقع گرائی و هدف علم*[2] در جواب منتقدان می‌نویسد:
«مشکل مرزبندی یافتن معیاری است که امکان می‌دهد نه تنها بین گزاره‌های مربوط به علوم تجربی (نظریه‌ها، فرضیه‌ها) و سایر گزاره‌ها، به ویژه گزاره‌های شبه علمی، پیش علمی و متافیزیکی، بلکه گزاره‌های ریاضی و منطقی، تمایز قائل شویم.» او سپس ادامه می‌دهد که:
«مسئله مرزبندی را باید از مشکل بسیار مهم‌تر، یعنی حقیقت، متمایز کرد: نظریه‌هایی که نشان داده شده نادرست هستند - برای مثال مدل اتمی بور در سال ۱۹۱۳ - همچنان ویژگی فرضیه‌های تجربی و علمی را حفظ می‌کنند.» پوپر تصریح می‌کند که [تعریف] معیار حقیقت ممکن نیست و او فقط معیاری برای مرزبندی پیشنهاد کرده است مبنی براینکه «یک گزاره (یک نظریه، یک حدس) تنها در صورت ابطال پذیر بودن وضعیت تعلق به علوم تجربی را پیدا می‌کند». او در روشن کردن مقصود خود از ابطال پذیری توجه به این نکته را لازم می‌داند که ابطال پذیری به معنای معیار مرزبندی یک امر کاملاً منطقی است و فقط به ساختار منطقی گزاره‌ها و نوع گزاره‌ها مربوط می‌شود و ربطی به این سوال ندارد که برخی از نتایج آزمایشی ممکن به عنوان ابطال پذیر تلقی شوند یا خیر. پوپر در ادامه باز تصریح می‌کند که بر اساس معیار وی، یک گزاره یا نظریه زمانی ابطال پذیر است که اگر و تنها در صورتی که حداقل یک ابطال کننده بالقوه وجود داشته باشد - حداقل یک گزاره اساسی که منطقا با آن در تضاد باشد. مهم این است که نخواهیم گزاره اصلی مورد بحث یک حقیقت باشد.

پوپر برای دوری از انتزاعی شدن موضوع چهار گزاره مثال می‌زند، دو مورد ابطال پذیر و دومورد ابطال ناپذیر. در اینجا برای کوتاه کردن سخن به دو مورد از اینها اکتفا می‌شود. «همه قوها سفید هستند» این نظریه قابل ابطال است زیرا، برای مثال، با گزاره اساسی در تضاد است که در۱۶

1. *The myth of framework: in defense of science and rationality*
2. Realism and the Aim of Science: From the Postscript to the Logic of Scientific Discovery

مـه۱۹۳۴، یـک قـوی سـیاه بین سـاعت ۱۰تـا۱۱ صبـح در مقابل مجسـمه ملکـه الیزابـت در Volksgarten وین دیده شـده اسـت. او در تحلیـل ایـن مـورد فـرض می‌کنـد ممکـن اسـت کسـی علی‌رغـم دیـدن یـک قـوی غیرسـفید ایـن موضـع را بگیـرد کـه چـون سـفید بـودن یـک قـو «ضـروری» اسـت ایـن نمی‌توانـد یـک قـو باشـد! چنیـن موقعیتـی بـه معنـای نگـه داشـتن قوهای غیرسـفید بـه عنـوان سـاختارهای منطقـا غیرممکـن (و در نتیجه غیرقابـل مشـاهده) اسـت. پوپـر در رابطه بـا این دسـته تغییریافته [از تعریـف] ابطال‌کننـدگان بالقـوه از گـزاره «همـه قوهـا سـفید هسـتند» پیشـنهاد می‌کنـد بـرای جلوگیـری از چنیـن حرکتـی می‌توانیـم از هـر کسـی کـه از ویژگـی تجربی-علمی یـک نظریه دفـاع می‌کنـد بخواهیـم مشـخص کند تحت چـه شـرایطی آماده اسـت آن را ابطـال پذیـر تلقـی کنـد. یعنـی او بایـد بتوانـد حداقل برخـی از ابطـال کنندگان بالقـوه را توصیف کند. گـزاره دوم که به عنـوان مـورد ابطـال ناپذیر بیان می‌شـود این اسـت: «همه اعمال انسـان، بـا انگیـزه منفعـت شـخصی، منفعـت طلبانه‌انـد.» او در توجیـه این گـزاره تاکیـد می‌کند «ایـن نظریه به طور گسـترده‌ای مـورد قبـول اسـت: ایـن نظریـه در رفتارگرایـی، روانـکاوی، روان شناسـی فـردی، فایـده گرایـی، مارکسیسـم دسـتخوشِ ابتـذال، مذهـب و نیـز جامعـه شناسـی دانـش انواعـی دارد. واضـح اسـت ایـن نظریـه، بـا همه انـواع آن، ابطال پذیر نیسـت: هیـچ نمونه‌ای از یـک عمـلِ نـوع دوسـتانه نمی‌توانـد دیـدگاه وجود یـک انگیزه خودخواهانـه نهـان در پـس آن را رد کنـد.»

امـا بسـیاری از مسـائل علمـی پیچیده‌تـر ازآن هسـتند کـه بـا موقعیـت گزاره‌هـای سـاده‌ای چـون رنـگ پر قـو و یـا گزاره‌های دیگـری کـه وجـه سـاده‌ای دارنـد مقایسـه شـوند و قطعـا چنیـن مـواردی نیازمنـد بررسـی‌های دیگری اسـت. دراین نوشـتار بدون اینکـه بخواهیم چشـم بسـته از این دیـدگاه پوپر یا روش شناسـی آن دفـاع کنیـم ناگفتـه پیداسـت کـه جوهـر ایـن دیـدگاه کـه در قـوام دادن بـه یـک نظریه باید تا حـد ممکن آن را آبدیده سـاخت سـتودنی است.

در زیسـت شناسـی که موضوع این مقاله اسـت درهمین چارچوب ابطـال پذیـری می‌تـوان بـه نظریـه تکامـل داروین و هـواداران سرسـختِ بی‌چـون و چـرای آن اشـاره کـرد. آنچـه داروین گفت همـواره بـا یافته‌هـا و نظـرات دیگـران – حتـی بـا دیدگاه‌هـای هم‌عصـران وی مثـلا لامـارک – دیدگاهـی قابـل توسـعه و نقـد بـوده اسـت. چیـزی کـه وجه مسـلطِ تفکرِ زیسـت شناسـان، حتی چهره‌های برجسـته گذشـته و امروزه نیز نبوده اسـت. خودِ داروین در چندیـن مـورد در کتاب منشـاء انواع بیان کرده اسـت که شـاید دیـدگاه لامـارک توجیـه بهتـری باشـد. دیـدگاه کامـلا نادرسـت داروین کـه توسـط داروین گرایـان کمتـر بـدان اشـاره می‌شـود اعتقـاد داروین بـه تمام زائی (pangenesis) اسـت که در زیسـت شناسـی از جملـه نظریـات پیـش تشـکیلی (preformation) بـه شـمار می‌آیـد. دیدگاهـی کـه در صـورت تائیـد خـود موید دیـدگاه وراثـت اکتسـابی لامـارک می‌بـود. داروین با ایـن دیدگاه می‌گویـد تمـام اجزای جنین به شـکل جوانه‌هایـی (gemmules) بـا گامت‌هـا (سـلول‌های جنسـی) بـه ارث رسـیده، تحـت تاثیـر اثـرات محیطـی، رشـد و تکویـن می‌یابنـد. توسـعه هـر نظریـه‌ای اگـر بـا نقـد همراه باشـد مشـکلی ایجـاد نمی‌کنـد. ولی هـواداران سرسـختِ داروین با دیدن یافته‌هـای علمی جدید، اغلـب رویکردِ توسـعه‌ای یـا نقادانه درسـتی بر نظریه تکامل نداشـتند تـا آنجا که گوئـی اگـر داروین از ایـن یافته‌ها با خبـر یا هم عصر ایشـان بود حتمـا مثل آنها می‌اندیشـید. از داروینیسـم پرطرفدار، نوداروینیسـم پرطرفدارتـر و سـپس نظریـات بعـدی یعنی نظریـه ترکیبی تکامل (تلفیـق داروینیسـم با ژنتیـک مولکولی) و ... پدیـد آمدند. هواداران غیـر زیسـت شناسـی داروین نیز با داروینیسـم اجتماعـی به میدان آمدنـد. امـا کارل پوپـر، بنـا بـه طبیعـت ذهن بـاز و کنکاشـگرش، در زمینـه زیسـت شناسـی و تکامل نیـز دیدگاه‌های قابـل توجهی دارد کـه پائین‌تـر بدانهـا خواهیـم پرداخت.

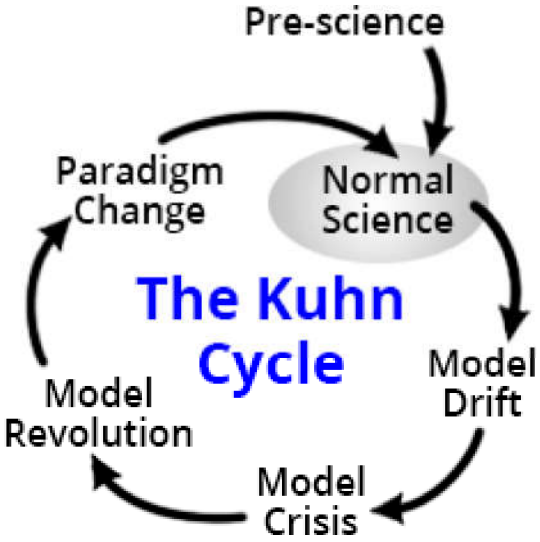
نظریه‌ها به مثابه ساختار

دیدگاه‌هـای پوزیویسـتی (اسـتقرائی) وابطـال پذیـری، بخشـی از تلاش‌هـای فکـری در تاریخ اندیشـه علمـی بـرای تبییـن پدیده‌هـای طبیعـی اسـت. در هـردو دیـدگاه، تمرکـز بـر رابطـه بیـن نظریه‌هـا و گزاره‌هـای مربـوط بـه یـک یـا مجموعـه‌ای از مشـاهدات بـه نظـر می‌رسـد آنهـا را از درک پیچیدگـی در شـیوه توسـعه نظریه‌هـای اصلی نـاکام می‌سـازد. از نظر تاریخـی تکامل و پیشـرفت علـوم سـاختاری دارنـد کـه روایت‌هـای اسـتقرایی و ابطال‌گرایانـه از آن دور می‌ماننـد. انقـلاب کپرنیکـی در نجـوم، مـدل اتمـی بور در پیشـرفت نظریـه اتمی، تغییـرات نظریه گرانش نیوتـون، و نظریـه تکامـل داروینـی همه بـر دیدگاه‌هایی پـا گرفته یـا اعـلام شـده‌اند کـه در زمـان خـود یـا دیرتـر بـا مـوارد نقـض مواجـه بوده‌انـد. آیـا همـه آنهـا بایـد مـردود اعـلام می‌شـدند؟

هـردو دیـدگاه پوزیتیویسـتی و ابطـال پذیـری توسـط تومـاس کوهـن در اثـر پـرآوازه وی، *سـاختار انقلاب‌هـای علمـی*، بـه نقـد کشـیده شـده اسـت. کوهـن بـاور داشـت کـه دیدگاه‌های سـنتی علـم، اسـتقرا گرایانـه یـا ابطال‌گرایانه، با شـواهد تاریخـی جور در نمی‌آینـد. روایـت کوهـن از علم ارائـه نظریه‌ای مبتنـی بر وضعیت تاریخـی، بـا تاکیـد بـر خصلـت انقلابـی پیشـرفت علمی، بـا کنار گذاشـتن یک سـاختار نظـری و جایگزینـی آن با سـاختاری جدید اسـت. کوهن برای پیشـرفت فرآیند علمی سـه مرحله قائل اسـت کـه در آنهـا بـه جایگزینـی دیدگاه‌هـای پارادایمی تاکید مـی‌ورزد. در مرحلـه اول، پیـش- پارادایمـی- یـک پارادایم جدیـد به عنوان

قابل پذیرش‌ترین نظریه در میان چندین نظریه موجود پدیدار می‌شود. در چارچوب این نظریه نویدبخش، فعالیت‌های بی‌نظم و متنوعی که مقدم بر شکل گیری یک علم است، در نهایت ساختارمند و هدایت شده به یک پارادایم مورد پذیرش جامعه علمی تبدیل می‌شود. در مرحله دوم که آن را دوره «علم عادی» می‌نامد پیشرفت پارادایم جدید، دانش مربوط به چارچوب مفهومی جدید را غنی می‌سازد. در سومین مرحله موسوم به انقلابی- بروز بحران علمی در چارچوب پارادیم رایج که از توجیه برخی مشاهدات مهم باز می‌ماند- مشکلات و ابطال‌های پدید آمده با پارادایمی دیگر به چالش کشیده می‌شود. پارادایم اخیر دوباره باید بتواند یافته‌ها و مشاهدات جدید و دامنه وسیع‌تری از حقایق را توجیه کند. این وضعیت باز- وقوع مکرر- را در توالی پیوسته زیر می‌توان نشان داد:

پیش علم - علم نرمال - بحران - انقلاب - علم نرمال جدید - بحران جدید



جدول ۱. شرایط احراز صلاحیت معلمان در مقاطع پیش دبستانی، ابتدایی و متوسطه

اینجا پارادایمی واحد بر «علم بالغ» حاکم است. پارادایم معیارهای لازم برای فعالیت‌های درست را در چارچوب علمی حاکم بر آن تعیین می‌کند. دانشمندانی که در دوره علم نرمال فعالیت می‌کنند باید استانداردهای پارادایم حاکم را بپذیرند. همین اتحاد نظر است که علم نرمال را از مرحله پیش-علم، تا زمانی که پارادایم حاکم دچار مشکلات لاینحل نشده باشد، متمایز می‌کند. کوهن می‌گفت وجود یک پارادایم که بتواند از یک سنت علمی نرمال پشتیبانی کند، وجه ممیزه‌ای است که علم را از غیرعلم جدا می‌کند.

خلاصه اینکه پوپر با نقد دیدگاه استقراگرایانه پوزیتیویسم، وابستگی نظریه به مشاهدات را پیشنهاد کرد. دیدگاه مبتنی بر ابطال پذیری پوپر بر این ایده می‌چرخد که بهترین نظریه‌ها آنهایی هستند که از سخت‌ترین آزمون‌ها جان سالم به در ببرند. اما این دیدگاه، چون نهایتا نمی‌تواند در مورد نظریه‌هایی که - با اتکا بر برخی از عناصر دانش پیش‌زمینه - اتفاقاً از آزمون‌ها جان سالم به در برده‌اند چیزی به اندازه کافی مثبت بگوید مورد انتقاد بوده است. کوهن به جای تحقیق و مشاهده صرف، درجه‌ای از وابستگی به پارادایم‌ها را در علم معرفی کرد که گسترده‌تر از وابستگی به نظریه پوپر هستند، چرا که هر پارادایم با بال و پر گرفتن در دامن پاردایم‌های پیشین موقعیت برتری پیدا می‌کند.

دیدگاه های پوپر در زیست شناسی و تکامل

«... به نظر می‌رسد معقول‌ترین دیدگاه این است که آگاهی یک ویژگی نوظهور حیوانات است که تحت فشار انتخاب طبیعی (و تنها پس از تکامل مکانیسم تولید مثل) پدید می‌آید. اینکه سابقه آن در اشکال ابتدائی‌تر تا کجاست یا حالات مشابه [آگاهی] در گیاهان وجود دارد یا خیر پرسشی است که در عین جالب بودن شاید قابل پاسخ نباشد.» (*خود و مغز آن*، ص ۲۹).

« ... ایده وابستگی موقعیتی احتمال یا تمایل یک رویداد جالب می‌تواند تا حدودی مشکلات تکامل و ظهور (*emergence*) را روشن کند.» (*خود و مغز آن*، ص ۲۷).

این برداشت از آگاهی از سوی پوپر نکته پرمغزی دارد که از یک نظر، تکامل طبیعی را از موجودات ابتدائی تا انسان با خط ممتدی از «هوشمندی» به هم وصل می‌کند. تاکید بر ایده

وابستگی موقعیتی در نقل قول دوم نیز در مورد تکامل طبیعی بسیار درخور توجه است. اشاره با اهمیت دیگر این است که پوپر در توصیف نظریاتش از رشد و توسعه دانش و معرفت علمی سرانجام تقریباً هفتاد ساله بود که اصطلاح «معرفت شناسی تکاملی» را برای نظریه خود در مورد رشد دانش برمی‌گزیند. پوپر در اتوبیوگرافی خود می‌نویسد که در منطق اکتشافات علمی با طرح نظریه رشد دانش با آزمون و حذف خطا- یعنی با انتخاب داروینی به جای دستورالعمل لامارکی – علاقه‌اش را به نظریه تکامل افزایش داده است. از نظر وی رشد دانش علمی، به ظهور زیست شناختی می‌ماند [هرچند به خاطر تفاوت ماهوی بین یک نظریه علمی و موجودات زنده این دیدگاه اِشکال دارد]. تفکر خلاق نیز از نظر وی حاصل آزمون و خطا و حفظ بر پایه انتخاب درست است. در واقع مطالعه زیست شناختی و تکامل به وی در بحث‌هایش برای دفاع از دانش عینی در برابر ذهن گرائی کمک کرد. به کار بردن لفظ تکامل در بحث انتخاب طبیعی، به خاطر استنباط واژگانی بلافصل از معنی تکامل- یعنی رو به کمال داشتن- در میان فارسی زبانان مورد انتقاد بوده است. اما تکاملی دیدن هر چیز تلویحا معنای ظریف‌تری دارد و آن برقراری تعامل پویا و هوشمندانه با بستر و شرایطی است که هر چیزی- خواه یک دیدگاه، خواه موجود زنده- در آن بستر یا شرایط رشد و تکوین می‌یابد. استفاده پوپر از معرفت تکاملی را نیز باید با همین اعتبار در نظر گرفت و چه خوب است که در بحث‌های تکامل طبیعی نیز این بار معنایی از واژه تکامل را همواره به یاد داشت.

پیش از پرداختن به نظرات مشخص‌تر پوپر در زمینه تکامل، به اختصار دیدگاه او را درباره مسئله *ذهن و بدن (جسم)* معرفی می‌کنیم. دیدگاه پوپر در این خصوص نکات قابل توجهی دارد که خودِ وی آن را به قلمرو روان شناسی و زیست شناسی تعمیم داده است.

مسئله ذهن و بدن

موضوع ذهن و بدن یا دوگانه کلاسیک ذهن و ماده، در علم و فلسفه همان مسئله مورد سوال همیشگی بشر از کیستی و چیستی خود است. از نظر پوپر اینکه هر دو حالت فیزیکی و ذهنی وجود دارند، واینکه برهمکنش متقابل یا ارتباط دیگری باهم دارند، به عنوان مشکل ذهن- بدن، یا به عنوان مشکل روانی شناخته می‌شود. پوپر می‌گوید صرف نظر از اینکه زیست شناسی قابل تقلیل به فیزیک است یا خیر، همه قوانین فیزیکی و شیمیایی برای موجودات زنده – گیاهان و حیوانات و حتی ویروس‌ها- الزام آور هستند. موجودات زنده بدن مادی، از نوع فرایند و نیز سیستم‌های باز مولکولی هستند که با محیط تبادل دارند. بعلاوه او به واقعی بودن حالات ذهنی، به خاطر تعامل‌شان با بدن، باور دارد. در حالی که پوپر این نگرش را بسیار بدیهی وحتی پیش پا افتاده می‌داند می‌گوید برخی فیلسوفان وجود حالات ذهنی را واقعی نمی‌دانند و برخی هم به رغم پذیرش، منکر تعامل آنها با دنیای حالات فیزیکی هستند. پوپر برای حل مسئله، تعامل گرایی میان حالات ذهنی و فیزیکی را چاره کار می‌بینند. بعلاوه او نظریه وجود سه دنیا را مطرح می‌سازد که برهمکنش گرائی بین اینها کانون دیدگاهش است.

در این تقسیم‌بندی سه‌گانه، پوپر جهانِ فیزیکی را دنیای ۱ می‌داند. دنیای حالات ذهنی، از جمله حالات هوشیاری و تمایلات روانی و حالات ناخودآگاه را دنیای ۲ می‌نامد. جهانِ سوم پوپر، دنیای محتویات اندیشه یا فرآورده‌های ذهن انسان- مانند داستان‌ها، اسطوره‌های، ابزارها، نظریه‌های علمی (درست یا نادرست)، مشکلات علمی، نهادهای اجتماعی و آثار هنری. اشیاء- است. او توضیح می‌دهد بسیاری از اشیای جهانِ ۳ به شکل اجسام مادی وجود دارند، مثل مجسمه‌ها، نقاشی‌ها و کتاب‌ها، چه علمی باشند یا ادبیات. کتاب به عنوان جسم فیزیکی متعلق به جهانِ ۱ ولی به اعتبار محتوایش، محصولی مهم از ذهن انسان، به جهانِ ۳ تعلق دارد.

او برای توجیه این دیدگاهش مثال تولید یک نظریه علمی را می‌آورد که با بحث انتقادی آن، پذیرش آزمایشی آن و نهایتا اینکه کاربردش ممکن است چهره زمین، دنیای ۱، را تغییر دهد. وی توضیح می‌دهد که دانشمندِ مولد در برخورد به یک مشکل برای درک و حل آن با تلاشی از نوع دنیای ۲، معمولاً یک کار فکری طولانی، برای درک چیزی در دنیای ۳ کار می‌کند. مسلماً، در انجام این کار او از کتاب‌ها (یا سایر ابزارهای علمی به شکلی که در جهانِ ۱ هستند) بهره می‌گیرد. همچنین با کنکاش در تئوری‌های بیان شده و ... راه‌حل یا نظریه جدید خود را ارائه دهد.

پوپر در اثار متعددش در باب زیست شناسی و حیات موجودات زنده و تکامل به سه دنیای پیشنهادی‌اش باور دارد. در بخش *داروینیسم به مثابه متافیزیک* در اتوبیوگرافی خود به صراحت [ایتالیک] در مورد موجودات زنده می‌نویسد «مشکلات/مسائل، موجودات فیزیکی نیستند: آنها نه چیزهای فیزیکی هستند، نه قوانین فیزیکی و نه واقعیت‌های فیزیکی. آنها واقعیت‌های زیستی خاصی و «واقعی» هستند به این معنا که وجودشان ممکن است علت آثار زیست شناختی باشد.»[1] البته پوپر در

1. Unended Quest: An Intellectual Autobiography.

طول حیات خویش مثل سایر مواردی که با آنها در گیر شده است در مورد داروینیسم نیز نظریاتش را تغییر داده است که در هر برهه‌ای می‌تواند قابل دفاع و در عین حال نقد شود.

نظریات لامارک و داروین

ژان باپتیست لامارک در سال ۱۸۰۹ در کتاب خود فلسفه جانورشناسی اولین نظریه عمومی از تکامل، وراثت صفات اکتسابی، را ارائه کرد- این نظریه که موجودات زنده برای سازش با محیط، از ویژگی‌هایی که دارند استفاده می‌کنند. این ویژگی‌ها بر اثر استفاده یا عدم استفاده تقویت یا تضعیف شده، حاصل آن تکامل موجود به سوی پیچیده‌تر شدن است. مثال گردن دراز زرافه برای دسترسی به برگ‌های درختان یا تقویت ماهیچه آهنگران بر اثر کار فیزیکی از لامارک است. در وراثت صفات اکتسابی این محیط است که تغییر از ساده به پیچیده را در موجودات موجب می‌شود.

در نیمه اول قرن نوزدهم، آلفرد راسل والاس و چارلز داروین ایده انتخاب طبیعی را در تکامل مطرح کردند. داروین این نظریه را به سال ۱۹۵۹ در اثری با عنوان درباره منشاء گونه‌ها منتشر کرد. برخلاف لامارک، داروین تجربه‌گرائی بود که استدلال‌های خود را با دقت بر مبنای مشاهدات بیان کرد. نظریه داروین با آنکه برپایه مشاهدات او در مطالعه طولانی مدت وی، درطول سفری پنج ساله بر روی کشتی بیگل، تحت عنوان انتخاب طبیعی ارائه شد بدون اطلاع از هیچ سازوکاری در وراثت صفات طبیعی فرموله شده بود. در سال ۱۸۶۸ داروین نظریه وراثت خود موسوم به تمام زایی (pangenesis) را پیشنهاد کرد که تماما نادرست است. در این دیدگاه داروین می‌گفت هر قسمت از بدن به شکل مینیاتوری در غدد جنسی توسط گامت‌ها به نسل بعد به ارث می‌رسند که می‌توانند با تاثیرات محیطی تغییر یابند. نقطه عطف نظریه داروین انتخاب طبیعی و بقای اصلح موجودات زنده است. او حتی از نظریات دانشمند هم عصر خود گرگور مندل (که نخستین بار بدرستی وجود عوامل ارثی را در بروز صفات پیش بینی کرد) با خبر نبود. بی‌شک در صورت اطلاع از آزمایش‌های مندل بر روی گیاه نخود فرنگی -که اجازه داد اصول پایه‌ای درستی برای توارث صفات بنا شود - داروین می‌توانست محمل انتخاب طبیعی را عوامل موروثی مندل بخواند. در واقع خودِ مندل نیز بدون آنکه اقبال عمومی به نتایج کارش را ببیند در سال ۱۸۸۲ میلادی در سن ۶۲ سالگی درگذشت. علت اصلی عدم اقبال به کارهای وی این بود که مندل نتایج تجربیات خویش را در ژورنالی محلی منتشر کرد و جامعه علمی وقت عموما مجال دیدن این مقاله را نیافت. اهمیت تجربیات مندل بیش از سی سال بعد در اوایل سده بیستم معلوم و مورد اقبال عمومی قرار گرفت. نحوه انتقال عوامل موروثی مندل با تئوری کروموزومی وراثت که حامل ژن‌ها- عوامل مندلی- هستند تائید شد که خود به زبان کلاسیک پایه‌های بخشی از ژنتیک موسوم به ژنتیک انتقالی را تشکیل می‌دهد.

گرچه خودِ داروین را هم در این ایده که صفات اکتسابی به ارث می‌رسند می‌توان بنوعی لامارکیست قلمداد کرد، اما این نظریه انتخاب طبیعی داروین بود که بویژه در طول سده بیستم در سایه پیشرفت‌های شگرف زیست شناسی مولکولی، از سوی زیست شناسان پذیرش عمومی‌تر یافته و با تغذیه از یافته‌های ژنتیک مولکولی، تحت لوای نوداروینیسم بال و پر داده شد، در حالی که دیدگاه لامارک در وراثت صفات اکتسابی با اوج گیری نوداروینیسم عموما کنار گذاشته شد. دیدگاه داروین همچنین دوام پیدا کرد که گویی زندگی و ثبات موجودات صرفا به مبارزه آنها برای بقا تکیه دارد و هر چیزی که شانس زنده ماندن را افزایش می‌دهد «خوب» است و هر چیزی که آن را به خطر می‌اندازد «بد» است. افرادِ اصلح با توانائی سازگاری باقی می‌مانند و کَم شایستگان از بین می‌روند. هواداری تُنُک مایه و خام هم از دیدگاه لامارک در غیاب شواهد تائید کننده با برچسب نولامارکیسم، بویژه توسط رئیس آکادمی علوم اتحاد جماهیر شوروی در دوران استالین، لسینکو[1]، به طرد ایده‌های لامارک کمک کرد. لسینکو به باور اینکه محیط در توارث نقش اصلی دارد در آزمایش‌های خود موسوم به بهاره کردن می‌خواست با اصلاح گونه‌های گندم آنها را برای کشت در زمین‌های مساعدتر شوروی سابق برای کشاورزی سازگار سازد. لسینکو که با پشتیبانی کامل استالین ایده‌های خود را دنبال می‌کرد علاوه بر به نابودی کشاندن کشاورزی اتحاد جماهیر شوروی سابق به قلع و قمع ژنتیک‌دانان برجسته وقت پرداخت. نهایتا پس از مرگ استالین، به دنبال نقدهای جدی از وی، لسینکو در سال ۱۹۶۵ از تمام سِمت‌های خود برکنار شد.

نگرش پوپر در تکامل موجودات زنده

پوپر در جایی می‌گوید که هواداران تکامل کمتر از باورداران دین در دفاع از ایمان خویش از نظریه داروین به دفاع برنخواسته‌اند و درواقع به جای نقد نقاط ضعف، با یافته‌ها و پیش فرض‌هایی آن را بال و پر داده‌اند. شاید این قضاوت پوپر درمورد هواداران نظریه داروین بر بستر اعتقاد وی از ابطال پذیری عنوان شده است، ولی نقد پوپر از ایدئولوژیک کردن بحث تکامل کاملا بجاست، چرا که علم و روش علمی می‌تواند و باید در رد یا قبول یک نظریه یا جنبه‌هایی از آن به

1. Trofim Lysenko.

پژوهش بپردازد، و اینکه در هر موضوعی توانایی‌های خود را در راستی آزمایی همه نظریه‌های مرتبط/ مخالف به کار گیرد.

اولین سخنرانی رسمی پوپر در باره نظرات داروین در سال ۱۹۷۷ارائه شد. او گفت چهره و نام داروین را از کتابخانه پدرش به یاد دارد که در آن بیشتر ترجمه آثار داروین و نیز پرتره‌ای نصب شده از او وجود داشت. شروع علاقه و مطالعات پوپر در مورد زیست شناسی، تکامل، روان شناسی از همان ایام جوانی پیداست. دیدگاه او در مورد نظریه داروین در طول زندگی تغییر کرده است، همان طور که دیدگاه‌هایش درباره سایر مسائل علم. نظر او مبنی بر اینکه نظریه انتخاب طبیعی داروین نه یک نظریه علمی بلکه یک «برنامه تحقیقاتی متافیزیکی ارزشمند» –و یک توتولوژی– است اصلی‌ترین نگاه او به تکامل تلقی شده، با بیشترین انتقادها همراه بوده است. او این دیدگاه را در چارچوب نظریه ابطال پذیری خود آورده بود با این استدلال که انتخاب طبیعی نظریه‌ای قابل آزمایش نیست. هرچند او این دیدگاه را کنار گذاشت ولی حداقل زیست شناسان برای مدتی طولانی به تجدید نگرش وی توجهی نکردند. اما نگرش‌های بعدی وی در موضوعات زیست شناختی، تکامل و انتخاب طبیعی، با اینکه یک زیست شناس حرفه‌ای نیست به خاطر توجه عمیق‌اش به مسائلی که بدان می‌پردازد قابل ستایش است.

برای نشان دادن جامعیت نگاه او به زیست شناسی به نقل آرای او در مورد تکامل و نتیجه گیری جالبش در مورد انتخاب طبیعی از کتاب خود و مغز آن می‌پردازیم. او از داروین نقل می‌کند که «... برای انتخاب طبیعی آسان است که ساختار حیوان را با عادات تغییر یافته‌اش سازش دهد... و تصمیم گیری برای ما دشوار است و برای ما بی‌اهمیت است که آیا عادت‌ها معمولاً ابتدا تغییر می‌کنند، و ساختارها بعداً تغییر می‌یابند یا اینکه تغییرات جزئی ساختار منجر به تغییر عادات شده است؛ هر دو احتمالاً اغلب تقریباً همزمان رخ می‌دهند.» پوپر پس از این نقل قول اعلام می‌کند که هر دو مورد رخ می‌دهند و در هردو وضعیت، این انتخاب طبیعی است که روی ساختار ژنتیک کار می‌کند. اما به دنبال تاکید می‌کند که در بسیاری از موارد و در برخی از جالب‌ترین آنها، ابتدا عادت‌ها تغییر می‌کنند. اینها مواردی است که «تکامل ارگانیک[1]» [اصطلاح اصلی *انتخاب ارگانیک*[2] است] نامیده می‌شود. نکته بسیار قابل توجه در این تاکید پوپر آن است که یکباره توجه را به نظریه‌ای جلب می‌کند که بحث انتخاب طبیعی افراد اصلح را در چارچوبی جدید مطرح می‌سازد. او در اثر یاد شده بحث را در زمینه مهم رابطه ذهن– بدن ادامه می‌دهد. او نظریه تکامل ارگانیک را به اندیشه‌های خود نزدیک می‌بیند، اینکه همه موجودات، به ویژه موجودات عالی‌تر، مجموعه کم و بیش متنوعی از رفتار در اختیار دارند. با اتخاذ شکل جدیدی از رفتار، هر ارگانیسمی ممکن است محیط خود را تغییر دهد. اشاره می‌کنیم که «تکامل ارگانیک» یا صحیح‌تر انتخاب ارگانیک ابداع پوپر نیست و این نظریه پیش‌تر توسط متفکران متعدد، از جمله پیشگامان آن بالدوین[3] و اُزبورن[4] و سپس با بسط آن توسط وادینگتون[5]، مطرح شده بود، دیدگاهی مهم که در منازعات معمول بین هواداران انتخاب طبیعی [داروین] برای برگزیدن تصادفی موجودات اصلح اغلب نادیده گرفته شد. امروزه نیز زیست شناسانِ پیرو مواضع سنتی مسلط بدان توجه درخور ندارند. خود پوپر به این نکته اشاره می‌کند که سهم او و نظریاتش در زیست شناسی و تکامل عمدتا توسعه دیدگاه‌های این دانشمندان بوده است. این هوشمندی پوپر در نقد داروینیسم و پیوستن به متفکرانی از میان زیست شناسان که ناقد دیدگاه‌های نوداروینیستی‌اند قابل ستایش است. نقد اصلی این زیست شناسان و نیز پوپر به نظریه انتخاب طبیعی داروین مشکل تاکید بر فرآیند اُرتوژنز[6] یا خود به خودی –یا تصادفی– بودن جهت تکامل است، یعنی این ایده که تکامل به طور خودخودی با انتخاب از میان گوناگونی‌هایی که به تصادف در طبیت ظاهر می‌شوند روی می‌دهد. وادینگتون در انتقاد از این دیدگاه مثال جالبی می‌زند و فرض اینکه مکانیسم‌های شگفت انگیز زیست شناختی تنها به انتخاب مجموعه‌ای از تغییرات تصادفی وابسته باشد مثل آن است که بگوئیم با پرتاب تصادفی آجرها می‌توان بنائی مطلوب ساخت! و مشکل قدیمی میمونی است که با نشستن پشت دستگاه تایپ، آثار شکسپیر را پدید آورد. بدین ترتیب با فرض رویدادهای تصادفی کور، توجیه تکامل موجودات زنده مشکل پیدا می‌کند.

از نظر پوپر مسئله مانند این است که ۱) فرض کنیم «فشارهای انتخاب» همگی بیرونی یا محیطی‌اند و ۲) به جای تغییرات رفتاری، صرفا بر تغییرات آناتومیک تکیه شود. او پیشنهاد می‌کند فشارهای انتخاب می‌توانند هم داخلی و هم بیرونی باشند. فشارهای انتخاب داخلی از نوع کنترل‌های پلاستیکی از طرف ارگانیسم (که خود سیستمی از کنترل‌های پلاستیکی است) اعمال می‌شود و درنتیجه ناشی از پدیده‌های رفتاری شامل اولویت‌ها یا اهداف ارگانیسم است. پوپر فرض می‌کند که انواع مختلفی از ژن‌ها ممکن است آناتومی و رفتار را کنترل کنند، که دومی خود می‌تواند به ژن‌های کنترل

1. Organic evolution
2. Organic selection
3. Baldwin
4. Osborn
5. Waddington
6. orthogenesis

کننده ترجیحات و ژن‌های کنترل کننده مهارت‌های ارگانیسم تقسیم می‌شود. پوپر می‌گوید در تغییراتِ سلسله مراتبی ساختار، رفتار مقدم است که از راه تغییر ساختار مهارت‌ها به تغییرات آناتومیک منجر می‌شود. از نظر او ساختار ترجیحی در هر صورت پیشگام تکامل است که خود حرکت تکامل به اشکال عالی‌تر و پیچیده‌تر حیات را که ساختارهای ترجیحی غنی‌تری خواهند داشت توجیه می‌کند. او می‌گوید این ترجیحات از نوع گرایشی هستند و نیازی به آگاهی ندارند. اگر هم نتیجه پیدایش هشیاری و آگاهی باشد خود به ظهور مسئله‌ای دیگر، یعنی آگاهی می‌انجامد. بسیار قابل توجه است پوپر در اثر مشهورِ *خود و مغزش* یا *دانش عینی* بارها از موجودات میکروسکوپی یاد می‌کند که آنها نیز بنوعی درگیر *حل مسئله* یا *انتخاب از راه گرایش‌ها* هستند:

« از آمیب تا انیشتین، رشد دانش همیشه یکسان است: ما سعی می‌کنیم مشکلات خود را حل کنیم و با فرآیند حذف، چیزی نزدیک به کفایت، راه حل‌های آزمایشی خود را کسب کنیم». [*دانش عینی*[1]، ص ۲۶۱]. و یا «وقتی می‌خواهیم کل توالی تکامل بیولوژیکی اَشکال و رفتار حیوانات را بررسی کنیم، ... می‌توان انواع اعمال هدفمند را در موجودات ابتدایی، حتی در تک یاخته‌هایی مانند آمیب یا پارامسی مشاهده کرد.» [*خود و مغزش*، ص ۴۳۷].

از نظر پوپر حل مسئله در تمام سطوح حیات، ابتدائی تا عالی، عمومیت دارد که خود نیازمند کنش یا یک تغییر رفتاری است. به اعتقاد بارتلی[2] دیدگاه *متمایز ساختن جهش‌های رفتاری، ساختاری و آناتومیک و مهم‌تر پیشگام دیدن جهش‌های رفتاری در تکامل* کار برجسته پوپر است. وادینگتون بدرستی افتخار طرح این ایده را که تغییر رفتار یا عادات نخستین گام در تغییرات تکاملی است پیش از همه از آنِ لامارک می‌داند. آزبورن نیز که به عنوان پیشنهاد دهنده اصلی اُرتوژنز (جهت‌دار دیدن تکامل) در طول زندگی حرفه‌ای خود قدرت انتخاب طبیعی را در تولید ویژگی‌های تکاملی بدیع انکار می‌کرد تکامل را به عنوان نتیجه نظریه *استفاده- وراثت*، *انتخاب ارگانیک*، و *تغییرات هدایت شده درونی* توضیح می‌دهد.

پوپر معتقد است که نکته کلیدی داروینیسم، نه طراحی، بلکه آزمون و خطا است. او می‌گوید انسان و سایر ارگانیسم‌ها با مشکلاتی مواجه‌اند و «تمام زندگی حل مسئله است». هر راه حل اشتباه موجد تلاش‌های جدیدی برای یافتن راه‌حل‌های جدید است. در واقع روش آزمون و خطا تنها در صورتی کار می‌کند که «انتظاری» برای توسعه وجود داشته باشد، در غیر این صورت به یک روش تصادفی و ناکارآمد تبدیل می‌شود. چیزی از برون به ارگانیسم کمک نمی‌رساند و آنها باید با آزمون به حل مسائل بپردازند. تنها کار محیط رد یا پذیرش راه حل‌های ماست و محیط آنها را انتخاب می‌کند. در تکامل طبیعی انتظارات در ماده ژنتیکی حفظ می‌شوند، که بلندمدت‌اند و رهنمودهایی برای واکنش‌های کوتاه‌مدت نیز به حساب می‌آیند. با این دید او معتقد است که ارگانیسم‌ها دست خالی به جهان نمی‌آیند و در کنار تجهیز تبارزایشی (فیلوژنتیک) در مواجهه با محیط باید مشکل هستی شناسانه (اونتولوژیک) خود را حل کنند.

سخن آخر درمورد موضوع تکامل

در نگاه به تکامل حیات، نظریه پردازی در مورد تکامل و برآوردن شواهد برای اثبات این یا آن دیدگاه و نظریه باید بدانیم که تاریخ تکامل بسیار دیرینه- بین سه ونیم تا چهار میلیارد ساله- است. طیق شواهد و برآوردها سه چهارم این زمان در قلمرو عمدتا موجودات ابتدایی چون باکتری‌ها بوده است، در حالی که نظریه داروین و مشاهدات وی به موجودات با درجه تکامل «عالی‌تر» و زمان‌های بسیار اخیر تاریخ حیات محدود می‌شود. در این مختصر، با توجه به مخاطبان عام و تم اصلی مقاله، جای طرح مکانیسم‌های متنوع تکامل نبود ولی مشکل بررسی رویدادهای تمامِ زمانِ تکامل حیات از بدو پیدایش آن- و جستجو برای فرمول بندی جدید/یکپارچگی دیدگاه‌ها- در مورد انتخاب طبیعی از بحث‌های مهم روز است. اگر هم دیدگاه‌های متفاوت را برای تطابق یا عمومیت دادن مکانیسم‌های تکامل در تمام موجودات نتوان به کار بست حداقل باید رضایت داد که در سطوح متفاوت، فردی (موجودات تک سلولی و پرسلولی)، جمعیت و جامعه، سازوکارهای تکاملی- حتی انتخاب طبیعی- متفاوت عمل می‌کند. پذیرش این دیدگاه طبیعتا به ما می‌آموزد که در گستره تکامل در طول زمانی دراز، هر مکانیسم/مکانیسم‌ها ضمن تبلور تکامل در یک دوره، پایه‌های مکانیسم‌های دیگری برای سطوح کارآمد بعدی فراهم کرده است. در نظر گرفتن واحد انتخاب طبیعی و سطحی که در آن انتخاب صورت می‌گیرد ایرادی اساسی به نظریه داروین است. شاید مثل کل دوره حیات انسانی با مقاطع زمانی متمایز، با شروع از یک سلول تخم و ادامه‌اش به شکل رویانی، جنینی، نوزادی، کودکی، بلوغ، نوجوانی، جوانی و ... تکامل را نیز باید مثل خط ممتدی دید که متشکل از مجموع پاره خطهای متمایزی است که هر یک مقتضیات رشد و تکوین ویژه‌ای داشته‌اند که چون مجال مشاهده‌ای نداشته‌اند بسیاری بر ما پوشیده‌اند.

1. W.W. Bartley

1. *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*

در مورد تکامل داروینیست‌ها و پیروان بعدیشان، با دیدگاه منحصرا مبتنی بر ژن محوری و فرد انگارانه، مسائل و شواهد بدیهی بسیاری را نادیده گرفته‌اند. همزیستی (symbiosis) و درون همزیستی (endosymbiosis) یکی از جمله شواهد مورد غفلت است. سلول‌های گیاهان سبز، اندامکی به نام کلروپلاست دارند که یادگاری از همزیستی آنها با ورود باکتریی موسوم به سیانوباکتری‌ها، میلیون‌ها سال پیش در اجداد سلولی یوکاریوتی (سلول‌های دارای هسته و موجودات دارای این نوع سلول را گویند) است. باز در گیاهان و جانوران اندامک دیگری موسوم به میتوکندری یادگار همزیستی و ورود باکتری دیگری در اجداد یوکاریوتی است. این دو اندامک یکی محل انجام فوتوسنتز گیاهان سبز و دیگری محل تنفس سلولی در موجودات یوکاریوت است. فوتوسنتز مکانیسم تبدیل انرژی نوری به شیمیائی، و بنوعی اساس تولید ماده آلی برای مصرف در کل چرخه حیات است. همچنین مجموعه میکروبهایی (موسوم به میکروبیوم)که به شکلی تنگاتنگ در پیکر ما و موجودات دیگر به سر می‌برند وجه دیگری از همزیستی در عرصه حیات به نمایش می‌گذارند. به خاطر نقش عمده‌ای که این یاران همزیست در سلامت و بیماری ما دارند در ادبیات علمی به مجموعه دارائی ژنتیکی آنها ژنوم دوم نام نهاده‌اند. این همزیستی در تمام بدن و در تمام سطوح آن از پوست تا دستگاه گوارش وجود دارد و بنوعی بستر تکامل گونه‌ها علاوه از ژنوم خود ارگانیسم پرسلولی به ژنوم این همزیست‌ها نیز بستگی دارد. این فقط پاره‌ای از شواهد است که در بحثِ تکامل موجودات زنده نباید از آنها غفلت شود که مجال بیشتری برای آن در این نوشته نیست.

سخن آخر در مورد پوپر و دیدگاه‌هایش در تکامل

داستان تکامل، مثل خواندن یک داستان با هر مضمونی، در معرض درک، قضاوت و تعابیر شخصی و متمایز خواننده است. برخی آن را با دقتی بیشتر، برخی با تحلیل جدی و عده‌ای شاید آن را سرسری و از سرِ تفنن بخوانند. روایت‌ها مثل عکس‌هایی هستند که از یک واقعیت مستمر و بسیار پیچیده –و در اینجا تمام موجودات زنده در دوره‌ای بس طولانی– گرفته شده‌اند. ممکن است تصاویر خوب گرفته نشده، و بدتر اینکه خوب دیده نشوند با این تاکید که آنها فقط در قاب‌هایی ساده شده دیده می‌شوند. انعکاس ناقص یا درک ناقص ما از واقعیت تکامل و بویژه عمومی شدن/تعمیم این دست از نگرش‌ها مسائل مهمی هستند که نباید دستِ کم گرفته شوند.

پوپر درقامت یک متفکر با اندیشه باز در هر آنچه بدان پرداخت، ازجمله روان شناسی، زیست شناسی و تکامل آثاری دارد که اغلب جای تامل دارند. پوپر در زمانِ خود دیدگاه‌های رایج یا مغفول مانده در زمینه تکامل را بخوبی دید و به تحلیل آنها پرداخت. او در نوشته‌هایش دیدگاه‌های سایر زیست شناسان و متفکرانی که مقابل/ناقد نظریه انتخاب طبیعی بودند را مورد توجه قرار داد، چیزی که حتی برخی از زیست شناسان امروزی هم واقعیت آن را نادیده می‌گیرند. نکاتی که او در نقد داروینیسم پیش کشیده است امروزه مورد توجه زیست شناسان زیادی است. پوپر در کنار دیدگاه‌های نقادانه از انتخاب طبیعی و نیز نقد پوزیتیویسم علمی و غیره به پیروی از عقل سلیم باور داشت. او به صراحت می‌گوید: «علم، فلسفه، تفکر عقلانی باید از عقل سلیم شروع شود و ... تمام علوم و تمام فلسفه‌ها، همان عقل سلیم روشنگرانه‌اند» (*دانش عینی*، ص ۳۴). یا اینکه نظریه عقل سلیم ساده است و برای درک ناشناخته‌ها باید چشمانی باز داشت. براستی که عقل سلیم می‌تواند از یک فرد عامی یک متفکر بسازد و دانشمند بی‌بهره از آن را ممکن است یک متخصص بی‌فکر بسازد. تمثیل باستانی شش دانشمند نابینا و تجربه آنها با فیل که نمی‌دانستند چه شکلی دارد و حتی نام آن را نشنیده بودند بسیار آموزنده است. «نابینا» یا چشم بسته باید گوش باز و «چشم گشوده» باید نگاه بینا داشته باشد. بی‌شک پوپر از این سنخ دانشمندان است. به کنایات وی در مورد دانشمندان و روشنفکران تابع مُد در ابتدای نوشته اشاره شد. آنچه نگارنده از مرور جسته گریخته آثار و اندیشه‌های پوپر در تهیه این نوشته دریافت این است که پوپر را با تمام انتقادهایی که ممکن است بر وی داشت نمی‌توان دوست نداشت. اندیشه‌های او به رودی زلال می‌ماند که خود وی تا آخر عمر آن را تازه و جاری نگه داشت که شاید تا زمانی دراز هر طالبِ اندیشه گرمازده‌ای می‌تواند در کنار آن لختی بیاساید و دست و رویی تازه کند! با تاکید بر اینکه نگارنده خود را عالم و قابل در پرداختن دقیق به مسائل مطرح در این نوشته نمی‌داند امیدوار است این درآمد مختصر –با مرور در کلیات– فایده اندکی در جلب علاقه خواننده به مطالعه بیشترِ این مقولات را برانگیخته باشد.

منابع[۱]

The Self and Its Brain: An Argument for Interactionism, John C. Eccles & Karl Popper (1977).

The Myth of the Framework: In Defence of Science and Rationalit, Karl Popper (1994).

Objective Knowledge: An Evolutionary Approach, Karl Popper, (1972).

Realism and the Aim of Science: From the Postscript to the Logic of Scientific DiscoveryPopper, Karl Raimund Popper (1985). Routledge.Edited by William Warren Bartley.

Knowledge and the Body-Mind Problem: In Defence of Interaction, Karl Popper (1994).

All Life is Problem Solving, Karl Popper (1994).

The Lesson of this Century: With Two Talks on Freedom and the Democratic State. Karl Popper (1992).

The Logic of Scientific Discovery (1934). (English version, 1959).

The Structure of Scientific Revolutions, Thomas S. Kuhn (1962).

Popper and Darwinism. Royal Institute of Philosophy Supplements, Volume 1995 ,39, pp. 191–206.

What Is This Thing Called Science? (1976), Alan Chalmers. University of Queensland Press.

Popper's philosophy of science: a practical tool for the working biologist. BioEssays, 22:205, 2000.

The Phillosophy of Karl Popper, W.W. Bartley, part I: Biology and Evolutionary Epistemology. *Philosophia* Vol.6, issue 3, pp: 463.494,(1976).

Karl Popper and the Two New Secrets of Life. Hans-Joachim Niemann (2014). Mohr Siebeck, Tübingen, Germany. www.mohr.de

Inclusive fitness theory and eusociality (2010).M. A. Nowak, C. E. Tarnita & E. O. Wilson. *Nature* 466,1057-1062.

Unended Quest: An Intellectual Autobiography ([2002 [1976). London and New York: Karl Popper. Routledge Adaptive evolution without natural selection) 2014(. Kalevi Kull, *Biological Journal of the Linnean Society*, 112 ,287–294.

The History of Organic Evolution (1926). John M. Coulter *Science*,Vol. 63, No. 1637 (May 1926 ,14), pp. 487-491

۱. گرچه شمار قابل توجهی از آثار یاد شده پوپر به فارسی برگردانده شده است در نقل آرا و مباحث این نوشته مستقیم از منابع انگلیسی استفاده شده است.

نگاهی بر سیستم آموزشی مدارس کشور فنلاند

المیرا رضایی پژوهش
دانشگاه تهران، مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک
محمد رضا مخبردزفولی
دانشگاه تهران، دانشکده دامپزشکی
علی اکبر موسوی موحدی
عضو پیوسته فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
moosavi@ut.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

کشور فنلاند به عنوان یکی از اعضای اتحادیه اروپا، با حدود ۵٫۶ میلیون نفر جمعیتی نسبتا جوان دارد. یکی از شناخته شده‌ترین دستاوردهای فنلاند در طی چهار دهه اخیر، دستیابی به یک سیستم آموزشی برابر و توام با کیفیت است که طی تغییر و اصلاحات تدریجی پس از جنگ جهانی دوم قوام یافته است. با موفقیت فنلاند در آزمون ارزیابی بین‌المللی دانش آموزان در سال ۲۰۰۲، سیستم آموزشی این کشور مورد توجه سایر کشورها قرار گرفته است. پس از آن، تحقیقات وسیعی به منظور شناسایی محتوا و سیاست‌های آموزشی این کشور انجام شد که پیامدهای در خور توجهی داشت. نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد عواملی که در موفقیت سیستم آموزشی فنلاند نقش برجسته‌ای داشته‌اند از جمله عبارت‌اند از: فراهم ساختن شرایط تحصیل برابر برای همه؛ به کارگیری معلمانی حرفه‌ای و اعطای اختیار عمل به آن‌ها؛ بازنگری فعالانه و پیوسته در برنامه آموزشی؛ پاسخگو بودن متقابل مدیران و مسئولان مدرسه و سیاست گذاران آموزشی در رابطه با کیفیت آموزش دانش آموزان و امکانات حمایتی؛ تاکید بر رشد همه جانبه دانش آموزان و به کارگیری الگوی «باز» در طراحی کلاس‌های درس با فراهم ساختن امکان بحث و مشارکت دانش آموزان با یکدیگر؛ تقویت قوای جسمانی، روحی و روانی با الزامی ساختن آموزش تربیت بدنی می‌باشد. سیستم آموزشی فنلاند تاثیر شگرفی بر ثبات اقتصادی و توسعه اجتماعی این کشور گذاشته و همین موضوع سیاست‌های آموزشی این کشور را به الگویی مناسب و آزموده برای بسیاری از کشورها تبدیل کرده است. در این مقاله، عوامل موثر در موفقیت سیستم آموزشی کشور فنلاند، به طور خلاصه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

کلیدواژگان: فنلاند، مدارس جامع، برنامه ارزیابی بین المللی دانش آموزان، سیستم آموزشی برابر، آموزش تربیت بدنی.

مقدمه

پس از جنگ جهانی دوم، نابرابری در سیستم آموزشی فنلاند بسیار مشهود بود تا آنجایی که در دهه ۵۰ میلادی تنها یک چهارم از افراد جامعه به مدرسه دسترسی داشتند که از میان این مدارس نیز دو سوم آن‌ها به شکل خصوصی اداره می‌شدند. در آن دوران، اغلب فنلاندی‌هایی که شرایط تحصیل داشتند پس از سپری کردن شش سال آموزش در مدارس ابتدایی، مدرسه را ترک می‌کردند و تنها افراد ساکن شهرها و شهرک‌ها امکان ورود به مدارس متوسطه را داشتند. در دوران پس از جنگ و با گسترش شهر نشینی، سیستم آموزشی گذشته نتوانست پاسخگوی نیازهای جدید جامعه فنلاند باشد از این رو، حرکتی آغاز شد که در نهایت به تصویب قانون آموزش پایه جدید در سال ۱۹۶۸ میلادی انجامید [۱]. این قانون که با هدف شکل‌گیری مدارس جامع در فنلاند تصویب شده بود، ابتدا در سال ۱۹۷۲ میلادی در مناطق شمالی فنلاند به اجرا درآمد و پنج سال بعد در شهرک‌های جنوبی نیز با استقبال مردم روبرو شد و بتدریج عمومیت پیدا کرد. به موجب این قانون، مدارس در شهرهای مختلف فنلاند تحت پوشش شهرداری‌های محلی قرار گرفت و هزینه‌های ابتدایی دانش‌آموزان شامل هزینه کتاب، لوازم و منابع آموزشی، غذا و حتی معاینات پزشکی و دندان پزشکی توسط این سازمان تامین می‌شود. در آغاز دهه ۱۹۹۰، برخی از وظایف ادارات دولتی در فنلاند به مقامات محلی واگذار شد. در نتیجه، قدرت تصمیم‌گیری کامل در اعطای کمک هزینه‌های تحصیلی به شهرداری‌های محلی به عنوان متولیان آموزش انتقال یافت؛

بازرسی از مدارس و کتاب‌های درسی متوقف شد و شهرداری‌ها از اختیار کامل برای سازماندهی فرآیندهای آموزشی و مدارس و همچنین اصلاح کامل قوانین آموزشی برخوردار شدند که در آن بر اهداف، حقوق، وظایف و ارزیابی دانش آموزان تاکید شده بود [۳،۲]. تصویب قانون آموزش پایه در فنلاند را می‌توان به عنوان یک نیروی محرکه برای پیشرفت سیستم آموزشی این کشور در نظر گرفت. پس از آن، برنامه آموزشی ملی فنلاند به واسطه بازبینی‌ها و به روز رسانی‌های پیوسته، تحت نظارت هیئت ملی آموزش این کشور متشکل از معلمان، پژوهشگران و وزرا به تدریج پیشرفت کرد تا جایی که امروز به عنوان الگویی مناسب مورد توجه سایر ملل قرار گرفته است.

در اصل، توجه و علاقه جهانی به سیستم آموزشی فنلاند از سال ۲۰۰۲، یعنی پس از موفقیت این کشور در نخستین برنامه بین‌المللی ارزیابی دانش آموزان[1] شکل گرفت. در این برنامه دانش آموزان ۱۵ ساله فنلاندی، بالاترین مقام را در خواندن، علوم و ریاضیات کسب کردند. این مسئله تا سال ۲۰۰۹ نیزادامه یافت و دانش آموزان فنلاندی موفق شدند نمرات بالایی را در بین کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه اروپا[2] OECD به دست آوردند. کسب نمرات بالا، با کمترین تغییر در نتایج حاصل از عملکرد این دانش آموزان را می‌توان به عنوان دستاوردهای یک سیستم آموزشی موفق در نظر گرفت، سیستمی که اثرات حاصل از عملکرد آن را می‌توان به وضوح در عرصه‌های اقتصادی و اجتماعی این کشور مشاهده کرد [۴]. تاکنون تحقیقات بسیاری به منظور شناسایی عوامل موثر در پیشرفت سیاست گذاری‌های آموزشی فنلاند صورت گرفته است که در ادامه به شرح مختصر مهم‌ترین آن‌ها می‌پردازیم.

تحصیل رایگان و برابر برای دانش آموزان

به دنبال اصلاحاتی که در سال ۱۹۷۲ میلادی در برنامه آموزشی کشور فنلاند صورت گرفت، کودکان فنلاندی صرف نظر از خانواده، سطح اجتماعی و شرایط اقتصادیشان از شرایط تحصیل برابر برخوردار شدند. برنامه آموزشی ملی فنلاند، تحت نظارت هیئت ملی آموزش این کشور تهیه می‌شود که خود بخشی از وزارت آموزش و فرهنگ است. معلمان، پژوهشگران و وزرای ذیربط به طور پیوسته در حال بازبینی برنامه‌های آموزشی‌اند؛ بنابراین سیستم آموزشی پایه فنلاند به طور منظم، با فرآیند بازنگری فعال و پیوسته در حال اصلاح و پیشرفت است [۵،۳]. برنامه آموزشی ملی تدوین شده به منظور تنظیم امور، در اختیار شهرداری‌های محلی به عنوان ارائه دهندگان امکانات آموزشی قرار می‌گیرد. همچنین این مراکز در هر ایالت، مسئول دریافت و سازماندهی بودجه و کمک هزینه‌های تحصیلی از طرف دولت بوده، آن را صرف امکانات و نیازهای آموزشی می‌کنند [۲]. برای دانش آموزان فنلاندی، تحصیل در دوره پیش دبستانی، ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان رایگان است و در تمامی مقاطع به جز مقطع متوسطه عمومی، کتاب‌های درسی و سایر ملزومات توسط مدرسه ارائه می‌شود. علاوه بر این، در مدارس ابتدایی و راهنمایی وعده‌های غذایی روزانه کاملا رایگان عرضه می‌شود. جالب اینکه ارائه وعده‌های غذایی رایگان در مدارس فنلاند برگرفته از یک سنت ۶۰ ساله است که از مدارس ابتدایی اولیه سرچشمه گرفته، برای جلب حضور در مدرسه و حمایت از یادگیری ابداع شده است [۳،۱].

آموزش و یادگیری همه جانبه در مدارس

سیستم آموزشی فنلاند از جهات بسیاری شبیه به سیستم آموزشی سایر کشورهای اروپایی و ایالات متحده آمریکاست اما تفاوت‌هایی هم با آن‌ها دارد. به عنوان مثال کودکان فنلاندی در هفت سالگی یعنی یک سال دیرتر از کودکان آمریکایی آموزش ابتدائی را شروع می‌کنند. تحصیل در مدارس جامع در دو سطح دبستان (از کلاس اول تا ششم) و راهنمایی (از کلاس هفتم تا نهم) صورت می‌گیرد. تا سن ۱۵ سالگی یا کلاس نهم، همه نوجوانان فنلاندی آموزش اولیه مشابهی را دریافت می‌کنند. در مدارس ابتدایی فنلاند، کودکان دروس مختلف مدرسه را با معلم خود مطالعه می‌کنند، در حالی که در دوره راهنمایی، بحث با معلمان متخصص، حول محور موضوعات خاصی صورت می‌گیرد. پس از گذراندن نه سال آموزش ابتدایی الزامی، دانش‌آموزان می‌توانند تحصیلات خود را در دبیرستان یا هنرستان ادامه دهند که هر دو از جمله موسسات غیر الزامی و بدون شهریه هستند. دبیرستان، با دوره‌های فشرده برای آمادگی ورود به کالج، مستقیم‌ترین مسیر برای ورود به دانشگاه است و هنرستان دانش آموزان را برای ورود مستقیم به مشاغل آماده می‌کند [۶].

در سال ۲۰۰۹ یک هیئت متخصص با هدف توسعه آموزش پایه در فنلاند، مهارت‌های حیاتی مورد نیاز در قرن ۲۱ را به پنج گروه اصلی طبقه‌بندی و بر آموزش و یاد گیری آن‌ها تاکید کرد. از جمله این مهارت‌ها می‌توان به آمادگی جسمانی، مهارت‌های فکری، فن بیان، مشارکت و ابتکار عمل، خودآگاهی و مسئولیت پذیری اشاره کرد. بر این اساس در ژوئن ۲۰۱۲، وزیر آموزش فنلاند فرمانی را برای اصلاح برنامه آموزش پایه امضا کرد که در این فرمان، زمان و بودجه

1. Programme of International Student Assessment (PISA)
2. Country / Organisation for Economic Co-operation and Development

بیشتری برای دروسی مانند تربیت بدنی[1]، هنر، آموزش صنایع دستی و آموزش مدنی- شهروندی در نظر گرفته شده بود. در این محتوای ارائه شده، مدیران و سیاست گذاران آموزشی فنلاند به درس تربیت بدنی نگاه ویژه‌ای داشتند و علاوه بر تخصیص بودجه بیشتر، مدت زمان آموزش آن را نیز در طول هفته افزایش دادند. جالب توجه است که درس تربیت بدنی در اواسط قرن نوزدهم در سیستم آموزشی فنلاند الزامی شد و از همان زمان پیشرفت فیزیکی، گسترش توانمندی‌های روانی و اجتماعی و به طور کلی رشد همه جانبه دانش آموزان را در بر گرفت. این برنامه در سطح آموزش ابتدایی بر یادگیری طیف گسترده‌ای از مهارت‌های حرکتی تأکید دارد. در دبیرستان تاکید آموزش بر انتخاب یک سبک زندگی سالم و درک چگونگی تأثیر فعالیت‌های فیزیکی بر سلامت جسمی، روانی و اجتماعی فرد است. در هنرستان نیز تمرکز اصلی این برنامه، ترویج سبک زندگی سالم و فعال با برنامه ریزی شخصی است. بنابراین درس تربیت بدنی در فنلاند صرفا ابزاری برای تخلیه انرژی نیست بلکه بخش مهمی از یک سیستم آموزشی است که به کشور کمک می‌کند تا به اهداف قرن ۲۱ دست یابد [۴].

تربیت معلمان حرفه‌ای

آموزش و به کارگیری معلمان حرفه‌ای با تحصیلات بالا یکی از مهمترین دلایل موفقیت کشور فنلاند در زمینه آموزشی می‌باشد [۶]. در کشورهای اتحادیه اروپا، آموزش معلمان معمولاً چهار سال به طول می‌انجامد و آن‌ها در این دوره مدرک کارشناسی خود را دریافت می‌کنند. این افراد پس از تعیین صلاحیت و پذیرش، مجاز به تدریس در سطوح پیش دبستانی و ECEC[2] (آموزش و مراقبت از دوران کودکی) هستند اما برای تدریس در اغلب سطوح تحصیلی مانند سطح متوسطه، به مدرک کارشناسی ارشد نیاز دارند. در جدول زیر حداقل شرایط احراز صلاحیت برای معلمان در مقاطع پیش دبستانی، ابتدایی و متوسطه عالی گرد آوری شده‌اند.

جدول ۱. شرایط احراز صلاحیت معلمان در مقاطع پیش دبستانی، ابتدایی و متوسطه

پیش دبستانی (سنین ۶ سال) ISCED0	آموزش پایه ۱ (سطح ۱ تا ۶) ISCED1	آموزش پایه ۲ (سطح ۷ تا ۹) ISCED2	متوسطه عالی عمومی ISCED3	متوسطه عالی حرفه‌ای ISCED3
معلم مهدکودک مدرک کارشناسی (توانایی کار در مهد کودک)	**معلم کلاس** مدرک کارشناسی ارشد در علوم تربیتی	**معلم موضوعی** مدرک کارشناسی ارشد در موضوع تدریس	**معلم موضوعی** مدرک کارشناسی ارشد در موضوع تدریس	**معلم حرفه و فن** مدرک تحصیلات عالی (دکترا) **معلم دروس مشترک*** نیاز به مدرک کارشناسی ارشد در موضوع تدریس شده و موضوعات مرتبط با فناوری
توانایی آموزش در مدرسه به عنوان معلم مهد کودک و یا معلم کلاس	با تسلط بر موضوعات مطالعات چند رشته‌ای که در پایه های ۱- ۶ تدریس می‌شوند می‌توانند به عنوان معلم کلاس تدریس کنند			
		با کسب ۶۰ اعتبار ECTS ● می‌تواند به عنوان معلم موضوعی تدریس کند		

1. Physical Education
2. Early childhood Education and Care

مربی ویژه مهدکودک مدرک کارشناسی در رشته علوم تربیتی + آموزش ویژه جداگانه	**معلم آموزش ویژه* و معلم کلاس ویژه** سطح کارشناسی ارشد + آموزش ویژه		**معلم نیازهای ویژه** معلم حرفه و فن و دروس مشترک (معلم نیازهای ویژه در آموزش حرفه و فن)
شرایط کلی برای تدریس در تمامی مقاطع صلاحیت تدریس + سابقه کار مناسب + گواهینامه وزارت آموزش یا معادل آن			
* دروس مشترک شامل: زبان انگلیسی، زبان ملی، ریاضیات، علوم، علوم اجتماعی، تربیت بدنی، مبانی پایه کامپیوتر و طراحی. * ECTS: یک ابزار اعتبار دهی استاندارد در سراسر اتحادیه اروپا و سایر کشورهای اروپایی همکاری کننده است که با توجه به "حجم آموخته‌ها و بر اساس عملکرد و فعالیت‌های مرتبط با دانش شخص"در سطح آموزش عالی به او امتیاز می‌دهد. یک سال تحصیلی معادل ۶۰ واحد ECTS یعنی ۱۵۰۰-۱۸۰۰ ساعت کار و فعالیت است (۱۰). * معلمان آموزش ویژه: با دانش آموزانی کار می‌کنند که دارای ناتوانی‌های جسمانی، یادگیری، ذهنی و یا عاطفی هستند. آنها درس‌های آموزش عمومی را تدریس می‌کنند و مهارت‌های پایه را به دانش آموزان دارای ناتوانی‌های خفیف تا متوسط آموزش می‌دهند (۱۱).		

به طور کلی در فنلاند راه‌های زیادی برای ورود به حرفه معلمی وجود دارد که رایج‌ترین آن‌ها تعلیماتی هستند که به صورت هم‌زمان با دوره کارشناسی ارشد آموزش داده می‌شوند [۲].

معلمان فنلاندی پیش از شروع به تدریس، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. هدف از این ارزیابی، توانمندسازی معلم و همچنین پیشرفت تحصیلی دانش آموزان می‌باشد. در گذشته استخدام معلم و قضاوت در مورد عملکرد او اغلب توسط افراد سرشناس جامعه انجام می‌شد اما امروزه این مسئولیت بر عهده دبیران ارشد مدارس است که طبق دستورالعمل‌های وزارت آموزش فنلاند معلمان را مورد ارزیابی قرار دهند. گفتنی است که این دبیران، علاوه بر ارزش‌های جامعه، از موضوع و مهارت‌های آموزشی نیز آگاه هستند. در روش‌های ارزیابی پیشین، پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان به عنوان معیاری از کارآمدی و اثر گذاری معلم به شمار می‌رفت اما چون فرآیند یادگیری همواره به شرایط روحی، چالش‌ها و اضطراب دانش آموزان نیز بستگی دارد، نمی‌توان پیشرفت تحصیلی آن‌ها را منحصرا به توانمندی‌های معلم مرتبط دانست. در روش‌های ارزیابی نوین، معلمان کارآمد می باید ویژگی‌هایی داشته باشند که از مهمترین آن‌ها می‌توان به داشتن روحیه کار گروهی و همکاری با همکاران در زمینه‌های آموزشی، کمک به دانش‌آموزان برای ترسیم چشم‌اندازی از آینده خود، ایجاد نگرش مثبت در آنان و در نظر گرفتن منافع اجتماعی و استفاده از منابع مختلف برای کمک به پیشرفت تحصیلی دانش آموزان اشاره داشت. به علاوه، ویژگی‌های دیگری نیز مانند اندازه کلاس، تعداد دانش‌آموزان، جنسیت، سن، سابقه تحصیلی و شرایط اقتصادی و اجتماعی آن‌ها از دیگر مواردی هستند که ممکن است در اثربخشی معلمان نقش کلیدی داشته باشند [۷]. گفتنی است که معلمان حرفه‌ای، نقش مهمی در سیستم آموزشی کشور فنلاند دارند. آن‌ها مسئول طراحی برنامههای درسی، محیط‌ها و دوره‌های آموزشی، و به علاوه، ارزیابی نتایج تدریس خود و یادگیری دانش‌آموزان هستند. در فنلاند، معلمان تحت فشار بازرسی و یا آزمون‌های دشوار قرار نمی‌گیرند و به جای سیستم‌های کنترل، فرهنگ اعتماد، حمایت و همکاری برقرار است [۳،۷]. بنابراین معلمان به عنوان بهترین متخصصان در حرفه خود مورد اعتماد افراد جامعه هستند. نقش معلمان در سیستم آموزشی فنلاند آنقدر با اهمیت است که از تجربیات و پایه‌های قوی دانش آن‌ها در روند اصلاحات و بازنگری برنامه درسی این کشور استفاده می‌شود [۳].

ساعات تدریس هفتگی معلمان در فنلاند

معلمـان فنلانـدی در تنظیـم سـاعات کاری خـود دارای اختیـار هسـتند و تعـداد سـاعاتی که آن‌هـا می‌باید در مدرسـه بگذرانند بر اسـاس سـاعات تدریـس آنها تعیین می‌شـود. ضمناً آن‌هـا موظفند کـه بـه مدت ۲ الی ۳ سـاعت در هفتـه، جهت همکاری بـا والدین و همکاران در دسـترس باشـند. در فنلاند سـاعات تدریس و مدت زمـان حضـور در مدرسـه در مقایسـه با کشـورهای عضو سـازمان همـکاری و توسـعه اقتصادی[1] کمتر اسـت. طبق نظر سـنجی‌ای[2] که در سـال ۲۰۱۳ انجام شـد مشـخص شـد که میانگین سـاعت کاری معلمـان در هفتـه بـرای تمام کشـورهای شـرکت کننده ۳۸ سـاعت و برای معلمان فنلاندی ۳۲ سـاعت اسـت. این نظرسنجی همچنیـن مشـخص کرد که معلمـان در فنلاند بیشـتر وقت کاری خـود را صـرف آموزش و آمـاده سـازی دروس می‌کنند [۲].

ارزیابی دانش آموزان

مـدارس فنلانـد از سیسـتم پاسـخگویی مبتنـی بر آزمـون پیروی نمی‌کننـد بنابرایـن هیـچ آزمونـی در پایـان مدرسـه جامـع وجـود نـدارد و تنهـا یـک آزمـون نهایـی در پایـان دوره دبیرسـتان از دانـش آمـوزان گرفتـه می‌شـود. بـا ایـن حـال دانـش آمـوزان در طـول تحصیل خـود توسـط آزمون‌هـای ابداعـی معلمـان ارزیابی می‌شـوند. همچنیـن مرکـز ارزیابـی آمـوزش فنلانـد[3] کـه یـک سـازمان مسـتقل دولتـی اسـت به طـور منظـم نتایـج یادگیری در ریاضیـات، زبـان فنلانـدی، زبان‌هـای خارجـی، تاریـخ و مذهب را ارزیابـی می‌کنـد. ایـن ارزیابـی بـر اسـاس یـک نمونـه اسـتاندارد صـورت می‌گیـرد و نتایـج آن بـدون هیـچ گونـه رتبـه بنـدی‌ای گـزارش می‌شـود [۷]. در ایـن سیسـتم ارزیابـی، دانش آمـوزان در قبـال نتایـج فعالیت‌های خود پاسـخگو نیسـتند، بلکه ایـن مدیران مدارس و مسـئولان آموزشـی هسـتند کـه در قبال نتایـج عملکرد دانـش آمـوزان مسـئول‌اند. این در واقع یک سیسـتم پاسـخگویی متقابـل اسـت کـه در آن به جای دانش آمـوزان، متصدیان آموزش بـه طـور فزاینـده‌ای در قبال نتایج یادگیری پاسـخگو هسـتند و از مقامـات آموزشـی نیـز انتظار مـی‌رود که از مدارس برای دسـتیابی بـه نتایـج مـورد انتظـار حمایـت کننـد. در فنلانـد، تصـور عمومی بـر ایـن اسـت کـه پاسـخگویی متقابـل، تأثیـر مثبت عمـده‌ای بر تدریـس و در نتیجـه بـر یادگیری دانـش آموزان دارد و مسـئولیت پذیرتـر کـردن مـدارس و معلمـان در مـورد عملکـرد خـود، کلیـد بهبـود یادگیـری دانـش آموزان اسـت [۳].

طراحـی بـاز کلاس‌هـای درس و اصـلاح الگـوی آموزش و یادگیری

همزمـان بـا اصـلاح برنامه درسـی آمـوزش پایـه فنلاند در سـال ۲۰۱۶، ایـن کشـور شـروع بـه تغییـر و بازسـازی مـدارس سـنتی کـرد. در طراحـی جدیـد مـدارس، دیوارهـای سـنتی کلاس‌هـا و همچنیـن ردیف‌هـای میـز و صندلی‌هـا بـه منظـور ایجـاد فضایی بـاز، انعطاف‌پذیـر، چنـد منظـوره و غیررسـمی جابجـا شـدند. حـذف دیوارهـا و مرزهـای بیـن فضاهـا، عـلاوه بـر تغییـر در بعد فیزیکـی مـدارس، در بهبود فرهنـگ یادگیری و آمـوزش نیز موثر اسـت. بـه عنـوان مثـال طراحـی بـاز، امـکان حضـور دو تـا چهار معلـم کلاسـی، معلـم آمـوزش ویـژه و یـا معلـم مرجـع[4] را بـرای یـک گـروه دانـش آمـوزی ۴۰ تـا ۱۰۰ نفـره فراهـم می‌کنـد. در یـک چنیـن فضایـی فعالیت‌هـای مبتنـی بـر پـروژه و مشـارکت افزایـش می‌یابنـد و دانش‌آمـوزان بـه مهارت‌هایـی نیـاز پیـدا خواهنـد کـرد تـا بـه اهـداف مشـترک متعهـد بماننـد، اطلاعات و دانـش خـود را منعکـس کننـد و نقـاط ضعـف را که ممکن اسـت مانـع تعامـل و یادگیریشـان شـوند تشـخیص دهنـد. در مجمـوع، محیط‌هـای یادگیـری بـاز بـه خـودی خـود یادگیـری سـازنده را تضمیـن نمی‌کننـد و عوامـل دیگـری ماننـد حمایـت کافـی معلم، ظرفیت‌هـا و گنجایـش دانـش آمـوزان بـرای گفتگـوی سـازنده و سـطح یادگیـری آن‌هـا نیـز در ایـن فرآینـد نقـش دارنـد [۸].

نتیجه گیری و پیشنهادات

با نگاهی به تاریخچه آموزشـی کشـور فنلاند از جنگ جهانی دوم تـا بـه امـروز و پیشـرفت‌های اخیـر این کشـور می‌توان به آسـانی تاثیـر یک سیسـتم آموزشـی با کیفیـت را روی رونق و شـکوفایی اجتماعـی، اقتصـادی، فرهنگـی و سیاسـی یـک جامعـه مشـاهده کـرد. ایجـاد فرصت تحصیـل رایگان و برابـر بـرای دانش‌آموزان، جـزو اولیـن و مهم‌ترین گام‌های مسـئولان آموزشـی فنلاند برای بـه عرصـه آوردن اکثریـت نیروی جـوان، خلاق و پرانـرژی جامعه اسـت. پس از برداشـتن موانـع بودجه، دولت فنلاند بـا به کارگیری حرفـه‌ای تریـن و متخصص‌تریـن معلمان و اعطـای اختیارعمل به آن‌هـا، آموزشـی همـه جانبه به کـودکان فنلانـدی ارائـه می‌دهد. آموزشـی کـه علی‌رغـم پـرورش دانـش آموزان بـه لحـاظ علمی، آن‌هـا را بـا ابعـاد وجـودی، اسـتعدادها و توانمندی‌هـای فـردی و اجتماعـی شـان آشـنا می‌کند.

طراحـی مـدارس جدیـد در فنلاند با پیـروی از الگوی بـاز، با ایجاد

1. Country / Organisation for Economic Co-operation and Development
2. Organisation for Economic Co-operation and Development -Teaching and Learning International Survey)OECD –TALIS(
3. Finnish Education Evaluation Center (FINEEC)

۴. نقـش معلـم مرجـع کمـک بـه معلـم کلاس و حمایت از کودکانی اسـت که نسـبت به همکلاسـی‌های خود مشـکلات یادگیری و یا جسـمانی متوسـط دارند. زمانی کـه کودکی پس از ارزیابـی در یـک مـدل سـه مرحلـه‌ای در سـطح سـه قـرار بگیـرد معمـولاً از سـوی معلم مرجـع کمک بیشـتری به او می‌شـود. معلمـان مرجع، ایـن دانش‌آمـوزان را خـارج از کلاس درس معمولـی، در گروه‌هایـی کوچکـی قـرار می‌دهنـد و در اتـاق مرجـع به آن‌هـا آموزش‌های خوانـدن و نوشـتن می‌دهند (۱۲).

فرصتی برای مشارکت دانش آموزان در پروژه‌های گروهی، منجر به تقویت مهارت‌های اجتماعی آن‌ها می‌شود و آن‌ها را برای مدیریت معضلات پیش رو در جامعه خارج از مدرسه آماده می‌کند. نکته جالب توجه این است که سیستم آموزشی فنلاند، مدیران، معلمان و مسئولان آموزشی را در قبال عملکرد و سطح کیفی یادگیری در مدارس خود پاسخگو می‌داند. این روش پاسخگویی متقابل باعث می‌شود تا مسئولان مربوط همواره در تلاش باشند تا با بهترین شیوه‌های آموزشی، مطابق با برنامه آموزشی ملی، دانش آموزان، تعلیم دهند. امروزه بسیاری از کشورها در حال الگوگیری از سیستم آموزشی فنلاند هستند. الگوبرداری از سیستم‌های خوب جهانی و مطالعه عمیق آن می‌تواند از وظائف رصدخانه علمی ایران قرار گیرد تا نقش‌های مهم آموزش و پرورش دانش آموزان و دانشجویان مورد ارزیابی قرار گیرد. بعضی از برنامه‌های سیستم آموزشی فنلاند همگام با برنامه‌های آموزشی گذشته و حال سیستم آموزشی مدارس ایران است. در زمان‌های قدیم در ایران محصلان در مدارس از تمرین‌های تربیت بدنی و تعلیم شجاعت، خوشبین بودن و مثبت نگری، خواب درست، درست غذا خوردن، منظم بودن، لباس فرم و پوشش متناسب تحصیلی، گفتمان شایسته با دیگران، و در انتها روابط اخلاقی اثر گذار اجتماعی آموزش می‌دیدند. امروز سیستم آموزش و پرورش مدارس کشور تعلیمات مهارت‌های سبک زندگی خوب و فضائل اخلاقی را آموزش می‌دهند.

از موضوعات مهم که می‌توان در نتیجه گیری این مقاله مورد توجه مسئولان ذیربط و سازمان بودجه گذاری کشور مطرح نمود موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

توسعه علمی، نوآوری، فناوری، فرهنگ و رفاه عمومی کشور بستگی مستقیم به تربیت نیروی انسانی دانا دارد که سهم اصلی ان می‌باید از خانواده اصیل و مدرسه دوران کودکی شروع شود. این موضوع نیازمند حضور و توانمند سازی معلمان و آموزگاران علم و معنی می‌باشد [۹] لذا شایسته است که در مدارس ایران معلمان اندیشمند و با تجربه حضور داشته باشند. برای محقق شدن این پیشنهاد شایسته است که شان معلمان از نظر رفاه زندگی و نداشتن غدغه از اولویت‌های آموزش و پرورش کشور قرار گیرد.

موضوع مهم دیگر نداشتن استرس برای دانش آموزان است که می‌باید شیوه های کاهش استرس از جمله توجه ویژه به موضوع تربیت بدنی و ورزش است تا قوای جسمانی و روحی روانی انها ارتقاء یابد و آموزش سبک زندگی علمی سالم از جمله تغذیه غذای فرا سودمند است. البته فضای مناسب محیطی مدرسه و کلاس‌ها و استفاده از فضای سبز از اهمیت خاص برای تعدیل استرس می‌باشد. تقویت انجمن خانه و مدرسه از اهمیت خاصی برخوردار است که آموزگاران و والدین دانش‌آموز با همکاری هم بتوانند در آموزش و پرورش و فرهیختگی فرزندان ایران نقش ایفا نمایند. البته پیشنهاد می‌گردد طرح‌های کوچک برای مطالعه سیستم‌های آموزشی قدیم ایران و مطالعه در خصوص سیستم‌های آموزشی سایر ملل که از اهمیت بسیاری برخوردار تعریف و اجرا شود.

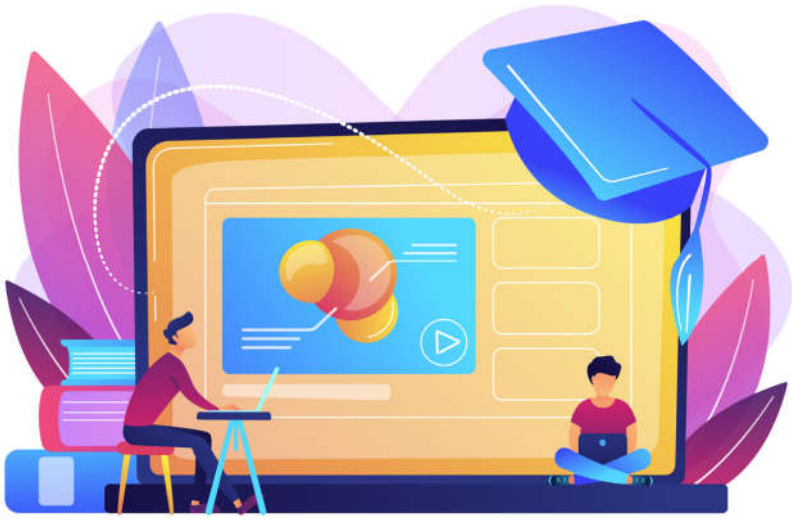
منابع:

1. Kupiainen S, Education FM of, l'éducation FM de, Educación FM de, Hautamäki J. The Finnish education system and PISA. Minist. Educ, Finland. 2009:46.
2. Paronen P, Lappi O. Finnish teachers and principals in figure. Helsinki, Finland: Finnish National Agancy For Education; Report and survey 2018:4.
3. Yli-Piipari SR. Physical education curriculum reform in finland. Quest.2014;66:468-84
4. Fang J, Kan Y. Audacious education purposes: how governments transform the goals of education systems. Asia Pacific J Educ. 2021;41(2):399-401.
5. Sahlberg P. Finnish Lessons 2.0: What Can the World Learn from Educational Change in Finland?, Second Edition. Teachers College Press; 2015. (EBL-Schweitzer).
6. Halinen I. The new educational curriculum in finland. In: Matthes M, Pulkkinen L, Clouder C, Heys B editors. Improving the Quality of Childhood in Europe. 1st ed. Brussels: Alliance for Childhood European Network Foundation; 2018.75-89.
7. Tarhan H, Karaman AC, Kemppinen L, Aerila J-A. Understanding Teacher Evaluation in Finland: A Professional Development Framework. Aust J Teach Educ. 2019;399:33-50.
8. Niemi K. 'The best guess for the future?' Teachers' adaptation to open and flexible learning environments in Finland. Educ Inq. 2021;12(3):282-300.

۹. علی اکبر موسوی موحدی، مجتبی امانی و ابوالفضل کیانی بختیاری «آموزگاران علم و معنی»، مجله رهیافت، فصلنامه سیاست‌های علمی و پژوهشی، شماره ۳۵, صفحات ۶۶ – ۷۳ سال ۱۳۸۴

وبگاه:

10. https://g.co/kgs/hmWQXG
11. Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, Occupational Outloo Handbook, Special Education Teachers, at https://www.bls.gov/ooh/education-training-and library/special-education-teachers.htm (visited July 23 ,2023).
12. What is a resource teacher? Bloomingburg, New york: Teachnology, Inc. The online teacher resource. https://www.teach nology.com/teachers/special_ed/resourceteacher.html



سیر تحول ریاضیات مدرسه‌ای در ایران

علیرضا مدقالچی
(دانشگاه خوارزمی - فرهنگستان علوم)
a-medghalchi@khu.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

این مقاله به سیر تحولات مدرسه‌ای و محتوای آن، بررسی تحول آموزش مدرسه‌ای و تاریخچه کتاب‌های ریاضی در دوران معاصر می‌پردازد. بدون شک، نمی‌توان در این بررسی به زیربنای این تحولات در دوران‌های پرتلاطم تاریخی اشاره‌ای نکرد. تلاطمی که هم منشأ درونی و هم منشأ بیرونی دارد. مسلماً ورود به این دریای بی‌کران نه تنها مستلزم داشتن اطلاعات عمیق تاریخی است، بلکه سبب دوری از هدف اصلی تدوین این مقاله نیز می‌شود. از این‌رو، به اندازه وسع خود و استفاده از منابع معتبر و به اجمال وارد این مباحث خواهیم شد. هدف اصلی ما، در واقع نگاهی به تحولات گذشته به منزله چراغی فراروی آینده است تا با استفاده از تجربه‌های گذشته و بهره‌گیری از پیشرفت‌های محتوایی و نظریه‌ها و شیوه‌های جدید آموزشی، زمینه‌ای مناسب برای ایجاد ساختاری فاخر در آموزش مدرسه‌ای فراهم آید. ریاضیات مدرسه‌ای پایه و مایه اصلی اکثر شاخه‌های دانشگاهی: علوم پایه، مهندسی و حتی علوم انسانی و پزشکی است. بدون شک تحول در آموزش مدرسه‌ای و بهبود و ارتقاء ریاضیات مدرسه‌ای نویدبخش ارتقاء سطح بسیاری از علوم و دانش‌های وابسته خواهد شد.

مقدمه

عموما آغاز آموزش مدرسه‌ای را از دارالفنون می‌دانند و حتی برخی پا را فراتر گذاشته، تأسیس دارالفنون را منشأ اصلی دانشگاه می‌دانند. بررسی تاریخی، حکایت‌هایی دیگر هم دارد که به طور کوتاه به آنها اشاره می‌کنیم.

در جریانی دیگر دو تمدن بزرگ باستانی ایران و روم، علوم یونانی به ایران منتقل شد. ایران در دوره اشکانیان و ساسانیان همانند هخامنشیان وارث همه تمدن‌های زمانه خود بود. در زمان حکومت شاپور اول انتقال علوم یونان به اوج خود رسید. او در ۲۶۰ میلادی در جنگ با روم پیروز شد. در این جنگ شماری افراد مجرب جزو اسیران بودند. شاپور این افراد را برای ساختن شهری در کنار دزفول فعلی مأمور کرد [۱]. در اثر کرسین، سن آرتور، ایران در زمان ساسانیان آمده است که آنها سدی به طول ۱۵۰۰۰ قدم نزدیک شوشتر ساختند]که هنوز هم برای برگرداندن آب کارون به مزارع به‌کار می‌رود (۲ [آرتور کریستن سن. چاپ اول، ۱۳۱۴ شمسی]). دانشگاه جندی شاپور در زمان انوشیروان به صورت یک مرکز بزرگ علمی درآمد که در قلمرو فرمانروایی روم نظیر نداشت (۱).

در ۷۶۲ میلادی شهر بغداد ساخته شد. بر اساس اسناد تاریخی، حقوق‌های گزاف، مدرسان جندی شاپور را به بغداد کشاند. به این ترتیب دانش یونان از راه اِدسا و به کمک نسطوریان تبعیدی به جندی شاپور و از آنجا به بغداد راه یافت (۱و۲).

در نیمه اول سده هفتم میلادی اسلام ظهور کرد و قلمرو خود را از هندوستان تا اسپانیا گسترش داد. پس از استقرار، کوشش‌های زیادی در راه گسترش علم و دانش آغاز شد. از یک سو مسلمانان وارث تمدن یونانی بودند و از سوی دیگر ایرانیان و هندیان را نیز جذب کردند و با افزودن سهم خود فرهنگی غنی آفریده شد که بعدها در آسیا و اروپا گسترش یافت. بخشی از این ماجرا را می‌توان در مقاله زیبا و عالمانه دکتر رجبعلی پور (۳) یافت.

برای ورود به مبحث اصلی به یک نکته تاریخی دیگر اشاره می‌کنم. پس از فراز و فرودهای تاریخی، سرانجام در دوره صفویه مرزهای ایران تا اندازه‌ای تثبیت شد. حکومت صفویه حدود ۲۰۰ سال دوام یافت. حدود قلمرو صفویه، علاوه بر ایران امروز، ارمنستان، آذربایجان، گرجستان، قسمتی از شرق عراق، بخشی از افغانستان و نیز کشور عمّان را شامل

می‌شد(۱). قصد ما از این مقدمه اشاره‌ای کوتاه به سابقه فرهنگی و علمی بود.

ابوالقاسم قربانی در کتاب ارزشمند خود به تاریخ ریاضیات و ریاضی‌دانان این دوره و دوره اسلامی پرداخته است (۴). در مقاله نگاهی به تاریخچه کتاب‌های ریاضیات مدرسه در دوران معاصر (۵) نیز به برخی از ریاضی‌دانان این دوره و کتاب‌های ریاضی اشاره کرده‌ایم. البته باید اذعان داشت که پیشرفت ریاضیات در این دوره قابل مقایسه با پیشرفت ریاضیات در دنیای آن روز نبود. شاید بتوان از بهاءالدین عاملی (معروف به شیخ بهایی) و محمد باقر یزدی نام برد. قربانی نام عاملی را محمد حسین بهاءالدین عاملی معروف به شیخ بهایی و تاریخ تولد او را ۹۵۳ و وفات او را ۱۰۳۱ هجری قمری ضبط کرده است. کتاب ریاضی او تحت عنوان خلاصه الحساب، حدود دویست سال در ایران، هندوستان و عثمانی از شهرت زیادی برخوردار بود و بارها تجدید چاپ شده است. به نظر دکتر غلامحسین مصاحب متن عربی و ترجمه آلمانی خلاصه الحساب در ۱۸۴۳ میلادی و ترجمه فرانسوی آن در ۱۸۲۶ میلادی منتشر شده است (۵). قربانی شش کتاب از محمد باقر یزدی را با عنوان‌های: عیون الحساب (به زبان عربی)، شرح المقاله العاشره من (تحریر) اصول اقلیدس، حاشیه بر تحریر الکره و الاسطوانه (به زبان فارسی) شرح کتاب الاشکل الکریه، حاشیه بر اُکَر تألیف ثاوذوسیوس (به زبان عربی)، مساحت سطح کره (به زبان فارسی)، فتوحات غیبیّه (به زبان فارسی در شرح اعمال هندسی ابوالوفای بوزجانی).

بررسی کوتاه تاریخی، گواه این مدعا است که چرا مبدأ شروع آموزش مدسه‌ای نوین را باید از دارالفنون دانست. در واقع گسست تاریخی سبب این بررسی‌ها است؛ ولی این بدان معنی نیست که دوران طلایی پیش و پس از اسلام را فراموش کرد. متأسفانه گسست تاریخی سبب عدم استمرار نهادهای علمی معتبر شده است.

دارالفنون و مدرسه‌های پس از آن

اشاره شد که دارالفنون را نخستین مدرسه به سبک جدید در ایران می‌دانند. از این‌رو، لازم است مختصری دربارهٔ هدف از تأسیس آن را در اینجا یادآوری کنیم. نقشه این مدرسه را میرزا رضاخان مهندس براساس نقشه سربازخانه ولیچ در انگلستان کشید و محمد تقی معمار جدّ مادری کامران میرزا ساخت آن را در ۱۲۶۶ قمری (۱۲۲۸ هجری شمسی) آغاز کرد (۵و۶). برای شروع کار مدرسه، امیرکبیر به جان داودخان مترجم دولت ایران دستور داد تا به اتریش رود و شش معلم را برای شش سال و با حقوق سالیانه چهارهزار تومان و چهارصد تومان برای هزینه رفت و برگشت استخدام کند. سپس یک نفر معلم شیمی و فیزیک و آشنا به داروسازی و دو نفر آشنا به معدن را استخدام کند، مشروط بر آنکه حقوق سالیانه همه آنها (نه نفر) از پنج هزار تومان بیشتر نشود. با توجه به دخالت دولت‌های انگلیس و روسیه در امور ایران و بی طرفی دولت اتریش، امیر کبیر ترجیح داد معلمین از کشوری بی‌طرف استخدام شوند.

مدرسه دارالفنون در روز یکشنبه ۵ ربیع اول ۱۲۶۸ هجری قمری (۱۲۳۱ هجری شمسی) با حضور هفت معلم افتتاح شد. معلم‌های ایرانی هم عبارت بودند از: میرزا احمد حکیم باشی کاشانی و میرزا رضا دکتر (معلم طب)، شیخ صالح (معلم عربی، فارسی و پیش نماز) و میرزا ملک خان اصفهانی (معلم حساب و هندسه). مواد درسی عبارت بودند از: ریاضیات، جغرافی، زبان خارجی، معادن و نظام. گرچه دارالفنون در ابتدا یک مدرسهٔ نظامی بود و برای دورهٔ اول ۱۵۰ نفر از فرزندان بزرگان حکومتی و اشراف پذیرفته شده بودند ولی در واقع، نخستین اقدام رسمی برای آشنایی با علوم و فناوری غرب بود؛ البته پیش از آن چندین ایرانی به صورت مأموریت دولتی، یا به صورت فردی برای تحصیل از ایران خارج شده بودند (۱و۶). شرح کامل رشته‌های موجود در دارالفنون و مجموعه فعالیت‌های آن را می‌توان در منابع ۱و۶ یافت.

پس از دارالفنون چندین مدرسه تخصصی و غیرتخصصی به نام‌های مدرسهٔ نظامی (آتاماژوری)، مدرسهٔ سیاسی، مدرسهٔ رشیدیه، مدرسهٔ مظفریه، مدرسهٔ سادات، مدرسهٔ ادب، مدرسهٔ قدسیه، مدرسهٔ دانش، مدرسهٔ کمالیه، مدرسهٔ ثروت، مدرسهٔ فلاحت، مدرسهٔ تربیت، مدرسهٔ شرف تأسیس شدند. برای تأمین معلمین این مدرسه‌ها ۳۰ نفر به خارج اعزام شدند که ۱۵ نفر برای تحصیل در شغل معلمی، ۷ نفر برای تحصیل در علوم مهندسی و ۸ نفر برای تحصیل در علوم و فنون نظامی بودند (۵و۷).

نقطهٔ عطف، تأسیس دارالمعلمین مرکزی در ۱۲۹۷ هجری شمسی و سپس ارتقاء آن به دارالمعلمین در ۱۳۰۷ هجری شمسی است که در ۱۳۱۲ به دانشسرای عالی، در سال ۱۳۵۳ هجری شمسی به دانشگاه تربیت معلم و سرانجام در ۱۳۹۰ هجری شمسی با شمول گروه‌های آموزشی علوم پایه، علوم انسانی، فنی و مهندسی، مدیریت و اقتصاد به دانشگاه خوارزمی تغییر نام یافت. مختصری از این تحولات را در منبع۸ آورده‌ایم. شرح کامل آن در کتاب تاریخ ریاضیات آمده است (۹).

تاریخچهٔ تألیف کتاب‌های درسی ریاضیات در ایران

اشاره شد که از دوران صفویه کتاب خلاصه الحساب شیخ بهایی تنها کتاب ریاضی مدارس قدیم بود و ده‌ها حاشیه

و شرح بر آن نوشته شد. ولی ورود به آموزش دانش نوین از طریق دارالفنون عملی شد. نخستین کتاب ریاضی برای دارالفنون، میزان الحساب است که ستوان یکم کرشیش، معلم توپخانه، به زبان فرانسوی تألیف کرد و میرزا محمدخان زکی مازندرانی آن را به فارسی برگرداند. کرشیش هشت سال در ایران اقامت داشت. او در این مدت شاگردان زبده‌ای در ایران تربیت کرد. بخش اول میزان الحساب در ۱۲۷۳ هجری قمری (۱۲۳۵ هجری شمسی) و بخش دوم آن در سال ۱۲۷۴ هجری قمری (۱۲۳۶ هجری شمسی) در چاپخانهٔ مدرسه به چاپ رسید. عبدالغفار منجم باشی و معلم ریاضی یکی از پیشروان تألیف کتاب‌های ریاضی است (۱۰). او در مقدمهٔ کفایه‌الحساب در ۱۲۹۱ هجری قمری (۱۲۵۳شمسی) چنین نوشته است «حقیر برای تنظیم مراتب تحصیل هر علم که درس گفت، کتابی در آن تألیف کرد. در علم حساب دو کتاب، در اصول هندسه یک کتاب، در مثلثات یک کتاب، در علم نقشه کشی و مساحت اراضی و علم تسطیح یک کتاب»(۵و۱۰). از دیگر کتاب‌های او کتاب بدایه الحساب است. در تألیف این کتاب‌ها بیشتر از منابع فرانسوی استفاده شده است [(۱۰).

سایر کتاب‌های درسی

در کتاب‌های عبدالغفار نجم الملک، بیشتر از منابع فرانسوی استفاده شده بود. کتاب‌های بعدی، به طور عمده با استفاده از این کتاب نوشته شدند.

– اصول علم حساب تألیف علیخان ناظم العلوم (دانش آموختهٔ مدرسهٔ پلی تکنیک پاریس و معلم توپخانه دارالفنون).

– علم جبر و مقابله تألیف آقاجان مهندس (از شاگردان نجم الملک).

– ارشاد اسلامی، تألیف حاج میرزا محمدخان معتمد السلطان (میرپنج توپخانه).

– چهار دوره کتاب ابتدایی تألیف میرزا حسین خان رهنما (معلم ریاضیات عالیه، جغرافی در دارالفنون، دارالمعلمین و مدرسهٔ علوم سیاسی).

– اصول جبر و مقابله در سه جلد تألیف میرزا وحید تنکابنی (۱۳۰۳ هجری شمسی).

این کتاب‌ها بخشی از کتاب‌های ریاضی است که از طرف دارالفنون منتشر شده است. در جمع آوری این اطلاعات از منابع ۵ و ۱۰ استفاده شده است.

عبدالحسین مصحفی در همایش بزرگداشت ابوالقاسم قربانی می‌گوید: دیری نپایید که عده‌ای از فارغ التحصیلان دارالفنون و فارغ التحصیلان خارج از کشور جای معلم‌های خارجی را گرفتند و عهده دار تدریس شدند. در مرحلهٔ نخست با انتخاب سرپرست دارالفنون، افرادی مشغول ترجمهٔ کتاب‌های درسی از فرانسوی به فارسی شدند. مصحفی می‌افزاید: نسخه‌هایی از این کتاب‌ها را دارم که تاریخ چاپ آنها ۱۲۷۴ هجری قمری برابر با ۱۲۳۶ هجری شمسی است، ترجمه‌ها تحت اللفظی است، فارسی متن روان نیست، اصطلاح‌ها عموماً فرانسوی ولی با املای فارسی است (۱۰).

تا ۱۳۱۷ هجری شمسی تألیف و ترجمه کتاب‌های درسی آزاد بود و کتاب‌های درسی مورد تأیید وزارت معارف اجازهٔ چاپ و پخش می‌یافت (۱۰) . به برخی از کتاب‌های این دوره اشاره می‌کنیم:

– کتاب ۶۰۰ مسئله حساب تألیف محمدخان و میرزا ابوالقاسم خان نراقی (۱۳۰۹ هجری شمسی).

– جبر و مقابله برای کلاس پنجم و ششم متوسطهٔ تألیف محسن هنربخش و حسین هورفر (۱۳۱۲ هجری شمسی).

– جبر و مقابله برای کلاس پنجم و ششم متوسطه تألیف محمود مهران (۱۳۱۳ هجری شمسی).

– جبر و مقابله برای کلاس پنجم و ششم متوسطه تألیف مصطفی زمانی (۱۳۱۴ هجری شمسی).

از سال ۱۳۰۸ هجری شمسی تألیف کلیه کتاب‌های ابتدایی و از سال ۱۳۱۷ هجری شمسی تألیف کلیهٔ کتاب‌ها به انحصار وزارت فرهنگ درآمد. در آن زمان وزارت علوم نبود و اندک دانشگاه‌های موجود معمولاً از مقررات وزارت فرهنگ یا مصوبه‌های شورای دانشگاه تهران پیروی می‌کردند. وزارت فرهنگ به عده‌ای از استادان دانشگاه و معلمین مجرب مأموریت داد تا تدوین و تألیف کتاب‌های ابتدایی و متوسطه را به عهده گیرند. این کتاب‌ها به کتاب‌های وزارتی معروف شدند. در مجموع ۸۰ عنوان کتاب به چاپ رسید (۵). مثلاً کتابی برای سال اول دبیرستان تألیف دکتر علی افضلی پور (استاد دانشگاه تهران) و ابوالقاسم نراقی (۱۳۱۸ هجری شمسی)، کتاب حساب برای سال دوم دبیرستان تألیف محمد وحید، تقی فاطمی (استاد دانشگاه تهران)، محسن هنربخش (۱۳۲۰هجری شمسی).

پرویز شهریاری در مصاحبه‌ای می‌گوید: پس از شهریور ۱۳۲۰ تا حدود یک دهه تحت تأثیر جو سیاسی آشفته در کشور نظام آموزشی، برنامه‌ها و کتاب‌های درسی وضعی کمابیش ناپایدار داشت. کار کتاب‌های درسی مختل شد. پس از آن یک دورهٔ تازه برای تألیف، چاپ و نشر کتاب‌های درسی جدید پاگرفت. گروه‌ها تشکل‌هایی را آغاز کردند. اما کتاب‌های درسی که به بازار آمد بیشترشان ویرایشی از کتاب‌های وزارتی یا کتاب رایج پیش از آن بود(۱۱). مصحفی روایت جالبی از این دوران دارد: در ۱۳۱۷ هجری شمسی تألیف کتاب‌های درسی به انحصار وزارت فرهنگ درآمد. این وزارت امر آموزش را از ابتدایی تا سطح عالی زیر نظر داشت. استادان دانشگاه

تهـران، کـه در آن برهه تنها دانشـگاه ایـران بود، بـه تألیف کتاب درسـی مأمـور شـدند. کتاب‌هایـی پرمحتـوا، دقیـق و در مـواردی بسـیار فشـرده فراهـم آمـد، ولـی در آنهـا بـه جـای اصطلاح‌های فارسـی مأنـوس اصطلاح‌هـای فارسـی نامأنـوس به‌کار رفتـه بود. جبهه‌گیـری و مقاومـت معلمـان در برابـر ایـن کتاب‌هـا به چشـم می‌خـورد، هرچنـد کـه شـرایط روز امـکان ابـراز آن را بـه آنـان نمی‌داد. او می‌افزاید من دو سـال آخر سـیکل اول متوسـطه (سـه سـال اول آمـوزش دبیرسـتان) را بـا ایـن کتاب‌هـا گذرانـدم و به یـاد دارم کـه در آن دو سـال خیلی از کتاب‌ها را معلمان نتوانسـتند بـه طـور کامل آمـوزش دهنـد (۱۰).

به‌طوری‌کـه اشـاره شـد پـس از شـهریور ۱۳۲۰ چـاپ کتاب‌هـای درسـی مختـل شـد. دورهٔ جدیـدی برای رقابـت در تألیـف و چاپ کتاب‌هـای درسـی پاگرفـت، گروه‌ها و تشـکل‌های جدیـد فعالیت خود را شـروع کردند (۵و۱۱). مصحفـی ضمن تمجید از کتاب‌های معـروف به کتاب‌هـای «صفـاری – قربانی» می‌گویـد: رقابت بین ناشـران درسـی هـم اوج گرفـت. او یکی از ناشـران را نـام می‌برد کـه شـیوه جدیـدی را تجربـه کـرد. ایـن ناشـر پرویـز شـهریاری را بـرای تألیـف یـک دوره کامـل کتاب‌هـای درسـی دعـوت بـه همـکاری کـرد به شـرط اینکه ایشـان حـق تألیف نخواهد و ناشـر هـم از فـروش چشم‌پوشـی کنـد تـا کتاب‌هایـی را چـاپ کنند که بـا قیمـت ثابـت و ارزان در دسـترس همه دانش‌آموزان قـرار گیرد. گرچـه ایـن نیـت خیـر از قـوه به فعـل درآمد ولـی نتیجـه مطلوب آنـان را در پـی نداشـت. زیـرا ایـن معلمیـن بودنـد کـه کتـاب را انتخـاب می‌کردنـد و نـه محصلیـن. مصحفـی بـه نکتـه دیگـری هـم اشـاره می‌کنـد: یـک دوره چهـار جلـدی کتاب‌هـای ریاضـی غلامحسـین مصاحـب و احمـد ارشـمید به‌عهـده داشـتند که هیچ یـک دبیـر نبودنـد. ایـن کتاب‌هـا پرمحتـوا، سرشـار از تمرین‌هـا و مسـئله‌های متنـوع بـود. ایـن کتاب‌هـا نکته‌هایـی از تاریـخ ریاضیات ایـران را دربرداشـت(۱۰).

از سـال ۱۳۲۳ هجـری شمسـی تألیـف کتـاب درسـی در اختیـار مؤلفیـن قـرار گرفـت. از ویژگی‌هـای خـوب ایـن دوره اسـتفاده از تجربه‌هـای اسـتادان و بـاز بـودن رقابـت در تألیـف کتاب‌هـای درسـی بـود، ولـی از سـوی دیگـر کتاب‌هایـی بـا محتـوا و حجـم مطالـب متفـاوت روانـه بازار شـد.

معروف‌تریـن گروه‌هایـی کـه در آن سـال‌ها مبـادرت بـه تألیـف کتاب‌هـای ریاضـی کردنـد بـه شـرح زیـر اسـت (۵):
اَ) مجموعـه خـرد را گـروه آذرنـوش متشـکل از موسـی آذرنوش، احمـد بیرشـک، جهانگیـر شـمس‌آوری، عبدالغنی علیم مروسـتی، پروفسـور تقـی فاطمـی، باقـر نحوی منتشـر کرد.
ب) مجموعـه علـوم را گـروه شـهریاری متشـکل از محمدباقـر ازگمـی، باقـر امامـی، غلامرضـا بهنیـا، پرویـز شـهریاری، علـی اصغـر شـیخ رضایـی منتشـر کـرد.
پ) می‌تـوان بـه گـروه باقری هم اشـاره کرد که حسـن صفاری و ابوالقاسـم قربانـی کتاب‌های این گروه را منتشـر کردند.

مصحفـی در سـخنرانی خـود در همایـش بزرگداشـت ابوالقاسـم قربانـی می‌گویـد: کتاب‌هـای درسـی تألیـف صفـاری – قربانی در سـال‌های پایانـی دهـهٔ بیسـت بـا اسـتقبال زیـادی روبه‌رو شـد و در بیشـتر دبیرسـتان‌ها تدریـس می‌شـد. مجموعـه ایـن کتاب‌هـا همـه ریاضیـات دوره متوسـطه را دربرگرفتـه بود. ایـن کتاب متأثر از منابع فرانسـه بـود (۱۰).

در ایـن سـال‌ها کتاب‌هـای متنـوع را معلمیـن دیگـری بـه طـور مشـترک تدویـن و تألیـف می‌کردنـد: ایـن تألیف‌هـای گوناگـون، تعـدد کتاب‌هـای درسـی مرتبـط بـا یک موضوع درسـی و تشـتت نظـر دبیـران ابهام‌هـای زیـادی ایجـاد کـرده بـود. طوری‌کـه اگر دانش‌آمـوزی مدرسـه خـود را تغییـر مـی‌داد بایـد کتـاب خـود را هـم عـوض می‌کـرد. در مورد تشـتت مباحـث کتاب‌های درسـی، مصحفـی بـه موضـوع دیگـری هـم اشـاره می‌کنـد که بد نیسـت بـرای گرفتـن عبـرت تاریخـی و نـه بـرای بدگویـی در اینجا ذکر کنیـم. او می‌گویـد: «یاد شـادروان اسـتاد ابوالقاسـم قربانی گرامی بـاد. نخسـتین دیـدار مـن بـا ایشـان در شـهریور ۱۳۳۳ روی داد کـه همـراه بـا فارغ‌التحصیـلان رشـته ریاضـی دانشسـرای‌عالی آن سـال بـرای گرفتـن کتاب‌هایـی بـه عنـوان اشـانتیون نـزدش رفتـم، صحبـت از کتاب‌های درسـی که پیش آمد، ایشـان آشـفته شـد و گفـت در یـک کتـاب هندسـه، اصـل تـوازی اقلیـدس بـه عنـوان قضیـه ثابت شـده بـود و من بـا انتشـار نامه‌ای سرگشـاده عکس‌العمـل شـدید نشـان داده بـودم». مصحفـی می‌افزایـد: «در واقـع ناراحتـی ایشـان بیشـتر از آن جهـت بـود کـه نام پروفسـور فاطمـی هـم در ردیـف مؤلفـان کتـاب به‌چشـم می‌خـورد».

در ایـن مقالـه از ایـن جهـت بـه ایـن موضـوع اشـاره کردیم که امـروزه نیـز ایـن نـوع اتفاقـات رخ مـی دهـد و هشـداری بـرای همـه ماسـت. گاهـی مقالـه، کتـاب، پایان‌نامه یا رسـاله‌ای نوشـته می‌شـود کـه برخـی از نویسـندگان ممکـن اسـت از محتـوای آنها اطلاع نداشـته باشـند.

بـرای از بیـن بـردن تشـتت‌ها، تصمیـم بـه تغییـر در رونـد تدوین کتاب‌های درسـی گرفته شـد. در مقدمه حسـاب اول دبیرسـتان‌ها تألیـف گـروه آذرنـوش از انتشـارات شـرکت سـهامی کتاب‌هـای درسـی ایـران در ۱۳۴۲ هجـری شمسـی بـه قلـم دکتـر ناتـل خانلـری وزیـر وقـت فرهنگ چنین آمده اسـت: «در بیسـت سـال اخیـر وزارت فرهنـگ تألیـف و چـاپ کتاب‌هـای درسـی را آزاد اعـلام کـرد بـه امیـد آنکـه بـا ایجـاد رقابـت سـالم، روز بـه روز کتاب‌هـای مطلوب‌تـری فراهـم آیـد. متأسـفانه بـه عللـی، نتیجهٔ مطلـوب از ایـن تصمیم‌گیـری عایـد نگردیـد. وجـود نقایصـی در

محتویات بعضی کتاب‌ها و تنوع بیش از حد لزوم و گرانی بها و بی‌نظمی در کار چاپ، موجبات سرگردانی دانش‌آموزان و عدم رضایت عمومی را فراهم کرد. اقداماتی که وزارت فرهنگ با نظارت در محتویات کتاب‌ها به وسیلهٔ کمیسیون‌های مخصوص و همچنین در تثبیت قیمت آنها معمول داشت، با اینکه در کاستن از نقایص و معایب تأثیر داشت، گره از کار نگشود. راه چاره در این دیده شد که وزارت فرهنگ، تألیف و نشر کتاب‌ها را خود به‌عهده بگیرد و به موجب تصویب‌نامهٔ مورخ ۱۳۴۱/۱۲/۱۸، دولت انجام این وظیفه را به‌عهدهٔ وزارت فرهنگ گذاشت. چون تألیف ۱۲۰ کتاب مورد نیاز رشته‌های مختلف دبیرستانی وقت و فرصت کافی نیاز داشت، مصلحت در آن دیده شد که برای هر ماده، یک جلد از کتاب‌هایی که قبلاً تألیف گردیده و تاکنون تدریس می‌شد انتخاب گردد. در اجرای مادهٔ ۴ تصویب‌نامهٔ قانونی ۴۲/۳/۱۸، کمیسیونی از طرف شورای عالی فرهنگ، مأموریت یافت و همه کتاب‌های موجود را بررسی کرد و از آن میان، کتاب‌هایی را برگزید که موقتاً تا آماده شدن کتاب‌های جدید، در دبیرستان‌–های سراسر کشور تدریس گردد. این کتاب‌ها با سرمایهٔ شرکت سهامی کتاب‌های درسی ایران که طبق تصویب–نامهٔ دولت برای این منظور تأسیس گردیده، با نظارت وزارت فرهنگ انتشار یابد. امیدوار است که این اقدام مقدماتی در سال جاری تا حدّی از عدم رضایت همگان بکاهد» (۵).

نظام آموزشی در این دوره: شش سال ابتدایی و سه سال متوسطه اول و سه سال متوسطه دوم بود. امتحان‌های سال ششم ابتدایی و سال ششم متوسطه به طور متمرکز انجام می‌شد. سه شاخه ریاضی، ادبی و طبیعی در دوره متوسطه دوم وجود داشت. پیش از آن دوره پنجم علمی (یعنی تا پایان یازدهم) معمول بوده است.

در سال تحصیلی ۴۶–۱۳۴۵ شمسی نظام آموزشی تغییر کرد. نظام جدید: پنج سال ابتدایی، سه سال راهنمایی و چهار سال متوسطه بود. دوره متوسطه متشکل از دوره نظری: اقتصاد اجتماعی، فرهنگ و ادب، علوم تجربی و ریاضی فیزیک و یک سال پیش دانشگاهی. دوره نظری برای دانش‌آموزانی طراحی شده بود که با توجه به نیاز مبرم به دانش‌آموختگان هنرستان‌ها، رشته‌های تحصیلی جدید متشکل از شاخه نظری، جامع، فنی و حرفه‌ای باشد. شاخه فنی و حرفه‌ای، دوره‌های فنی، حرفه‌ای، خدماتی در زمینه‌های معماری، تراش‌کاری، حسابداری،.... را دربرداشت. این برنامه مستلزم تأسیس و تجهیز هنرستان‌ها در سطح وسیع بود. رشته جامع متشکل از نظری و فنی بود که فقط یک سال در استان کرمان اجرا شد (۱۲).

در اینجا بی‌مناسبت نیست که به بخشی از مقاله میرزا جلیلی درباره تغییر نظام آموزشی و برنامه‌های آن اشاره کنیم (۱۲). «در سازمان‌دهی تغییرات نظام آموزشی دهه ۴۵ شمسی و در حین تألیف کتاب‌های دوره راهنمایی، که زیر نظر سازمان کتاب‌های درسی ایران انجام شده بود، برای برنامه‌ریزی و تألیف ریز مواد ریاضی مدارس کشور مرکزی به نام «مرکز تحقیقات و برنامه‌ریزی تأسیس شد» و جایگزین اداره کل مطالعات شد. ریاست این مرکز به عهده محمد طاهر معیری از دبیران خوب ریاضی آن زمان گذاشته شد. تهیه کلیه برنامه‌های متوسطه اعم از نظری، فنی حرفه‌ای و سایر مقاطع را به این مرکز واگذار کردند.» او می‌افزاید: تأسیس این مرکز نقطه عطفی در برنامه‌ریزی درسی در کشور به شمار می‌رفت. نخستین کار مدیر کل تحقیقات اعزام گروهی از کارشناسان به مدت دو ماه به کشور سوئد بود که زیر نظر پروفسور بلوم معروف با اصول برنامه‌ریزی آشنا شوند؛ اقدام دیگر دعوت از او به سفر به ایران جهت آموزش برنامه‌ریزی به کارشناسان بود. پس از ایجاد این مرکز، شورایی از دبیران برجسته و استادان دانشگاه‌ها (شامل آقایان غلامرضا مسجدی، عبدالحسین مصحفی، دکتر غلامرضا دانش نارویی، دکتر مهدی ضرغام، دکتر مرتضی انواری، دکتر پایافر، دکتر ربانی، حسین مجذوب، احمد بیرشک، پرویز شهریاری، احمد فیروزنیا، محمود وزیرنیا، مینایی، میرزا جلیلی) تشکیل شد. دکتر بهزاد هم گاهی در جلسات آنها شرکت می‌کرد. بحث اصلی این شورا برنامه‌ریزی برای وارد کردن مفاهیم ریاضی جدید مانند منطق ریاضی، نظریهٔ مجموعه‌ها، نظریهٔ گروه‌ها، نظریهٔ حلقه‌ها،... بود. میرزا جلیلی می‌گوید: دکتر بهزاد در حاشیه صورت جلسه شورا نوشته بود که این مفاهیم در لابه‌لای مطالب سنتی و به صورت چاشنی آورده شود (۱۲).

در آن زمان آقای بیرشک که معاون دکتر خانلری بود به همراه هیئتی مأموریت یافت تا از ورود برنامه ریاضیات جدید به آموزش ریاضیات مدرسه‌ای اطلاع حاصل کند. جواب مقام‌های مسئول دولت ژاپن این بود که ما فعلاً مشغول تربیت معلم برای تدریس این مطالب هستیم. البته، در جهت مقابل، برخی کشورهای غربی علاقمند به وارد کردن این مطالب به کتاب های درسی بودند. حتی کشورهای عربی هم در این مسیر گام برداشتند (۱۲).

در برخی از مدارس تهران، پس از تشکیل دفتر برنامه‌ریزی در سال ۱۳۵۰ شمسی ریاضیات جدید تدریس می‌شد. ناگفته نماند که با ورود دانش‌آموختگان مؤسسه ریاضیات (مؤسسه تحقیقات ریاضیات دکتر غلامحسین مصاحب فعلی) و نیز ورود دانش‌آموختگان خارج از کشور، از حدود ۱۳۴۸ شمسی، تدریس ریاضیات جدید شروع شده بود. به هرحال، ورود مباحث ریاضیات جدید به دبیرستان‌ها در ایران و در اکثر کشورها تقابل بین سنت–گرایان و حامیان این مفاهیم را دربرداشت.

به روایت مقاله (۱۲)، مصحفی در مجله یکان جدول ارزش گزاره‌ها را چاپ کرده بود و در زیر آن نوشته بود: این یک جدول بازی نیست بلکه یک درس ریاضی است. در اردیبهشت ۱۳۵۱ مرکز برنامه ریزی از خانم مونژ و پروفسور یُرکوئیه (مدیرکل ضمن خدمت و برنامه ریزی فرانسه) دعوت کرد تا در این زمینه رهنمود دهند. ایشان دو پیشنهاد دادند (۱۲):
۱) تا رسیدن کتاب‌های جدید تا ۱۳۵۶شمسی، برای سال ششم یک کتاب جدید ریاضی نوشته شود.
۲) بخشی از هندسه جبری در برنامهٔ دبیرستان قرار گیرد.
انجمن ریاضی ایران هم در آن زمان با وزارت آموزش و پرورش جلسه‌هایی برای آشنایی دبیران با ریاضیات جدید تشکیل می‌داد (۱۲).

شورای برنامه ریزی ریاضی وقت، پس از بررسی‌های زیاد به این نتیجه رسید که مفاهیم مجردی چون نظریهٔ مجموعه‌ها، مقدمات منطق، گروه، حلقه، فضای برداری،... را به صورت مقدماتی در برنامه درس‌های دبیرستان بیاورد. در واقع، این حرکت در ایران تحت تأثیر حرکت جهانی در ۱۹۵۷ میلادی (۱۳۳۵ هجری شمسی) مبنی بر تغییرات اساسی در برنامه درسی ریاضیات مدرسه‌ای و ورود ریاضیات جدید در برنامه درسی دبیرستان بود. طرفه آنکه، بیانیه‌ای با امضای ۷۵ نفر از آموزشگران ریاضی ورود این مفاهیم به آموزش مدرسه‌ای را مورد نقد قرار داده بود (۱۳). در این مرحله، اعضاء شورای برنامه ریزی و تألیف بر بازآموزی دبیران تأکید داشتند. با توجه به نبود سنخیت سطح مطالب با شرایط سنی دانش‌آموزان، اجرای برنامه در عمل، با مشکلات همراه شد. در ۱۳۵۴ شمسی معاون وزارت علوم پیشنهاد داد که سال آخر دبیرستان زیر نظر وزارت علوم قرار گیرد. این پیشنهاد در کار برنامه‌ریزی وقفه‌ای ایجاد کرد و لطمه‌ای جدی زد. پس از یک سال معطلی در تابستان ۱۳۵۵ وزارت علوم اعلام کرد که از این کار منصرف شده است. به هر حال، با کمک برخی از استادان و دبیران کتاب‌ها تألیف شد و در اختیار دانشگاه ملی سابق (شهید بهشتی) قرار گرفت. آنها بخش‌هایی از کتاب‌ها را حذف کردند (۱۲). بنابر روایت آقای جلیلی در نهایت در شهریور ۱۳۵۹ کتاب‌ها را در اختیار دانشگاه تربیت معلم سابق (خوارزمی فعلی) قرار دادند که به خوبی از عهدهٔ کار برآمدند (۱۲).

یکی از مشکلات عمدهٔ این نظام آموزشی، مفهوم‌گرایی خارج از ظرفیت سنی دانش‌آموزان دبیرستان بود. از سوی دیگر، در آن زمان نظام آموزشی و نظام آموزش مدرسه‌ای در جهان، از نظر محتوا و شیوه‌های آموزشی تحول بزرگی را تجربه می‌کرد. از این‌رو، برای رفع مشکلات موجود و همگامی با پیشرفت دانش و شیوه‌های آموزشی، در تیرماه ۱۳۶۸ کلیات نظام آموزش متوسطه به تأیید شورای عالی انقلاب فرهنگی رسید. کلیات این برنامه را شورای تغییر نظام بنیادی نظام آموزش و پرورش تهیه کرده بود. پشتوانه اصلی نظام جدید مصوبه پنجاه و نهمین جلسهٔ شورای عالی انقلاب فرهنگی در پایان ۱۳۶۴ شمسی بود که مبتنی بر شورای تغییر بنیادی نظام آموزش و پرورش متشکل از چهار نفر از معاونان وزارت آموزش و پرورش، نمایندگانی از کمیسیون آموزش مجلس شورای اسلامی، شورای عالی آموزش و پرورش، سازمان برنامه و بودجه، سه نفر از اعضاء شورای عالی برنامه‌ریزی، و دو نفر از فرهنگیان بود که مأمور تدوین طرح بنیادی شدند (۱۴). این هیئت جایگزین شورای تغییر نظام آموزش و پرورش شد. ساختار آموزش مدرسه‌ای از پیش‌دبستانی تا پایان دورهٔ دبیرستان با تشریح کامل برنامه‌های این ساختار در دوره‌های متوسطه فراگیر و فنی حرفه‌ای در منبع۱۴ آمده است. در این ساختار آموزش متوسطه حلقه واسط بین آموزش عمومی و آموزش عالی بیان شده است و با تأکید بر آموزش وسیع فنی و حرفه‌ای، دورهٔ آموزش متوسطه را منبع اصلی تربیت نیروی انسانی نیمه‌ماهر و ماهر دانسته است. از ویژگی‌های خوب تدوین این ساختار تشریح نارسایی‌های موجود اعم از رها شدن فرایند هدایت تحصیلی و کم توجهی به پرورش و علاقهٔ دانش‌آموزان، تأکید بر آماده شدن کلیهٔ دانش‌آموزان برای ورود به دانشگاه، عدم تناسب محتوای درسی با شرایط شهرهای کوچک و روستاها، عدم انعطاف برنامه‌ها و به‌ویژه تشدید جو حاکم بر جامعهٔ آموزش و پرورش مبنی بر کم ارزش بودن آموزش‌های فنی و حرفه‌ای است. در این سند علت این نارسایی‌ها را، نبود هدایت تحصیلی و توجه کمتر به آموزش فنی و حرفه‌ای و کم ارزش جلوه دادن آن، نبود ارتباط متقابل آموزش-های فنی و حرفه‌ای با دوره‌های مهارت‌آموزی کوتاه مدت و نبود سازمان‌دهی انعطاف‌پذیر بیان کرده است.

برای رفع این نارسایی‌ها، ساختار این نظام، دورنمایی براساس علاقه، استعداد و عملکرد دانش‌آموزان در دورهٔ راهنمایی، آنان را پس از سنجش به یکی از شاخه‌های زیر با اهداف مشخص هدایت می‌کند. دورهٔ متوسطه سه ساله و براساس نظام واحدی است که ۹۶ واحد را دربردارد، طوری‌که ۶۰ تا ۷۰ واحد آن مشترک و حداکثر ۳۶ واحد آن اختصاصی هر شاخه است. شاخه‌های این نظام عبارت اند از: شاخهٔ متوسطهٔ نظری، شاخهٔ متوسطهٔ فنی و حرفه‌ای، شاخهٔ متوسطهٔ کار و دانش (آموزش‌های مهارتی)، آموزش جبرانی بزرگسالان، دورهٔ پیش‌دانشگاهی، دورهٔ کاردانی پیوسته. اهداف این شاخه‌ها به تفصیل در منبع ۱۴آمده است.

ساختار این نظام براساس ۵ سال ابتدایی، ۳ سال راهنمایی، ۳ سال متوسطه و ۱ سال پیش‌دانشگاهی و بر مبنای نظام

واحدی طراحی شده بود. به شاخه‌های فنی حرفه‌ای توجه ویژه‌ای شده بود تا دانش‌آموزان علاقمند و مستعد وارد این رشته‌ها شده و بتوانند جذب بازار کار شده، یا وارد دوره کاردانی پیوسته شده و سپس به صورت نیروی انسانی ماهر به خدمت جامعه درآیند. در این برنامه، قرار بوده دوره پیش‌دانشگاهی در درون دانشگاه‌ها یا با نظارت دانشگاه‌ها تشکیل شود و حداکثر دو برابر ظرفیت دانشگاه‌ها وارد این دوره شوند. این نظام از ۱۳۷۰ شمسی شروع تا سال ۱۳۷۷ شمسی تکمیل شد. چهار کتاب سال اول متوسطه برای کلیه دوره‌های متوسطه براساس اهداف بالا تدوین و منتشر شد. در این کتاب‌ها اکثر مفاهیم مجرد نامتجانس با سن دانش‌آموزان حذف شد. مباحث تا اندازه‌ای به صورت شهودی بیان شد. بقیه کتاب‌های ریاضی هم تا اندازه‌ای با الهام از پیشرفت‌های جهانی و شیوه‌های نوین تدوین شدند.

در آذر ۱۳۹۰ سند تحول بنیادین در شورای عالی انقلاب فرهنگی به تصویب رسید. در این سند آموزش مدرسه‌ای دوباره به ۶ سال ابتدایی، ۳ سال متوسطه، ۳ سال دبیرستان تعریف شده است و کتاب‌های جدید ریاضی تألیف شدند. با توجه به اینکه ورود به این سند و به‌ویژه بررسی کتاب‌های ریاضی مستلزم مطالعه عمیق این سند و ورود به محتویات کتاب درسی است، این بررسی را به مقاله دیگری موکول می کنیم.

موضوع چالش‌برانگیز همراه با نگرانی بسیار این است که درحال حاضر به دلایل گوناگون علاقه وافر دانش–آموزان به رشته تجربی سبب تعطیلی رشته ریاضی در برخی از مدرسه‌ها شده است. عدم استقبال از رشته ریاضی تأثیر نامطلوبی بر کیفیت رشته‌های علوم پایه و حتی مهندسی در دانشگاه‌ها گذاشته و خواهد گذاشت که به نوبه خود پیشرفت علوم و فناوری را کند خواهد کرد. امید است در این سال (۲۰۲۲ میلادی) که یونسکو سال جهانی علوم پایه نامیده است، کوشش مضاعف را مسئولین فرهنگستان و انجمن‌های مرتبط برای تقویت رشته ریاضی در آموزش متوسطه مبذول دارند و با تقویت پایه‌های اصلی، رفع موانع و دغدغه‌های مادی و معنوی، اقداماتی مؤثر برای تشویق دانش‌آموزان نخبه و علاقمند برای ورود به رشته ریاضی و علوم پایه در دانشگاه مبذول دارند. امید است ستاد بزرگداشت سال جهانی علوم پایه آسیب‌شناسی کرده و راهکارهایی برای تقویت علوم پایه و شاخه‌های مرتبط پیدا کنند.

منابع

۱. سیفلو، حسین، تاریخچه ریاضیات (تابستان۱۳۸۸) ، انتشارات یاس نبی، تبریز.

۲. کرسین، سن آرتور، ایران در زمان ساسانیان، ترجمه رشید یاسمی (چاپ هشتم، ۱۳۷۵)، ناشر: دنیای کتاب.

۳. رجبعلی‌پور، مهدی، مجموعه مقالات (به مناسبت بزرگداشت مقام علمی دانشمند فرهیخته، استاد مهدی رجبعلی‌پور) (بهار ۱۳۹۱)، انتشارات فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران.

۴. قربانی، ابوالقاسم، زندگینامه ریاضی‌دانان دوره اسلامی (از سده سوم تا سده یازدهم هجری) (۱۳۷۵)، ویرایش دوم، مرکز نشر دانشگاهی.

۵. مدقالچی، علیرضا، سادات حسینی، سید احمد، نگاهی به تاریخچه کتاب‌های ریاضیات مدرسه در دوران معاصر (تابستان ۱۳۸۵)، رشد آموزش ریاضی، شماره ۸۴، انتشارات کمک آموزشی.

۶. یغمایی، اقبال، مدرسه دارالفنون (۱۳۷۶)، انتشارات سرو.

۷. ناطق، هما، کارنامهٔ فرهنگی فرنگی در ایران (۱۳۸۰)، انتشارات معاصر پژوهان.

۸. مدقالچی، علیرضا، گزیده‌ای از مقاله‌های ریاضی (۱۳۸۲)، مرکز نشر دانشگاهی.

۹. محمدی، حسین، تاریخ دانشگاه خوارزمی (۱۳۸۱)، انتشارات دانشگاه خوارزمی.

۱۰. مصحفی، عبدالحسین، تاریخچهٔ تألیف کتاب‌های درسی در ایران (۱۳۸۱)، رشد آموزش ریاضی، ۶۷، انتشارات کمک آموزشی.

۱۱. ناظری، مهرداد، آموختن ریاضی بدون ترس و واهمه (۱۳۸۲)، گفتگو با پرویز شهریاری، روزنامه ایران شهریور ۱۳۸۲.

۱۲. جلیلی، میرزا، مروری بر کتاب‌ها و برنامه‌ریزی ریاضی کشور در گذشتهٔ دور و نزدیک (پاییز۱۳۷۵)، رشد آموزش ریاضی، ۴۶، انتشارات دفتر چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.

۱۳. حاجی بابایی، جواد، در باب برنامهٔ درسی ریاضیات دبیرستان (پاییز۱۳۷۵)، رشد آموزش ریاضی،۴۶، انتشارات دفتر چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.

۱۴. کلیات نظام جدید آموزش متوسطه (اردیبهشت ۱۳۷۲)، انتشارات صنایع آموزشی.

جایگاه جهانی صنایع شیمیایی در تولید ناخالص ملی کشورها

احمد شعبانی
رئیس پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران
استاد دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
a-shaabani@sbu.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

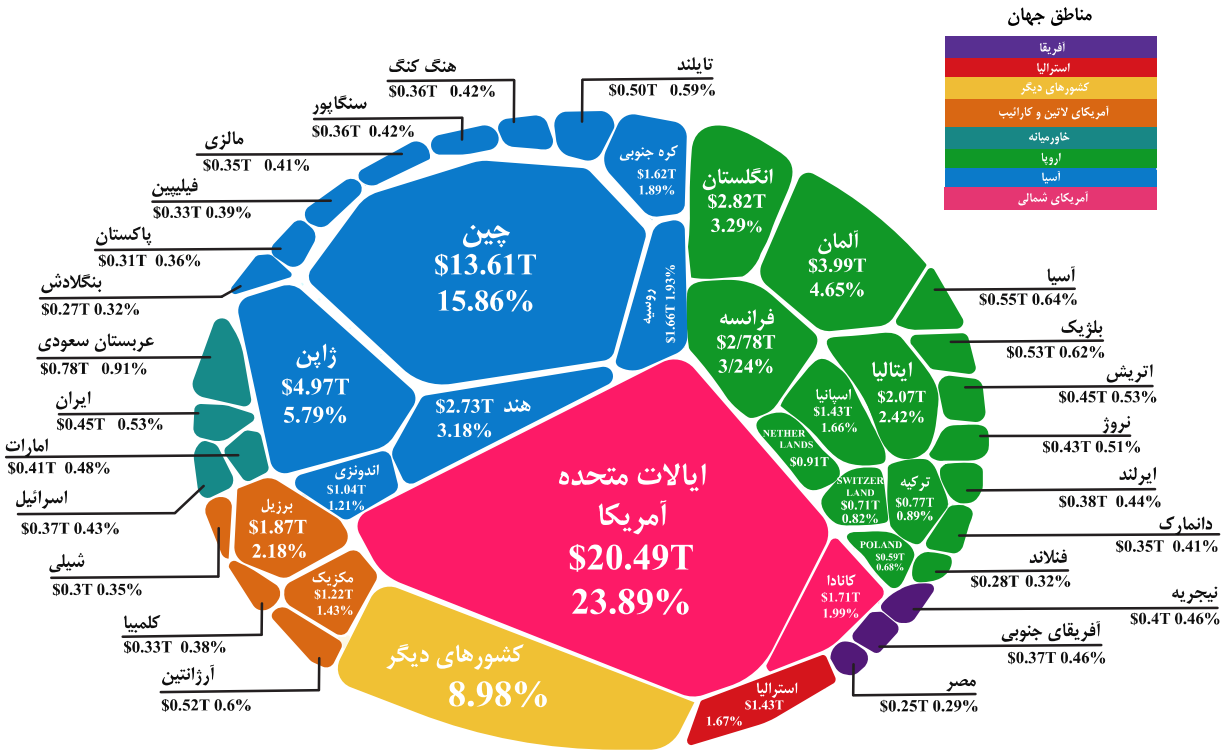
چکیده

یکی از شاخص‌ها و نشانگرهای مهم قدرت نرم کشورها، میزان و سهم تولید ناخالص ملی آنها از تولید ناخالص جهانی است. سهم ایران از حدود ۸۶ تریلیون دلار تولید ناخالص جهانی حدود نیم درصد است که صرفا بر اساس شاخص جمعیتی انتظار می‌رود حداقل یک درصد باشد. صنایع شیمیایی به طور متوسط ۱۰ درصد تولید ناخالص ملی جهانی را به خود اختصاص می‌دهد و در برخی کشورها مثل آمریکا و چین این سهم به ترتیب ۲۴ و ۱۶ درصد از تولید ناخالص ملی آنهاست. با توجه به امتیازات فراوان ایران در صنایع شیمیایی از قبیل داشتن نیروی انسانی متخصص، تامین خوراک و سوخت (انرژی) فرایندهای پتروشیمیایی از قبیل گاز و نفت که به ترتیب رتبه اولی و سومی و حتی بر اساس برخی گزارش‌ها رتبه دومی را در جهان دارد، وسعت سرزمینی که لازمهٔ صنایع ماهیتاً عظیم شیمیایی–پتروشیمیایی است، همچنین دسترسی به آب‌های آزاد و کشتیرانی، صنایع شیمیایی در ایران می‌تواند سهم بزرگی در تولید ناخالص ملی داشته باشد. اکنون، صادرات ایران در حوزه پتروشیمی حدود ۱۲ میلیارد دلار و براساس برخی گزارش‌ها ۲۰ میلیارد دلار و در حوزه دارو ۱۰۰ میلیون دلار است که کمتر از ۵ درصد تولید ناخالص ملی کشور را شامل می‌شود. در این مقاله سعی شده است با ترسیم وضعیت فعلی صنایع شیمیایی (پتروشیمیایی و دارویی) در ایران و جهان، و آسیب شناسی آن در ایران، راهکارهایی برای افزایش سهم صنایع شیمیایی در تولید ناخالص ملی ارایه شود.

کلید واژگان: تولید ناخالص ملی، شیمی، صنایع شیمیایی، صنایع دارویی، صنایع پتروشیمیایی، نفت و گاز، تولید دانش بنیان، تحقیق و پژوهش، سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی

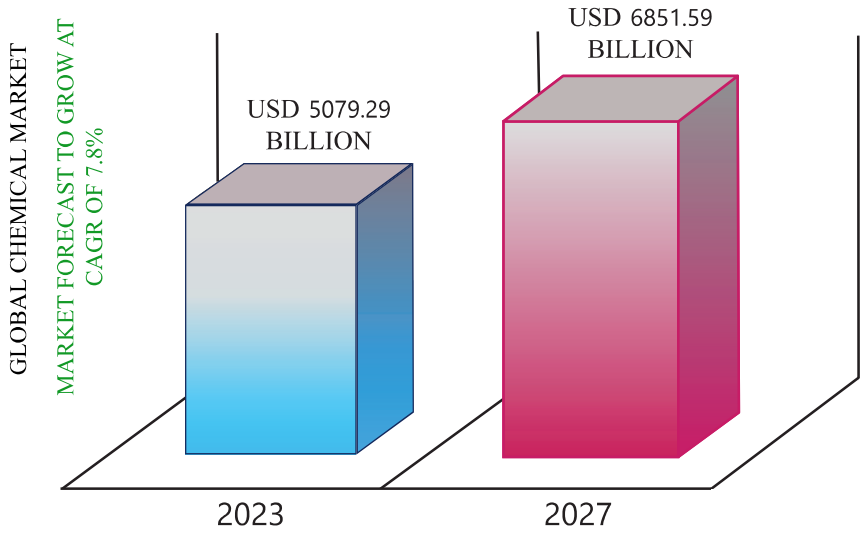
مقدمه

یکی از شاخص‌ها و نشانگرهای مهم قدرت نرم میزان و سهم تولید ناخالص ملی هر کشور از تولید ناخالص جهانی است. از ۸۶ تریلیون دلار تولید ناخالص جهانی، سهم کشورهای آمریکا و چین دو رقمی (به ترتیب ۲۴ و ۱۶ درصد)، کشورهای ژاپن (۶)، آلمان (۵)، انگلیس (۳)، فرانسه (۳)، هند (۳)، کانادا (۲)، روسیه (۲) و کره جنوبی (۲ درصد) تک رقمی و سهم کشورهای ترکیه (۰/۹)، عربستان (۰/۸)، ایران (۰/۵) و پاکستان (۰/۴ درصد) کمتر از یک درصد است (شکل ۱).



شکل ۱. توزیع جغرافیایی تولید ناخالص کشورها و سهم آنها در تولید جهانی در سال ۲۰۱۸(۱).

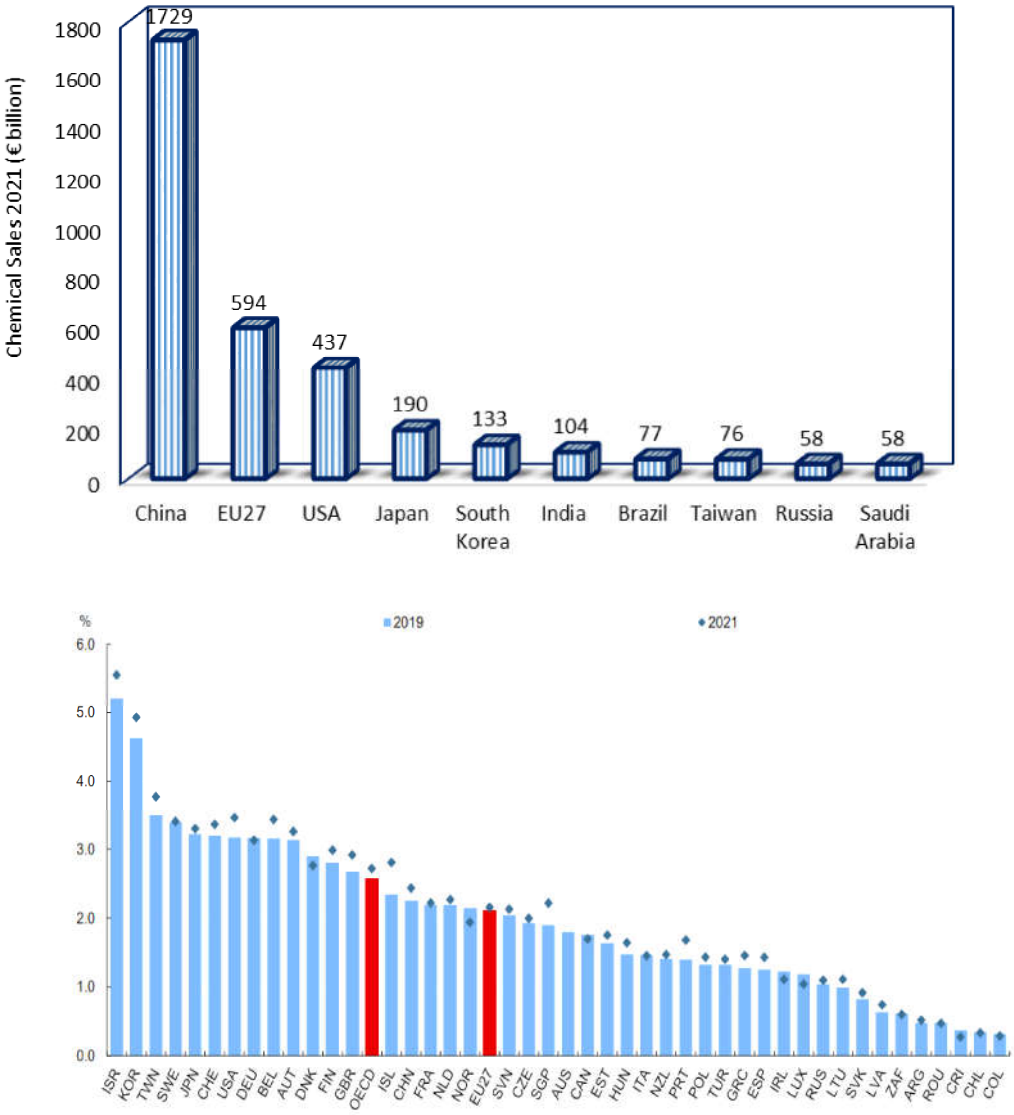
صنایع شیمیایی دومین صنعت بزرگ جهان و با شیب بسیار تند در حال رشد است. تجارت جهانی مواد شیمیایی–بدون احتساب مواد دارویی– در سال ۲۰۲۲ میلادی ۴/۷ تریلیون دلار بوده، درسال ۲۰۲۳ با حدود ۸ درصد افزایش به۵/۱ تریلیون دلار افزایش یافته است و پیش بینی می‌شود در سال ۲۰۲۷ به ۶/۸ تریلیون دلار افزایش یابد (۲) (شکل۲). امروز شیمی یکی از ابرروندها[1] محسوب می‌شود، چرا که تامین رفاه و آسایش جمعیت رو به رشد جهان به شیوه‌ی سالم و پایدار از نظر زیست محیطی، چالش اصلی توسعه پایدار تلقی می‌شود و شیمی نقش برجسته‌ای در این حوزه دارد (۳).



شکل ۲. تجارت جهانی شیمی در سال ۲۰۲۳ و ۲۰۲۷ (۲).

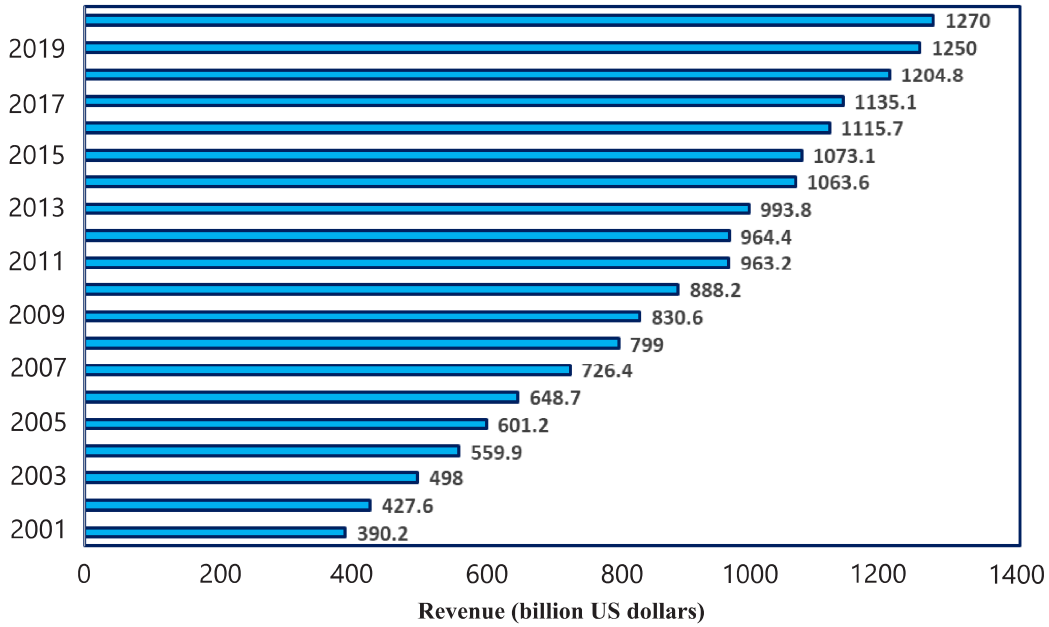
1. Megatrends

مجمع عمومی سازمان ملل متحد در یک ماموریت جهانی جمعی برای دستیابی به آینده‌ای پایدار درکره زمین، برنامه توسعه پایدار ۲۰۳۰ میلادی را که پنج هدف کلیدی از اهداف هفده‌گانه اصلی آن شامل بهداشت و سلامت، انرژی پاک، تغییرات آب و هوایی، آب سالم و امنیت غذایی و کاهش گرسنگی است را به عنوان بخشی از چالش‌های اصلی امروز و فردای جامعه جهانی معرفی کرده که پایه و بنیاد علمی اینها عمدتا در حوزه علوم شیمی جای می‌گیرد (۷-۴). امروز مطالبات جامعه جهانی از علوم شیمی در پاسخگویی به این چالش‌های پنجگانه یک امر بدیهی و پذیرفته شده است و انتظار جامعه جهانی است که شیمی نقش خود را به طور بایسته و شایسته انجام دهد. قابل توجه اینکه اغلب تشکل‌های علمی از جمله انجمن‌های علمی شیمی کشورهای آمریکا (جامعه شیمیدانان آمریکا)، انگلیس (انجمن سلطنتی شیمی) و آلمان مسئولیت بخش بزرگی از اهداف ۱۷ گانه مجمع عمومی سازمان ملل را برای توسعه پایدار در حوزه ماموریت خود قرار داده‌اند(۱۲-۸). چین، آمریکا، اتحادیه اروپا (۲۷ کشور) و ژاپن به ترتیب رتبه اول تا چهارم جهان را در تولید مواد شیمیایی به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳-بالا) (۱۳). اکنون صنایع شیمیایی به طور متوسط بالغ بر ۱۰ درصد تولید ناخالص ملی جهان را به خود اختصاص می‌دهد و در اغلب کشورهای توسعه یافته حداقل ۱۰ درصد تولید ناخالص از حوزه صنایع شیمیایی تامین می شود. بعلاوه کشورهای پیشگام در تولید ناخالص ملی و احراز رتبه برتر در تجارت جهانی مواد شیمیایی، سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی و به عبارتی حقابه تحقیق و پژوهش را نیز می‌پردازند (۱۴) (شکل۳-پایین).



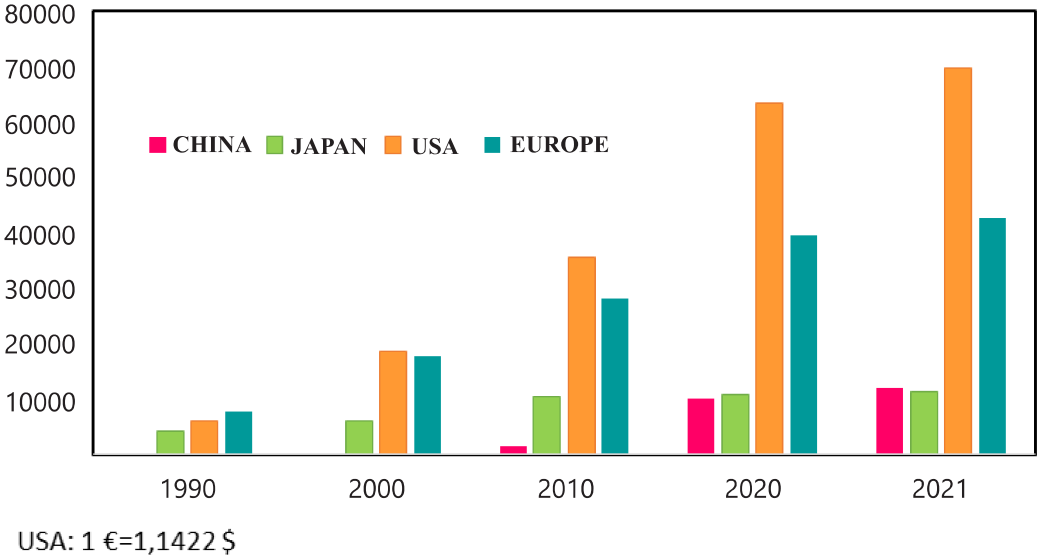
شکل ۳. تجارت جهانی مواد شیمیایی ۱۰ کشور برتر-بالا(۱۳) ، و سهم کشورهای پیشگام در میزان سرمایه گذاری از تولید ناخالص ملی در تحقیق و پژوهش-پایین(۱۴).

تجارت جهانی دارو از ۰/۳۹ تریلیون دلار در سال ۲۰۰۱ به بیش از ۱/۲۷ تریلیون دلار در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است (افزایش بیش از سه برابر طی یک دهه)(۱۵). پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۷ این مبلغ به بیش از ۱/۸ تریلیون دلار افزایش یابد(۱۶).

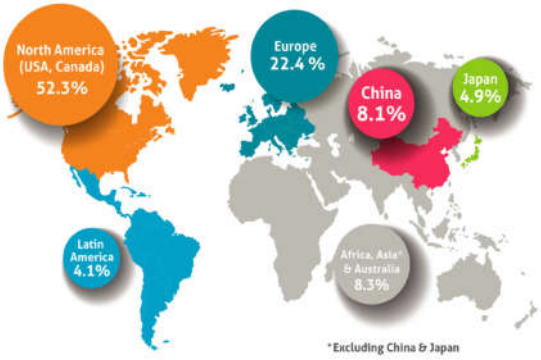


شکل ۴. تجارت جهانی دارو در سال‌های ۲۰۰۱ الی ۲۰۱۹(۱۵).

درتوزیع جغرافیایی تولید جهانی صنایع دارویی در سال ۲۰۲۲، آمریکای شمالی (آمریکا و کانادا) ۵۲/۳ درصد، ۲۷ کشور اروپا ۲۲/۴ درصد، چین ۸/۱ درصد، ژاپن ۴/۹ درصد، آسیا، آفریقا و استرالیا جمعا ۸/۳ درصد و آمریکای لاتین ۴/۱ درصد سهم داشته‌اند. کشورهای پیشگام در تولید ناخالص ملی و در تجارت جهانی مواد دارویی، درصد قابل ملاحظه‌ای از تولید ناخالص ملی خود را در تحقیق و پژوهش در حوزه دارو سرمایه گذاری می‌کنند. به عنوان مثال در سال ۲۰۱۹ آمریکا ۶/۵، اروپا ۳/۷ و ژاپن ۱/۴ تریلیون دلار به تحقیق و توسعه در حوزه دارو اختصاص دادند (شکل‌های ۴ و ۵).



شکل ۵. میزان هزینه کرد از تولید ناخالص ملی در حوزه دارو در سال ۲۰۲۲ (۱۷)



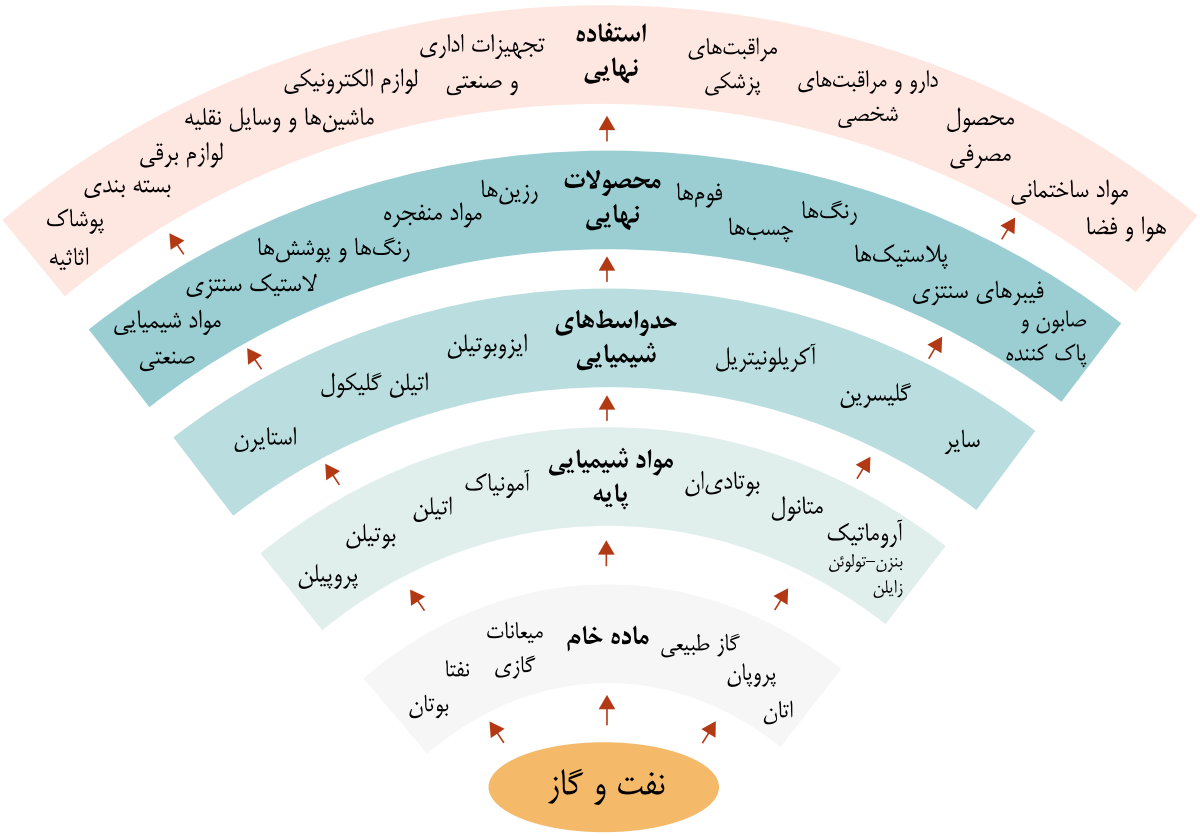
شکل ۵. تجارت جغرافیایی دارو بر حسب درصد (۱۷)

۲- صنایع شیمیایی در ایران

۲-۱- *صنایع پتروشیمیایی*

نقشه پلکانی یا درختی زنجیره ارزش صنعت پتروشیمی در شکل(۶) ارایه شده است(۱۸). خوراک و منابع تامین انرژی فرایندهای پتروشیمیایی به طور انحصاری گاز و نفت هستند. منابع انرژی ایران، شامل ذخایر گازی با ۴۴ تریلیون متر مکعب و ذخایر نفت خام با بیش از ۱۶۰ میلیارد بشکه به ترتیب رتبه اول و سوم در جهان را دارند. به عبارتی ۱۰ درصد ذخایر نفت خام و ۱۷ درصد ذخایر گاز طبیعی جهان، و یا اینکه ۱۳ درصد ذخایر نفت خام و بیش از یک سوم ذخایر گاز طبیعی اوپک[1] به ایران اختصاص دارد(۱۹).

اغلب فرایندهای پتروشیمیایی انرژی بسیار زیادی مصرف می‌کند. به عنوان مثال تولید آمونیاک طی فرایند هابر[2] از گاز هیدروژن که از گاز طبیعی(متان) تولید می‌شود، بالغ بر دو درصد انرژی مصرفی جهان را به خود اختصاص می‌دهد. پس از پالایش و فراوری نفت و گاز، مواد اولیه[3] به دست می‌آید. مواد اولیه طی فرایندهای شیمیایی به ترتیب به مواد شیمیایی پایه[4]، حدواسطهای شیمیایی یا مشتقات[5]، فراورده نهایی[6] تبدیل یافته، در نهایت به دست مصرف کننده می‌رسند. ارزش افزوده در پله‌های بالاتر به شدت افزایش می‌یابد که بعضا صدها برابر است. لذا در کشورهایی که فرایند پتروشیمیایی تا لایه آخر در درون کشور انجام می‌شود، ضمن رعایت بالاترین زنجیره ارزش، از سود کلان، اشتغال فراوان و بالطبع کاهش نرخ بیکاری بهره فراوان می‌برند.

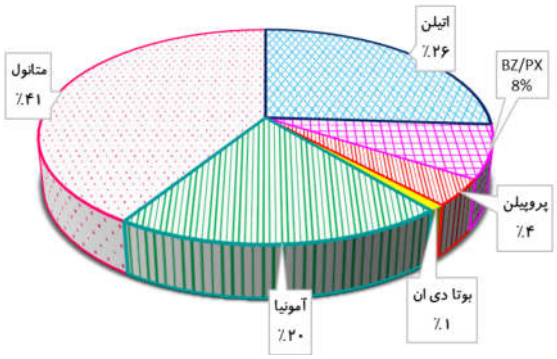


شکل ۶. نقشه درختی زنجیره ارزش در صنعت پتروشیمی از خوراک تا محصول نهایی(۱۸).

1. Organization of the Petroleum Exporting Countries(OPEC)
2. Fritz Haber
3. Feedstock
4. Basic chemicals
5. Chemical intermediates(Derivatives)
6. Final products

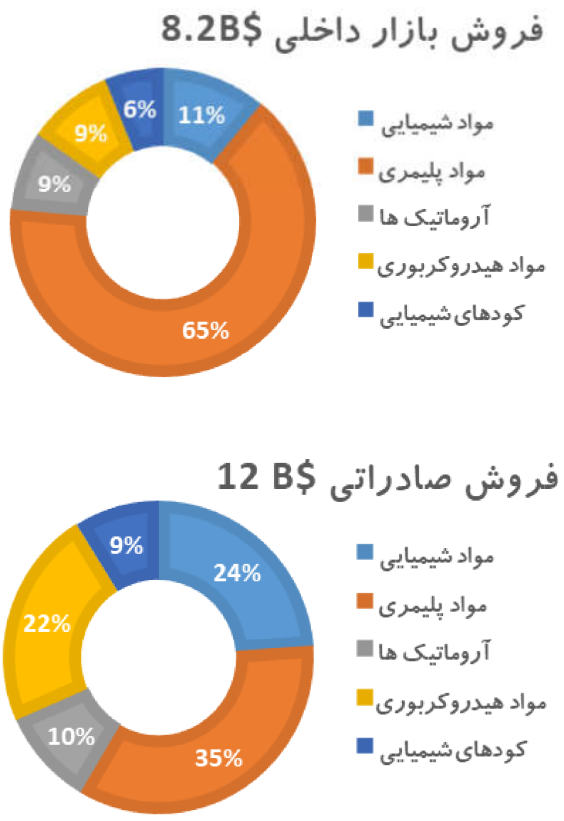
بررسی وضعیت کنونی صنعت پتروشیمی و مسیر آینده این صنعت به عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع کشور اهمیت بسیار زیادی دارد. پتروشیمی به عنوان یکی از بخش‌های اصلی صنعت کشور در ایجاد ارزش افزوده در منابع طبیعی از قبیل نفت و گاز، نقش مهمی دارد. در حال حاضر بالغ بر ۶۷ مجتمع پتروشیمی فعال در ایران وجود دارد که با احتساب واحدهای تولیدی- که مجوز فعالیت و بهره‌برداری را از وزارت صمت دریافت کرده‌اند- به ۱۰۰ واحد افزایش خواهد یافت (۲۰).
صنعت پتروشیمی ایران تولید ۴ درصد از محصولات پایه جهان را به خود اختصاص می‌دهد و در صادرات غیرنفتی رتبه اول کشور را دارد، به طوری که حدود ۳۵ درصد صادرات غیر نفتی را محصولات پتروشیمی تشکیل می‌دهند. ظرفیت تولید مواد پایه پتروشیمی ایران در شکل(۷) ارایه شده است و شش محصول عمده عبارت‌اند از متانول ۴۱ درصد، اتیلن ۲۶ درصد، آمونیاک ۲۰، بنزن و مشتقات زایلن ۸ درصد، پروپیلن ۴ درصد و بوتادی ان ۱ درصد (۲۲و۲۱).

متانول یکی از شش قلم عمده مواد پایه پتروشیمی در ایران است که حدود ۴۱ درصد ظرفیت تولید مواد پایه به آن اختصاص دارد. در حال حاضر ظرفیت تولید متانول در کشور ۱۴ میلیون تن است و با طرح‌های توسعه‌ای این مقدار تا سال۲۰۲۴ به ۲۵ میلیون تن افزایش خواهد یافت. یکی از انگیزه‌های اصلی تبدیل گاز به متانول در ایران، تسهیل صادرات آن قلمداد می‌شود. یازده میلیون تن از متانول تولیدی به چین صادر می‌شود و این در حالی است که ظرفیت تولید متانول در چین ۷۰ میلیون تن است که از ذغال سنگ تولید می‌شود. لازم به ذکر است در جهان ۳۳ مواد پایه عمده در پتروشیمی‌ها به ظرفیت ۱۹۰۰ میلیون تن در سال تولید می‌شود که سهم پتروشیمی ایران ۳ الی ۴ درصد است و تقریبا نیمی از آن متانول می‌باشد.



شکل ۷. ظرفیت تولید مواد پایه پتروشیمی ایران در سال ۲۰۱۹(۲۱).

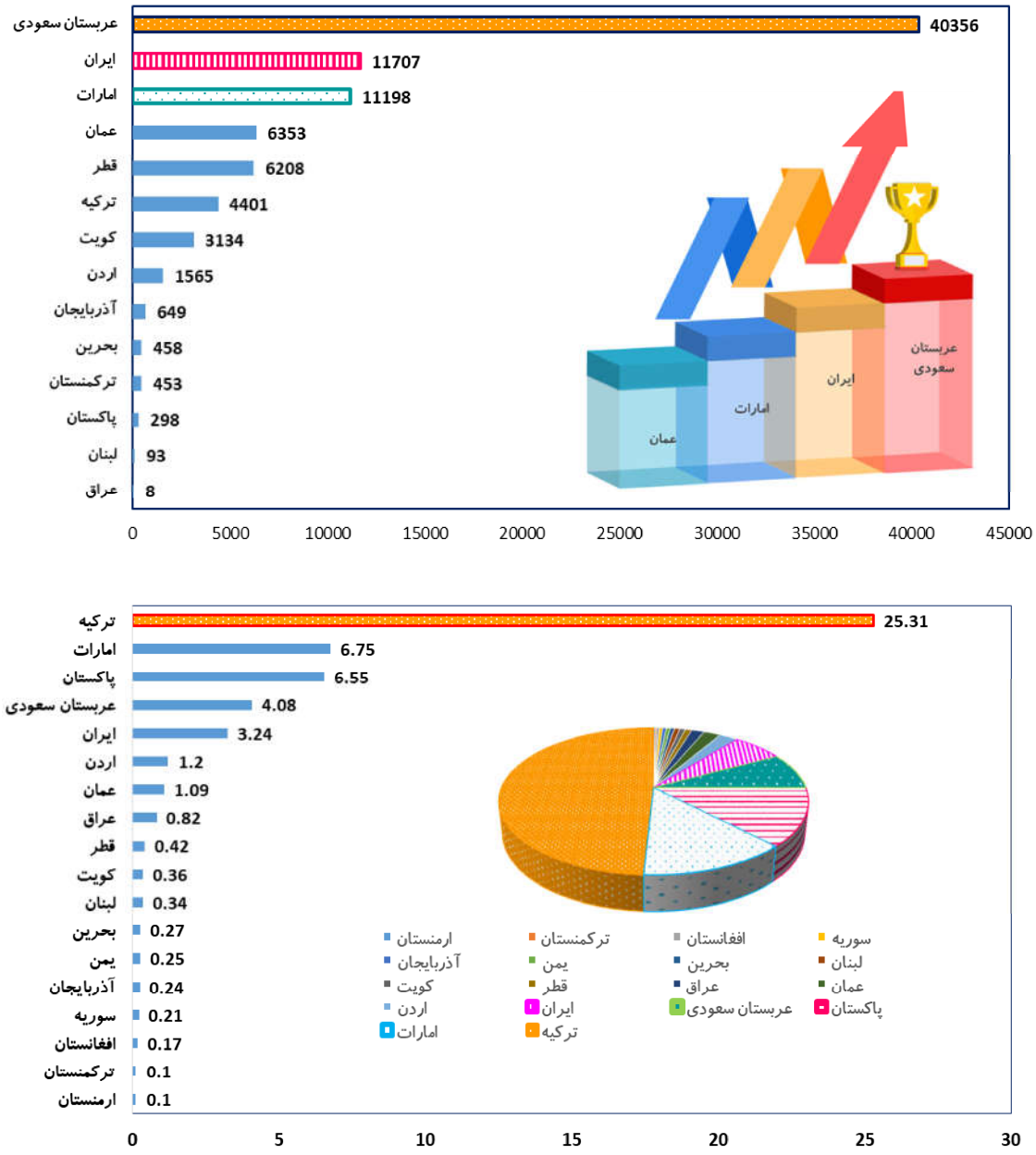
فرآورده نهایی پتروشیمی در کشور ۳۵ الی ۴۰ میلیون تن به ارزش ۱۲ الی ۲۰ میلیارد دلار گزارش شده است. یادآور می‌شود ظرفیت اسمی کل تولیدات پتروشیمی در ایران به حدود ۹۰ الی ۱۰۰ میلیون تن می‌رسد. در شرایط فعلی قابلیت تولید فقط ۶۵ میلیون تن است. متوسط نرخ فروش هر تن از محصولات پتروشیمی در سال ۱۳۹۹ در بازار داخلی ۴۹۶ دلار و در فروش صادراتی ۳۶۲ دلار گزارش شده است. این اختلاف بها به دلیل متفاوت بودن سبد فروش محصولات در بازار داخلی و صادراتی و احتمالا به خاطر برخی تخفیف‌های صادراتی در فروش محصولات نسبت داده می شود. در ضمن محصولات نهایی صادراتی شامل مواد پلی مری ۳۵، مواد شیمیایی ۲۴، مواد هیدروکربوری ۲۲، آروماتیک‌ها ۱۰، و کودهای شیمیایی ۹ درصد است.



شکل ۸. توزیع نوع فراورده‌های پتروشیمیایی صادراتی و مصرف بازار داخل

میزان صادرات فرآورده‌های پتروشیمی ایران، پس از عربستان، با رتبه دوم در منطقه حدود ۱۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۱ بوده است. ارزش ریالی تولیدات صنایع پتروشیمی در سال ۱۴۰۰ به ۸۵۰۷ میلیارد ریال رسیده است. ارزش واردات محصولات شیمیایی در کشورهای منطقه در سال ۲۰۲۱ حدود ۵۲ میلیارد

میزان صادرات فرآورده‌های پتروشیمی ایران، پس از عربستان، با رتبه دوم در منطقه حدود ۱۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۱ بوده است. ارزش ریالی تولیدات صنایع پتروشیمی در سال ۱۴۰۰ به ۸۵۰۷ میلیارد ریال رسیده است. ارزش واردات محصولات شیمیایی در کشورهای منطقه در سال ۲۰۲۱ حدود ۵۲ میلیارد دلار بوده که نیمی از این واردات سهم ترکیه بوده است. ترکیه تولیدات صنعتی متنوعی دارد و از محصولات پتروشیمی به عنوان ماده اولیه استفاده می‌کند. در ضمن ترکیه دسترسی چندانی به منابع هیدروکربنی ندارد. کشور پاکستان نیز از همین الگو تبعیت می‌کند(۲۳). به نظر می‌رسد بیشترین بهره وری و ارزش افزوده نصیب کشورهایی می‌شود که وارد کننده محصولات پتروشیمی‌اند. چرا که اولا فرایندهای تولید مواد پایه و میانی پتروشیمی‌ها انرژی بسیار زیادی را مصرف می‌کنند و ثانیا قیمت‌شان (مثل متانول) نسبتا پایین است. به عبارتی تولید این فرآورده‌ها برای کشورهای تولیدکننده صرفا به دلیل بهره مندی از بهای پایین انرژی و خوراک (گاز و نفت) توجیه اقتصادی نسبی داشته، و تشویق به تولید می‌شوند.

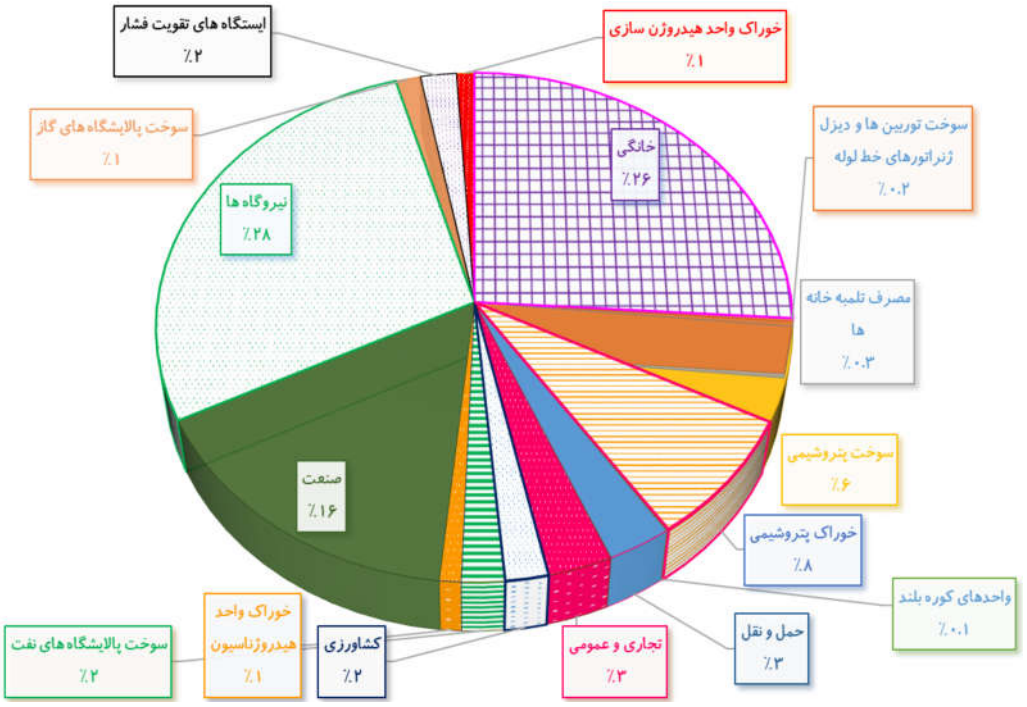


شکل ۹. سهم کشورهای منطقه‌ی خاورمیانه از صادرات(الف–میلیون دلار) و واردات(ب–میلیارد دلار) محصولات پتروشیمی در ۲۰۲۱ (۲۳).

۲-۱-۱- توجیه فنی واقتصادی سرانگشتی تولید متانول در ایران

ظرفیت تولید سالانه متانول کشور در چند سال اخیر از حدود ۵ میلیون تن به بیش از ۱۴ میلیون تن رسیده و انتظار می‌رود طی ۵ سال آینده به بیش از ۲۵ میلیون تن افزایش یابد. ایران با ظرفیت تولید جدید، بعد از چین به دومین تولید کننده متانول در جهان تبدیل خواهد شد.

میزان مصرف گاز در ایران در سال‌های ۱۴۰۱ حدود ۲۴۲ میلیارد مترمکعب گزارش شده که مصرف روزانه آن معادل ۶۶۳ میلیون مترمکعب است. بر اساس آخرین اعلام شرکت ملی صنایع پتروشیمی، سهم صنعت پتروشیمی از گاز طبیعی به عنوان سوخت(۶ درصد) و خوراک(۸ درصد) جمعا ۱۴ درصد می‌باشد که با مصرف سالانه ۳۳٫۶ میلیارد مترمکعب، مصرفه روزانه‌ای حدود ۱۰۰ میلیون مترمکعب دارد. البته در برخی منابع، مصرف روزانه ۶۲/۵ میلیون مترمکعب گزارش شده است که احتمالا میزان مصرف خوراک، بدون احتساب سوخت است (شکل ۹) (۲۴).



شکل ۱۰. سهم بخش‌های مختلف و صنعت پتروشیمی از گاز طبیعی به عنوان سوخت (۶ درصد) و خوراک (۸ درصد) (۲۴)

از یک صد میلیون متر مکعب گاز مصرفی به عنوان سوخت و خوراک در فرایندهای پتروشیمیایی، بیش از ۲۹ میلیون متر مکعب آن (۲۹ درصد) برای تولید متانول مصرف می‌شود. اگر بهای متانول ۲۰۰ دلار در تن در نظر گرفته شود، ارزش ۱۴ میلیون تن متانول ۲/۸ میلیارد دلار خواهد شد. با توجه به گزارش‌های رسمی صنعت گاز، که ارزش حرارتی گاز تولیدی در کشور روزانه معادل ۵ میلیون و ۵۰۰ هزار میلیون بشکه نفت است، با احتساب بهای هر بشکه ۷۰ دلار بهای روزانه آن حدود ۳۸۵ میلیون دلار و رقم سالانه آن حدود ۱۳۸ میلیارد دلار می‌شود (۲۵). با یک محاسبه سر انگشتی سهم صنایع پتروشیمی معادل۱۹,۳ میلیارد دلار می‌شود.

با توجه به سهم ۲۹ درصدی گاز مصرفی در تولید متانول ارزش گاز مصرفی در آن معادل ۵/۶ میلیارد دلار می‌شود (با در نظر گرفتن نرخ جهانی گاز ۲ دلار در مترمکعب، این رقم به حدود ۶ میلیارد دلار می‌رسد).

سوال مهم این است، تراز منفی حدود ۳ میلیارد دلاری تولید متانول در کشور چگونه باید جبران شود؟ و چرا علی‌رغم تراز منفی تولید متانول، صنعت پتروشیمی به دنبال افزایش واحدهای تولیدی متانول است؟ لازم به ذکر است که در صنایع پتروشیمی سایرکشورها، فرآیندهای تبدیل متانول به الفین (MTO) و متانول به پروپیلن (MTP) به عنوان فرآیندهای جایگزین الفین‌های سبک در زنجیره ارزش استفاده می‌شود. انتظار می‌رود در ایران نیز سرمایه گذاری‌ها در جهت ارزش افزوده مواد پایه تا تولید مواد پایه پر حجم و کم بها انجام گیرد.

بنابراین، در صنایع پتروشیمی ضروری است به جای احداث

واحدهـای پتروشـیمیایی بـا فرایندهایـی بـا تولیـد پرحجـم، با انرژی پـر مصرف و فـرآورده‌ی کم بهـا، همانند اتحادیـه اروپا و بویژه همانند کشـور آلمـان بـه سـمت فرایندهـای «تولید کـم حجم، مصرف پائین انـرژی و ارزش افـزوده بالا» –که نتیجـه‌اش ضمن صرفه جویـی در مصرف انرژی و خـوراک (نفـت و گاز) تولیـد محصـولات بـا ارزش افزوده بالا در زنجیره ارزش اسـت– سـرمایه‌گذاری شـود. بـه عبارتی فرآورده‌های شـیمیایی واحدهـای پتروشـیمیایی در تولیـد مـواد اولیـه و میانی صنایع دارویی، بهداشـتی و غذایی اسـتفاده شـود.

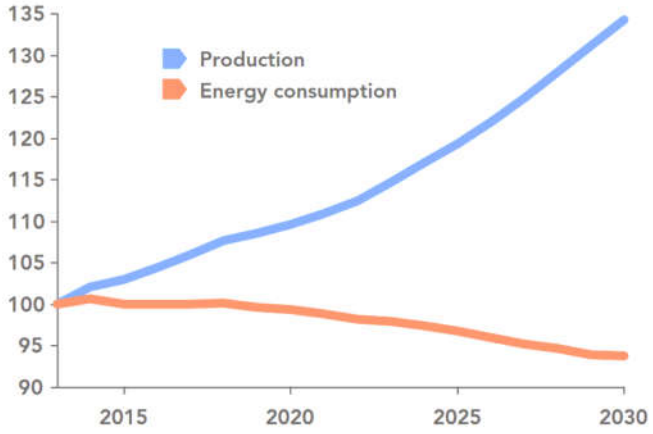
در شـکل(۱۱)، کاربردهـای متانـول بـه عنـوان یکـی از مـواد پایه در پتروشـیمی که در ایـران در میان مواد پایـه رتبـه اول را دارد، در تولید زنجیره ارزش ارائـه شـده اسـت. لازم بـه ذکـر اسـت ارزش برخی از ایـن فرآورده‌ها چندیـن برابر بهای متانول اسـت (۲۶).

- **Acetic Acid**
  - Vinyl Acetate
  - Acetic Anhydride
  - Terephthalic Acid
- **Formaldehide**
  - Urea Formaldehyde Resins
  - Melamine Resins
  - Phenol Formaldehyde Resins
  - Polyoxymethylene (POM or Polyacetal)
  - Polyols
    - Butanediol
      - Polyesters (polybutyl terepthalate)
  - MDI
  - Isoprene
    - Rubber (polyisoprene)
  - Paraformaldehyde
  - Hexamine
- **Methanol to Olefins (MTO)**
  - Ethylene and Derivatives
  - Propylene and Derivatives
  - C4/Butadiene
  - C5+
  - Water
- **Methyl tert-butyl ether (MTBE)**
  - Gasoline Additives
  - Isobutylene
- **Methyl Methacrylate**
  - Polymethylmethacrylate (PMMA)
  - Methacrylate/Acrylate Co Polymers
- Methyl Chloride (Chloromethane)
- **Developmental Methanol Uses**
  - Direct Uses (gasoline blending)
  - Fuel Cells
- **Methylamines:**
- Monomethylamine
  - Caffeine (stimulant, diuretic)
  - Sevin/carbaryl (insecticide)
  - Various other insecticides
  - Various other herbicides
  - Various other pesticides
  - Water gel explosives
  - Photographic developers
  - Analgesics (Demerol)
  - Antispasmodics
- Dimethylamine
  - Fungicides
  - Dimethyl Formamide (solvent)
  - Rubber accelerators, processing agents
  - Propellants
  - Antihistaminic (Benadryl)
  - Catalysts (Urethane)
  - Surfactants
  - Water Treatment
  - Detergents
  - Germicides
  - Herbicides
  - Epoxy Resin Accelerators
- Trimethylamine
  - Acid Scavenger (Nylon, Benzyl Esters)
  - Choline Chloride
  - Ion Exchange Resins (with crosslinked polystyrene)
  - Gelling Inhibitor (Polyester)
- **Other Methanol Uses**
  - Dimethyl terephthalate
    - Polyesters
  - Reducing agent
    - Purified Terephthalic Acid (PTA)
  - Methyl Mercaptan (methanethiol)
    - Chlorine Dioxide
    - DL-methionine (amino acid)

شکل ۱۱. کاربردهای متانول به عنوان یکی از مواد پایه در پتروشیمی در تولید زنجیره ارزش(۲۶)

لازم بـه ذکر اسـت اتحادیه اروپـا با هدف ارتقـای زنجیره ارزش و دوری از احـداث واحدهـای پرحجم و کم بهره، موفق شـده اسـت انـرژی مصرفـی در صنایـع شـیمیایی را نسـبت به سـال ۲۰۱۹ به میـزان ۲۱ درصـد، گاز مصرفـی را ۲۸ درصـد، بـرق مصرفـی را ۱۴ درصـد، نفـت را ۲۳ درصـد و سـوخت‌های فسـیلی را ۶۴ در صـد کاهـش دهـد. علـی رغـم اینکـه ارزش دلاری فراوردهـای تولیـدی کمتـر از ۱۰ درصـد کاهـش یافتـه، بهـره وری درصنایع شـیمیایی آلمـان با شـیب تندی در حـال افزایش و مصـرف انرژی

بـا شـیب تندتری در حـال کاهش بوده اسـت. این موفقیت ناشـی از : الـف- نوسـازی واحدهـا و فرایندهـا، ب-هدایـت تولیـد مـواد شـیمیایی بـا انـرژی بالا به سـمت مـواد ویـژه کم حجم بـا بهای بالا-زنجیـره ارزش، و ج- سـرمایه گـذاری در بخـش تحقیـق و توسـعه مـواد دارویـی و مـواد شـیمیایی ویـژه گزارش شـده اسـت (شـکل ۱۲) (۲۷).



شکل ۱۲. افزایش بهره وری در تولید و کاهش در مصرف انرژی در صنایع شیمیایی آلمان(۲۷).

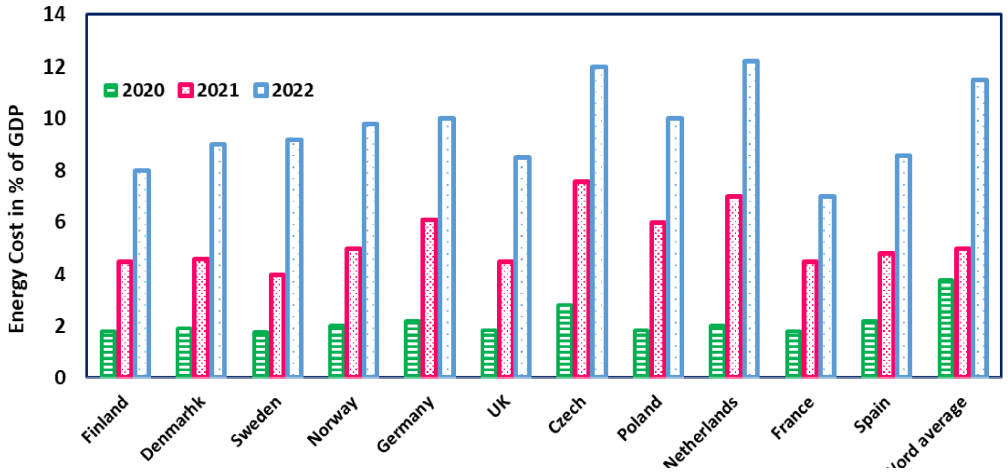
۲-۱-۲-مقایسـه ارزش افزوده صنعت پتروشـیمی برخی کشـورها بـا ایران

علـی رغـم اینکـه خـوراک عمـده صنایـع پتروشـیمی گاز طبیعـی اسـت و ایـران در جهان رتبه اول دارد، در حـال حاضر فراورده‌های تولیـدی پتروشـیمیایی حـدود ۶۵ میلیون تن و میـزان صادرات ۱۲ الـی ۲۰ میلیـارد دلار اسـت. در صورتـی کـه فراورده‌هـای تولیدی پتروشـیمی کـره جنوبی و آلمـان به ترتیـب ۳۵ و ۴۱ میلیون تن و میـزان صـادرات آنها به ترتیـب ۳۸ و ۱۱۶ میلیارد دلار اسـت. این در حالـی اسـت هیـچ یـک از این کشـورها از منابع طبیعـی و مواد اولیـهٔ صنایـع پتروشـیمی نفـت و گاز برخـوردار نیسـتند و عمدتا از سـایر کشـورها تامیـن مـی کننـد. لازم بـه ذکر اسـت بـا توجه به اینکـه هـر یـک دلار محصـولات پتروشـیمی با اسـتفاده در سـایر بخـش هـا، بیـش از پنج برابر ارزش افـزوده به دنبـال دارد، لذا اگر مـواد خـام صادراتـی پتروشـیمی فراوری و بـه مـواد و کالاهایی با ارزش افـزودهٔ بـالا تبدیل شـود، بیـش از ۱۰۰ میلیـارد دلار ارزش افـزوده و مضافـاً اشـتغال دانش‌بنیـان قابل توجهـی نصیب دانش آموختـگان دانشـگاهی علاقـه منـد- کـه اسـیر بیکاری هسـتند- خواهـد کرد (شـکل ۱۳).

شکل ۱۳. مقایسه ارزش افزوده صنعت پتروشیمی ایران با برخی از کشورها از جمله آلمان و کره جنوبی(۲۸).

۳-۱-۲- سهم هزینه کرد انرژی از تولید ناخالص ملی در ایران و جهان

ارزش امروزی انرژی جهان بیش از ۶۰۰۰ میلیارد دلار، و طی ۲۰ سال به دو برابر افزایش یافته است. سهم جهانی هزینه کرد از تولید ناخالص ملی جهان در انرژی، به طور متوسط ۱۰ درصد گزارش شده است. به طوری که، پس از هزینه مراقبت‌های بهداشتی، سهم انرژی در بسیاری از کشورها رتبه دوم را دارد. در شکل(۱۳)، سهم انرژی از تولید ناخالص ملی برخی از کشورها ارایه شده است که سهم برخی از آنها کمتر از متوسط سهم جهانی است.(۲۹).



شکل ۱۴. سهم هزینه کرد از تولید ناخالص ملی برخی از کشورها در انرژی در مقایسه با مصرف انرژی متوسط جهانی(۲۹).

در ایران سالانه حدود ۵۸ میلیارد دلار صرف سوخت بنزین و گازوئیل –بدون احتساب گاز مصرفی– می‌شود (۳۰). تولید روزانه گاز شیرین در کشور۸۵۰ میلیون مترمکعب است که ارزش حرارتی گاز تولیدی آن معادل ۵ میلیون و ۵۰۰ هزار بشکه در روز می‌شود. با بهای هر بشکه ۷۰ دلار و ۳۶۰ روز در سال، این هزینه معادل ۱۴۰ میلیارد دلار است. لذا کلِ مصرف بنزین، گازوئیل و گاز کشور حدود ۲۰۰ میلیارد دلار در سال می‌شود که معادل ۵۰ درصد تولید ناخالص ملی (با فرض تولید ناخالص ملی ۴۰۰ میلیارد دلار)، تقریبا معادل دو برابر لایحه بودجه سال ۱۴۰۲ دولت به ازای هر دلار ۵۰ هزار تومان است.

۲-۲-صنایع دارویی

بالغ بر دو میلیارد دلار (بنا بر برخی گزارش‌ها ۴ میلیارد دلار) واردات مواد اولیه و موثره دارویی است و ششصد و نود هزار میلیارد ریال بابت یارانه دارو (معادل ۱/۴ میلیارد دلار) در کشور صرف می‌شود. مهم اینکه از تجارت ۱/۳ تریلیون دلاری صنعت دارو در جهان که بر اساس نسبت جمعیتی، ایران می‌تواند بالغ بر ۱۳ میلیارد دلار از بازار جهانی دارو سهم داشته باشد، در حال حاضر میزان صادرات ایران حدود ۱۰۰ میلیون دلار است. با توجه به اینکه وزرای بهداشت در دولت‌های مختلف تاکید دارند ۹۷-۹۵ درصد دارو در داخل کشور تولید می‌شود. باید به این سوال مهم پاسخ دهند که ارز تخصیص یافته برای حوزه دارو بابت چیست؟ بر پایه یک گزارش رسمی اخیرا، حدود ۱۴۳۰ مولکول و یا ترکیب شیمیایی به عنوان مواد اولیه و یا موثره دارویی در کشور مصرف می‌شود که فقط حدود ۱۳ درصد (کمتر از ۲۰۰ ترکیب شیمیایی) از آنها در خودِ کشور تولید می‌شود. سهم ریالی این مقدار تولید از مواد اولیه دارویی معادل ۲۳ درصد و حجم آن حدود ۲۵ درصد از کل بازار صنعت دارویی ایران در سال ۱۳۹۹ است. تصریح می‌شود که بالغ بر ۷۰ درصد مواد موثره تولید داخل، فقط یک مرحله ما قبل آخر و حدود ۱۹ درصد آنها نیز فقط دو مرحله آخر از فرایند تولید را شامل می‌شوند. به عبارتی از فرایند چندین مرحله‌ای تولید آنها در جهان، فقط مرحله آخرین– معمولا فرایندهای ساده شیمیایی از قبیل تبدیل اسید به نمک و... – در کشور انجام می‌شود. لذا با توجه به حجم اندک کار موثر و مفید، تولید آنها در داخل بسیار گران و بیش از دو برابر قیمت وارداتی آنها بدون انجام آن مراحل در داخل کشور است(۳۲ و ۳۱). بدیهی است ارائه گزارش تولید۹۷ درصدی دارو در کشور، تلویحا دلالت دارد که کشور در حوزه دارو تقریبا خودکفاست و نیازی به پژوهش و تولید در این حوزه نیست، در صورتی که واقعیت چنین نیست.

پایران کشوری سرشار از منابع طبیعی است. شمار گونه‌های گیاهی ایران حدود ۸۰۰۰ گونه است که از نظر تنوع گونه‌ای حداقل دو برابر تنوع آن در قاره اروپاست. داشتن رتبه اول ذخایر گازی و رتبه سوم ذخایر نفتی، بهره مندی از واحد های

پتروشیمیایی متنوع و گسترده، وجود معادن غنی غالب عناصر شیمیائی، سهم ۲ درصدی در انتشار مقالات و اسناد علمی، حضور شرکت‌ها و کارخانه‌های دارویی متعدد از دیگر امتیازات برجسته و کاملا نمایان کشور است. انتظار می‌رود فعالیت در حوزه دارو و صنایع شیمیایی که رتبه دوم تجارت جهانی را دارد و از جنبه منابع یک مزیت مطلق برای کشور محسوب شود، سرمایه گذاری در صنعت دارو و بویژه صنایع شیمیایی در اولویت اول قرار گیرد. براساس آمار جمعیتی، انتظار می‌رود سهم ایران از تجارت نجومی جهانی دارو، بیش از ۱۳ میلیارد دلار در سال باشد. برخی از اشکالات وابستگی در حوزه دارو و تراز منفی حداقل دو میلیارد دلاری، از انشقاق وزارتین آموزش عالی و واگذاری ماموریت ساخت و تولید دارو به وزارت بهداشت، از همه مهم‌تر عدم سرمایه گذاری در بخش تحقیق و پژوهش‌های پایه‌ای در صنعت دارو، غفلت از ظرفیت‌های برجسته و مثال زدنی جامعه شیمیدانان کشور و مواد شیمیایی تولیدی پتروشیمی‌ها برخاسته است.

۳-قانون جهش تولید

در بند «ب» ماده ۱۱ قانون جهش تولید، هزینه انجام شده برای فعالیت‌های تحقیق و توسعه، به عنوان اعتبار مالیاتی با قابلیت انتقال به سنوات آتی به شرکت‌ها و مؤسسات متقاضی اعطاء می‌شود و معادل آن از مالیات قطعی شده سالانه انجام هزینه مذکور یا سال‌های بعد کسر می‌شود. «ماده۱۱ـ با هدف جهت دهی حمایت‌های مالیاتی به سمت توسعه نوآوری و اقتصاد دانش بنیان: ب ـ معادل هزینه انجام شده برای فعالیت‌های تحقیق و توسعه، به عنوان اعتبار مالیاتی با قابلیت انتقال به سنوات آتی به شرکت‌ها و مؤسسات متقاضی اعطاء می‌شود و معادل آن از مالیات قطعی شده سال انجام هزینه مذکور یا سال‌های بعد کسر می‌شود. آیین نامه اجرائی این بند حداکثر ظرف سه ماه از تاریخ ابلاغ این قانون توسط وزارت امور اقتصادی و دارایی با همکاری معاونت علمی و فناوری رئیس جمهور، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تهیه می‌شود و به تصویب هیأت وزیران می‌رسد. مسؤول نظارت بر اجرای این بند شورای راهبری فناوری‌ها و تولیدات دانش بنیان می‌باشد.»

رد پای چشمگیری از تحقیق و پژوهش با هدف حمایت از مراکز دانشگاهی و پژوهشگاهی توسط شرکت‌ها و واحدهای تولیدی در حوزه صنایع شیمیایی، پتروشیمیایی و دارویی دیده نمی‌شود. چرا که این بند از قانون اجازه می‌دهد خود شرکت‌های تولیدی دانش بنیان در مجموعه خودشان هزینه کنند. لازم به ذکر است حدود ۹۰ درصد شرکت‌های دارویی در کشور مجوز دانش بنیانی اخذ کردند و شرکت‌های پتروشیمیایی نیز همین مسیر را طی می‌کنند. به عبارتی دست مراکز علمی و دانشگاهی در سایه این قانون تهی می‌ماند. لازم به ذکر است، کماکان مراکز علمی و دانشگاهی نمی‌توانند صاحب شرکتی شوند و از مزایای این قانون استفاده کنند.

۴-چه باید کرد؟

لازمه افزایش تولید ناخالص ملی ضرورت همگرایی و مشارکت فعال وزارت نفت، وزارت صمت و وزارتین آموزش عالی طی یک برنامه راهبردی و استراتژیک در افزایش بهره وری و زنجیره ارزش در صنایع پتروشیمیایی است. صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی، و مواد شیمیایی ویژه می‌تواند پیشگام در زنجیره ارزش و بالطبع خودکفایی در تامین مواد اولیه دارویی باشد.

اما پاسخ سوال «چه باید کرد؟» گرچه مشکل است، اما بر اساس تجربیات شخصی که یکبار توسط واحد بازرگانی وزارت نفت! در یک مورد پروژه تحقیقاتی نتایج به تولید انبوه منجر شد، پیشنهاد می‌شود.

-تدوین سند و برنامه راهبردی صنعت پتروشیمی، فراورده‌های پتروشیمیایی و مواد اولیه و موثره دارویی

- تعیین و تعریف زنجیره ارزش در پتروشیمی و اولویت‌های دارویی،

-شرح وظایف برای متولیان و فعلان حوزه دارو در جهت خودکفایی در تولید مواد اولیه و موثره دارویی.

-عزم راسخ وزرای بهداشت، عتف، صمت و نفت در ایجاد زنجیره ارزش در فراورده‌های پتروشیمیایی با اولویت در حوزه صنایع دارویی، کشاورزی، غذایی و بهداشتی با توجه به ارزش افزوده بالا و تعیین و تعریف وظایف برای هریک از آنها به شرح زیر:

- وظیفه صنعت پتروشیمی: حمایت مالی از تولید دانش فنی توسط مراکز علمی اعم از دانشگاهی و پژوهشگاهی و در اختیار گذاشتن مواد اولیه به تولید کنندگان و شرکت‌های دانش‌بنیان،

-وظیفه وزارت بهداشت: تسهیل در صدور مجوزهای تولید مواد اولیه، میانی و موثره دارویی و تضمین خرید آنها توسط شرکت‌های دارویی،

-وظیفه وزارت صمت و سندیکای تولید کنندگان: الف- ارایه لیست اقلام وارداتی مواد اولیه، میانی و موثره صنایع دارویی و غذایی و تشویق بخش خصوصی برای سرمایه گذاری در تولید مواد اولیه، میانی و موثره دارویی و زنجیره ارزش.

-وظیفه مراکز علمی اعم از دانشگاهی و پژوهشگاهی تولید دانش فنی

بدیهی است برای دستیابی به خودکفایی و کسب جایگاهی

جهانی، ضروری است مواد اولیه و مواد موثره دارویی مصرفی در کشور بر اساس معیارهایی از جمله: الف–ساختار مولکولی و خانواده‌ای مواد اولیه و موثره دارویی طبقه بندی شود؛ ب–فرایند سنتز و تولید آنها با تاکید بر استراتژی زنجیره ارزش–قالب‌های ساختاری–همسان و چرخه‌ای(فراورده جانبی یکی ماده اولیه دیگری باشد و...) طراحی و تدوین شود؛ ج–حتی‌الامکان تولید مبتنی بر مواد اولیه در دسترس و تولید داخل کشور باشد؛ و د–در مرحله بعد فرایند سنتز و ساخت اقلام مواد اولیه و موثره دارویی بر اساس شاخص‌های فوق‌الذکر طبقه بندی و در نهایت سنتز آنها بر اساس پتانسیل‌های بالقوه و بالفعل در دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها به افراد شاخص و توانمند واگذار شود.

تقدیر و تشکر

از همکار ارجمند سرکار خانم دکتر مهسا باغبان صالحی عضو محترم هیات علمی دانشکده مهندسی شیمی پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران که پیشنهادات ارزنده‌ای در جهت اصلاح متن و به ویژه در ارتقای کیفی شکل‌ها و نمودارها در مقاله نمودند، و همچنین از سر دبیر محترم مجله «نامه علوم پایه»، استاد آقای دکتر علی فرازمند که زحمت فراوانی در ویرایش ادبی این مقاله داشتند کمال امتنان را دارم.

منابع:

1. https://howmuch.net/articles/the-world-economy2018-
2. https://www.researchandmarkets.com/reports/5781388/chemicals-global-market-report
3. https://www.vci.de/langfassungen-pdf/vci-analyis-on-the-future-of-basic-chemicals-production-in-germany.pdf
4. https://www.undp.org/sustainable-development-goals
5. https://www.acs.org/content/acs/en/sustainability/chemistry-sustainable-development-goals.html
6. UN Adopts New Global Goals, Charting Sustainable Development for People and Planet by 2030. UN News Centre (25 September 2015); http://go.nature.com/asLH5h.
7. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development(UN,2015); https://sdgs.un.org/2030agenda.
8. Stephen A. Matlin, Goverdhan Mehta, Henning Hopf and Alain Krief, The Role of Chemistry in Inventing a Sustainable Future, www.nature.com/naturechemistry2015.
9. Chemistry for a Better Life, The Decadal Plan for Australian Chemistry 25–2016, Australian Academy of Science 2016, https://www.science.org.au/files/userfiles/support/reports-and-plans/2016/chemistry-decadal-plan25-2016-.pdf.
10. https://www.rsc.org/globalassets/-04campaigning-outreach/campaigning/future-chemical-sciences/future-of-the-chemical-science-report-royal-society-of-chemistry.pdf
11. https://www.acs.org/global/international/alliances.html;
12. German Sustainable Development(2021); Strategyhttps://www.bundesregierung.de/resource/blob/971/1940716/4430c63c8739d10011eb116fda1aecb61ca/german-sustainable-development-strategy-en-data.pdf?download=1
13. The European Chemical industry Facts and Figures 2023: A vital part of Europe's Future, February 2023; https://cefic.org/a-pillar-of-the-european-economy/facts-and-figures-of-the-european-chemical-industry/
14. OECD Main Science and Technology Indicators, September 2023 edition; https://www.oecd.org/innovation/inno/msti2023sept.pdf
15. احمد شعبانی ۱۴۰۱.» جایگاه صنعت تولید دارو در ایران و جهان» نشریه نشا علم، سال دوازدهم، شماره دوم، صفحات ۱۱۸–۱۲۵.گ/ ذ
16. Pharmaceutical Drugs Global Market Trends, Growth Drivers, Forecast 2023 (https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/pharmaceutical-drugs-global-market-report)
17. The Pharmaceutical Industry in Figures https://www.efpia.eu/media/rm٤kzdlx/the-pharmaceutical-industry-in-figures2023-.pdf
18. https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/energy-markets/market-snapshots/2018/market-snapshot-petrochemical-products-in-everyday-life.html?=undefined&wbdisable=true

19. Kalina K Damianova, Iran’s re-emergence on global energy markets: opportunities, challenges & implications, European Centre for Energy and Resource Security (EUCERS); https://www.cassis.uni-bonn.de/de/forschung/interdisziplinaere-forschungsvorhaben/europaeischer-cluster-fuer-klima-energie-und-ressourcensicherheit/publikationen/strategy-papers1-/strategy-paper7-.pdf

۲۰. فرایندها و واکنش‌ها در صنعت پتروشیمی ایران(گردآوری و تدوین: شرکت ملی صنایع پتروشیمی–امور هماهنگی و کنترل تولید با همکاری مجتمع‌های پتروشیمی)، ۱۴۰۰

21. Abdolhosein Bayata, Farhad Rahbarb, Ali Vatanic, and Seyyed Abdollah Razavid, An Analysis of the Value Chains of the Petrochemical Industry with a Focus on the New Approach of Petro-Refinery, Petroleum Business Review, 132,2022-115,(4)6.

22. https://media.tahlilbazaar.com/d/109583/0/08/03/2022.pdf?ts=1646740994813

گروه سرمایه گذاری و توسعه صنایع تکمیلی پتروشیمی خلیج فارس»پترول»–کیان.

۲۳. صنعت پتروشیمی: گزارش تازه ترین تحولات و دستاوردهای صنعت پتروشیمی ایران و جهان، چاپ سوم.۱۴۰۱، (تالیف: مدیریت بانکداری شرکتی بانک سامان)

24. www.mehrnews.com/x33rd9

25. www.ahan-news.com/x3B3

26. https://www.methanolmsa.com/market-basics/methanol/

27. The German Chemical Industry 2030: https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/vci-prognos-study-the-german-chemical-industry-2030-update-2016-2015-alternative-scenarios.pdf

۲۸. فایل سخنرانی دکتر طبیبیان در ستاد توسعه فناوری حوزه انرژی در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.

29.cchttps://www.enerdata.net/publications/executive-briefing/world-energy-expenditures.html#:~:text=More20%than20%US2%246%C000bn,and20%in20%some20%cases20%first.

30. https://donya-e-eqtesad.com/fa/tiny/news3992724-

۳۱. لایحه احمد شعبانی ۱۴۰۱. «جایگاه صنعت تولید دارو در ایران و جهان» نشریه نشا علم، سال دوازدهم، شماره دوم، صفحات ۱۱۸–۱۲۵.

۳۲. سلطانی مهدی، مینایی حسین، رحیم محمدرضا، متولی خامنه محمدحسین (۱۴۰۰). ارزیابی وضعیت صنعت تولید مواد اولیه دارویی در ایران از منظر میزان تأمین بازار، ارزبری، عمق تولید، سطح فناوری و قیمت محصولات، مرکز پژوهش های مجلس، شماره مسلسل گزارش۱۷۷۵۹.

تحقیقات بیوفیزیک و جوایز نوبل

نیکو محبعلی زاده
مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران
علی اکبر موسوی موحدی
مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران
شاخه شیمی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، تهران، ایران
عضو پیوسته فرهنگستان علوم جهان(تواس)، عضو پیوسته فرهنگستان علوم جهان اسلام
moosavi@ut.ac.ir

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

بیوفیزیک یک مجموعه از علوم بین رشته‌ای است که نگاهی عمیق و چند جانبه به پدیده‌های زیستی و طبیعی و دیرینه‌شناسی دارد. بیوفیزیک ریشه در علوم پایه و علوم بنیادی دارد که به کشف مولکولی، سلولی، اندام و سیستمی پدیده‌های زیستی و طبیعی می‌پردازد. از مزایای مهم این زمینه از علم دسترسی پژوهشگر به ابزار دقیق اندازه‌گیری در موضوع بیوفیزیک و نظریه‌پردازی‌های عمیق آن است. ابزارهای دقیق این رشته حتی می‌تواند از عمق اشیا در زمان‌های بسیار کوتاه (زپتا ثانیه، یعنی ده به توان منهای ۲۱ ثانیه) عکس‌برداری لیزری انجام دهد. این علم مجهز به ابزارهای دقیق دستگاهی و ابزارهای علوم داده به صورت محاسباتی و هوش مصنوعی است که پدیده‌های تکوینی گذشته و پدیده‌های حال را بررسی کرده، در آینده پژوهشی علم، چشم بسیار بینایی دارد. به همین دلیل دستاوردهای بیوفیزیک، جوایز نوبل ارزشمندی در شصت سال اخیر در زمینه شیمی (۲۳مورد)، فیزیک (۱مورد)، فیزیولوژی یا پزشکی(۱۱مورد) را به خود اختصاص داده است. بخش بزرگی از ابزارهای تشخیصی در علوم و علوم پزشکی شامل جایزه نوبل شده‌اند که در زمینه تحقیقات بیوفیزیک بوده است. در ایران این پیکره بزرگ علمی ناشناس مانده است که در قلمرو علوم پایه و علوم بنیادی است و کاربردهای فراوان در علوم مهندسی و بویژه حوزه علوم پزشکی دارد. لذا شایسته است که اهمیت بیوفیزیک بیشتر شناخته شود تا در شناسایی و آنالیز بیماری‌ها و شناخت عمیق پدیده‌های زیستی و طبیعی مورد بهره برداری بهتر قرار گیرد.

کلید واژگان: بیوفیزیک، جوایز نوبل، ابزارهای دقیق اندازه‌گیری، علم عمیق، شناخت بیماری‌ها

مقدمه:

بیوفیزیک به عنوان علم میان‌رشته‌ای از نظریه‌ها و روش‌های علم فیزیک و دیگر رشته‌های علوم بنیادی برای مطالعه پدیده‌های زیستی استفاده می شود. به عبارت دیگر به مطالعه پدیده‌ها و فرایندهای فیزیکی در موجودات زنده می‌پردازد که در مقیاس مولکولی، سلولی، بافت و ارگان قرار می‌گیرد. اصطلاح بیوفیزیک در سال ۱۸۹۲ میلادی معرفی شد. بیوفیزیک در پی درک چگونگی ساختار مولکول‌های حیاتی، حرکت و نحوه عملکرد بخش‌های مختلف سلول و نحوه عملکرد سیستم‌های پیچیده در سیستم های زنده است. امروز دستاوردهای تحقیقاتی در زمینه بیوفیزیک برای گسترش مرزهای دانش از اهمیت بسزایی برخوردار است. لازم به ذکر است که بیوفیزیک یک زمینه بین رشته‌ای است که با گستره وسیعی از رشته‌ها از جمله بیوشیمی، زیست‌شناسی مولکولی، شیمی فیزیک، فیزیولوژی، نانوتکنولوژی، مهندسی زیستی، زیست‌شناسی محاسباتی، بیومکانیک، زیست‌شناسی تکاملی و زیست‌شناسی سیستم‌ها، هوش مصنوعی، فیزیک، شیمی، ریاضی، و سایر رشته‌ها پیوند دارد. جهت اهمیت دستاوردها در شصت سال گذشته جوایز بسیاری از جمله جوایز نوبل در این زمینه از علم اعطا شده است. جایزه نوبل به تحقیقات برجسته که قلمرو جدیدی را در علم می گشایدتعلق می‌گیرد[۱]. تحقیقات بیوفیزیک با جوایز نوبل شیمی، فیزیک، فیزیولوژی یا پزشکی مرتبط شده است که شرح مختصری از این جوایز در پی می‌آید:

۱- به سادگی یک کلیک: پاسخ‌های ساده بهترین هستند. جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۲۲ به طور مشترک به کارولین آر. برتوزی[1] شیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه استنفورد،

1. Carolyn R.Bertozzi

مورتن ملدال[1] شیمی‌دان دانمارکی از دانشگاه کپنهاگ دانمارک و کی بری شارپلس[2] شیمی‌دان آمریکایی از مرکز تحقیقات اسکریپس کالیفرنیا برای توسعه شیمی کلیکی و شیمی بیواورتوگونال یا متعامد زیستی اهدا شد. شارپلس و ملدال به صورت مستقل واکنش اتصال آلکین–سیکلوآلکین با آزید را طراحی کردند که در حضور کاتالیزور مس با راندمان بالا صورت می‌گیرد و به صورت گزینشی تولید صد در صد یک محصول را در پی دارد. برتوزی واکنش‌های کلیک را به دنیای علوم زیستی اتصال داد و از آن برای واکنش‌های متعامد زیستی بهره گرفت. واکنش‌های کلیک را می‌توان در واکنش‌های زیستی مربوط به سلول‌های زنده بدون آسیب‌رسانی استفاده کرد. علوم بیوفیزیک جزء علوم بین رشته ای است. نگاه زیست مولکولی حاوی اندرکنش های غیر کوالان است که این نیروهای فیزیکی ضعیف هستند. باتوجه به دستاوردهای شیمی کلیک، می‌توان چشم‌انداز روشنی را در شناخت و درمان سرطان متصور کرد[۲].

۲- ثبت زندگی با جزئیات اتمی: یک تصویر، کلید درک است. پیشرفت‌های علمی اغلب مبتنی بر تجسم موفق اشیا نامرئی با چشم انسان است. ژاک دوبوشه[3] بیوفیزیکدان سوئیسی از دانشگاه لوزان سوئیس، یواخیم فرانک[4] بیوفیزیک‌دان آلمانی–آمریکایی از دانشگاه کلمبیا و ریچارد هندرسون[5] بیوفیزیک‌دان بریتانیایی از کمبریج جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۱۷ را برای توسعه روشی موثر برای تولید تصاویر سه بعدی از مولکول‌های حیات دریافت کردند. با استفاده از میکروسکوپ الکترونی کرایو محققان اکنون می‌توانند مولکول‌های زیستی را در میانه حرکت (برای مثال حدواسط‌های پروتئین) منجمد کرده و آن‌ها را با وضوح اتمی به تصویر کشیده می‌شود. این فناوری سبب شد شاخه تصویرنگاری میکروسکوپی وارد عصر جدیدی شود. این دستاوردهای مهم برای درک اساسی مواد تشکیل‌دهنده حیات و پیشرفت در زمینه داروسازی گام بزرگی بود[۳].

۳- توسعه کوچکترین ماشین‌های جهان: کوچک‌سازی فناوری می‌تواند منجر به انقلاب علمی شود. ماشین‌ها بخش جدایی‌ناپذیر توسعه انسانی هستند و به ما کمک می‌کنند تا وظایفی را انجام دهیم که اغلب فراتر از ظرفیت‌های ما هستند. جایزه نوبل شیمی در سال ۲۰۱۶ به طور مشترک به ژان پیر سوواژ[6] شیمی‌دان فرانسوی از دانشگاه استراسبورگ، سرجی فریزر استودارت[7] شیمی‌دان بریتانیایی–آمریکایی از دانشگاه نورت وسترن و برنارد ال فرینگا[8] شیمی‌دان هلندی از دانشگاه‌های گرونینگن هلند و آکادمی سلطنتی هنر و علوم هلند، برای طراحی و سنتز ماشین‌های مولکولی که هزاران بار نازک‌تر از مو هستند، اهدا شد. شاید مهم‌ترین نتیجه‌ی کار این باشد؛ برخلاف پیوندهای شیمیایی معمولی، مولکول‌ها مانند یک زنجیره به هم متصل هستند، جایی که پیوندها می‌توانند نسبت به یکدیگر حرکت کنند. موتورهای مولکولی تقریبا تمام فرایندهای بیولوژیکی مهم را هدایت می‌کنند، اما تعداد بسیار کمی از فناوری‌های ساخته شده توسط بشر از حرکت مولکولی کنترل شده بهره‌برداری می‌کند کاری که این جایزه برای آن اعطا شد، مولکول‌هایی با حرکات قابل کنترل توسعه داده‌اند که با اضافه شدن انرژی می‌توانند کار انجام دهند. ماشین‌های مولکولی به احتمال زیاد در توسعه مواردی مانند حسگرها و سیستم دخیره انرژی استفاده خواهد شد[۴].

۴- یک افتخار بزرگ برای اجسام کوچک: برای مدت‌های طولانی، میکروسکوپ نوری با یک محدودیت فرضی متوقف می‌شد: اینکه هرگز وضوحی بهتر از نصف طول موج نور به دست نمی‌آورد. جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۱۴ به اریک بتزیگ[9] فیزیکدان آمریکایی از دانشگاه کالیفرنیا، استفان دبلیو هل[10] فیزیکدان رومانیایی–آلمانی از مدیران موسسه بیوشیمی فیزیک ماکس پلانک در گوتینگن آلمان و ویلیام ای. مورنر[11] شیمی فیزیکدان آمریکایی از استنفورد برای توسعه میکروسکوپ فلورسانس فوق‌العاده تفکیک شده[12] اهدا شد. کار پیشگامانه این محققان، میکروسکوپ نوری را وارد بعد نانو کرده است. آن‌ها می‌توانند ببینند که چگونه مولکول‌ها بین سلول‌های عصبی در مغز سیناپس ایجاد می‌کنند، هم‌چنین می‌توانند پروتئین‌های دخیل در بیماری‌های پارکینسون، آلزایمر و هانتیگتون را در حین تجمع ردیابی کنند[۵].

۵- چگونگی نمایش جهان در مغز: مغز چگونه نقشه‌ای از فضای اطراف ما ایجاد می‌کند؟ و چگونه می‌توانیم راه خود را در یک مجموعه پیچیده طی کنیم؟ نقشه داخلی محیط و حس مکان برای شناخت و به خاطر سپردن محیط و جهت‌یابی مورد نیاز است(جی پی اس درونی). این توانایی ناوبری نیاز به ادغام اطلاعات حسی چندوجهی، اجرای حرکت و ظرفیت‌های حافظه دارد، که یکی از پیچیده‌ترین عملکردهای مغز است. کار برندگان جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۲۰۱۴ درک این کارکردها را به شدت تغییر

1. Morten Meldal
2. K.Barry Sharpless
3. Jacques Dubochet
4. Joachim Frank
5. Richard Henderson
6. Jean-Pierre Sauvage
7. Sir J. Fraser Stoddart
8. Bernard L. Feringa
9. Eric Betzig
10. Stefan W. Hell
11. William E. Moerner
12. Super-resolved Fluorescence Microscopy

داده است. این جایزه به دکتر جان اوکیف[1] عصب‌شناس و روانشناس آمریکایی- بریتانیایی و استاد مرکز مدارهای عصبی و رفتار و گروه تحقیقات سلولی و زیست‌شناسی رشدی دانشگاه کالج لندن، دکتر می بریت موزر[2] روانشناس و عصب شناس نروژی از دانشگاه علم و فناوری نروژ و دکتر ادوارد آی موزر[3] روانشناس و عصب‌شناس نروژی از دانشگاه علم و فناوری نروژ برای کشف سلول‌های عصبی در مغز که حس مکان و جهت‌یابی را امکان‌پذیر می کند، اهدا شد. جان اوکیف سلول‌هایی[4] را در هیپوکمپ کشف کرد که موقعیت مکانی را نشان می‌دهند و ظرفیت حافظه فضایی را برای مغز فراهم می‌کند. می بریت موزر و ادوارد آی موزر سلول‌های شبکه‌ای[5] را کشف کردند که یک سیستم مختصات داخلی ضروری برای ناوبری مغز را فراهم می‌کند. این سلول‌ها، شبکه‌های سلولی عصبی بهم پیوسته را تشکیل می‌دهند که برای محاسبه نقشه فضایی و وظایف ناوبری حیاتی هستند. تحقیقات اخیر با تکنیک‌های تصویربرداری مغز و مطالعات بیماران تحت جراحی مغز و اعصاب شواهدی مبنی بر اینکه سلول‌های مکان و شبکه در انسان نیز وجود دارد، ارائه کرده است. در بیماران مبتلا به آلزایمر ، هیپوکامپ و قشرآنتوریال اغلب در مراحل اولیه تحت تاثیر قرار می‌گیرد و این افراد اغلب راه خود را گم می‌کنند. بنابراین دانش در مورد سیستم موقعیت‌یابی مغز ممکن است به ما کمک کند مکانیسمی را که پشتوانه از دست دادن مخرب حافظه فضایی است در افراد مبتلا به این بیماری درک کنیم. کشف سیستم موقعیت‌یابی مغز نشان‌دهنده یک تغییر الگو در درک ما از نحوه کار گروهی سلول‌های تخصصی برای اجرای عملکردهای شناختی بالاتر است که راه‌های جدیدی را برای درک سایر فرآیندهای شناختی مانند حافظه، تفکر و برنامه‌ریزی باز کرده است[۶].

۶-مدل‌های رایانه‌ای بازتابی از زندگی واقعی: امروزه رایانه به اندازه لوله آزمایش برای شیمی‌دانان ابزار مهمی است. جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۱۳ به طور مشترک به مارتین کارپلاس[6] شیمی‌دان اتریشی-آمریکایی از دانشگاه هاروارد، مایکل لویت[7] بیوفیزیک‌دان از دانشگاه استنفورد و آریه وارشل[8] بیوشیمی‌دان و بیوفیزیک‌دان اسرائیلی-آمریکایی ازدانشگاه کالیفرنیای جنوبی برای توسعه مدل‌های چندمقیاسی برای سیستم‌های شیمیایی پیچیده اهدا شد. آن‌ها روش‌هایی ابداع کردند که هم از فیزیک کلاسیک و هم از فیزیک کوانتومی استفاده می‌کند. به عنوان مثال؛ در شبیه‌سازی نحوه جفت شدن یک دارو به پروتئین هدف خود در بدن، کامپیوتر محاسبات نظری کوانتومی را بر روی آن اتم‌های پروتئین هدف انجام می‌دهد که با دارو تعامل دارد. امروزه شبیه‌سازی‌ها آنقدر واقع‌بینانه هستند که نتایج آزمایش‌های سنتی را پیش‌بینی می‌کنند[۷].

۷- چگونه، کجا و چه زمانی وزیکول‌ها منتقل می‌شوند؟ یک سیستم حمل و نقل اصلی در سلول‌ها: جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۲۰۱۳ به طور مشترک به جیمز ای. روتمن[9] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه ییل، رندی دبلیو. شکمن[10] زیست‌شناس آمریکایی از دانشگاه کالیفرنیا و توماس سی. سودهف[11] بیوشمیی‌دان آلمانی-آمریکایی، استاد دانشکده پزشکی دانشگاه استنفورد به دلیل اکتشاف مکانیسم‌های مولکولی تنظیم‌کننده انتقال وزیکول‌ها در سلول‌های یوکاریوتی اعطا شد. این جایزه به کشف توالی ترمینال N پروتئین‌ها به عنوان برچسب آدرسی که پروتئین را از ریبوزوم به محل مورد نظر هدایت می‌کند، مربوط می‌شود. رندی شکمن مجموعه‌ای از ژن‌ها را کشف کرد که برای تردد وزیکول مورد نیاز بودند. جیمز روتمن تجهیزات پروتئینی را کشف کرد که به وزیکول‌ها اجازه می‌دهد تا با اهداف خود ترکیب شوند تا امکان انتقال محموله را فراهم کنند. توماس سودهف نشان داد که چگونه سیگنال‌ها به وزیکول دستور می‌دهد تا محموله خود را با دقت آزاد کنند. این اکتشافات چگونگی همجوشی وزیکول برای به دست آوردن یک محتوای خاص، به درستی مکان‌یابی شده با زمان‌بندی دقیق را توضیح می‌دهد، مکانیسمی که نه تنها برای عملکرد پروتئین بلکه برای حیات هر ارگانیسمی ضروری است. این سیستم برای انواع فرآیندهای فیزیولوژیکی که در آن همجوشی وزیکول‌ها باید کنترل شود، از سیگنال دهی در مغز گرفته تا آزادسازی هورمون‌ها و سیتوکین‌های ایمنی، حیاتی است. انتقال وزیکول معیوب در انواع بیماری‌ها از جمله تعدادی از اختلالات عصبی، ایمنی و همچنین در دیابت رخ می‌دهد. بدون این سازماندهی فوق العاده دقیق، سلول دچار هرج و مرج خواهد شد. برای مثال سلول‌های بتای پانکراس که قادر به آزادسازی انسولین از وزیکولی نباشد منجر به دیابت می‌شود[۸].

۸-گیرنده‌های هوشمند: بدن یک سیستم تنظیم شده از فعل و انفعالات بین میلیاردها سلول است. هر سلول دارای گیرنده‌های کوچکی است که آن را قادر می‌سازد تا محیط خود را حس کند، بنابراین می‌توانند با موقعیت‌های جدید سازگار شود. جایزه نوبل شیمی در سال ۲۰۱۲ به طور

1. John O'Keefe
2. May-Britt Moser
3. Edvard I.Moser
4. Place cells
5. Grid cells
6. Martin Karplus
7. Michael Levitt
8. Arieh Warshel
9. James E. Rothman
10. Randy W. Schekman
11. Thomas C. Sudhof

مشترک به رابرت جی لفکوویتز[1] پزشک و بیوشیمی‌دان آمریکایی از موسسه پزشکی هاروارد و برایان کی کوبیلکا[2] فیزیولوژیست آمریکایی از دانشگاه استنفورد برای مطالعه گیرنده‌های مرتبط با پروتئین جی اهدا شد. حدود نیمی از داروها اثر خود را از طریق گیرنده‌های جفت شده با پروتئین جی به دست می‌آورند، این اهمیت مطالعاتی را نشان می‌دهد [۹].

۹- معمای شبه بلورها: پیش از این شیمی‌دانان نظم در کریستال‌ها را به عنوان یک الگوی دوره‌ای و تکرار شونده تفسیر می‌کردند. جایزه نوبل شیمی ۲۰۱۱ به دن شچتمن[3] استاد در علم مواد از موسسه فناوری تکنیون اسرائیل برای کشف شبه بلورها اهدا شد. فواصل بین اتمی در یک شبه بلور با دنباله فیبوناچی ارتباط دارد. دنباله فیبوناچی هم، نظم دارد حتی اگر هرگز خود را تکرار نمی‌کند، زیرا از یک قانون ریاضی پیروی می‌کند. نظم در شبه کریستال‌ها با زمانی که یک کریستال تناوبی است یکسان نیست. مواد شبه بلوری را می‌توان در تعداد زیادی از کاربردها، از جمله تشکیل فولاد بادوام مورد استفاده برای ابزار دقیق، و عایق نچسب برای سیم‌های برق و تجهیزات پخت‌وپز استفاده کرد [۱۰].

۱۰- پایه‌های شیمیایی حیات: داستان از چشمه‌های آب‌گرم و دریا آغاز می‌شود. از میکروارگانیسم‌های این محیط‌ها برای جداسازی ریبوزوم‌های قوی استفاده شد. هدف تبلور ریبوزوم‌ها بود. جایزه نوبل شیمی ۲۰۰۹ به طور مشترک به ونکاترامان راماکریشان[4] زیست‌شناس ساختار هندی‌الاصل از دانشگاه کمبریج، توماس آ. استیتز[5] بیوشیمی‌دان آمریکایی، پروفسور بیوفیزیک دانشگاه ییل و آدا ای.یونات[6] کریستالوگرافیست اسرائیلی مدیر کنونی مرکز هلن و میلتون آ کیملمن موسسه علوم ویزمن، برای مطالعات ساختار و عملکرد ریبوزوم اهدا شد. این جایزه سومین جایزه نوبلی است که نشان می‌دهد نظریه‌های داروین در واقع در سطح اتم چگونه عمل می‌کند. مشارکت علمی این سه محقق، شرح مفصلی از یک فرایند بیولوژیکی بسیار پیچیده؛ بیوسنتز پروتئین در سطح مولکولی با استفاده از ایده‌ها و مفاهیمی است که به جای زیست‌شناسی مختص شیمی هستند. این گروه با استفاده از کریستالوگرافی اشعه ایکس، ساختار چند ریبوزوم پروکاریوتی را شناسایی و عملکرد ویژه هر زیرواحد ریبوزومی را تعریف کرده‌اند. ساختارهای ریبوزومی جان انسان‌ها را نجات خواهد داد. هر سه برنده جایزه نوبل ساختارهایی ایجاد کرده‌اند که دقیقاً محل حمله آنتی بیوتیک‌های مختلف به ریبوزوم‌های باکتریایی را نشان می‌دهد. دانش دقیق محل اتصال آنتی بیوتیک‌ها به ریبوزوم به دانشمندان کمک می‌کند تا داروهای جدید و کارآمدتری طراحی و تولید کنند. انتظار می‌رود این موضوع در آینده جان بسیاری از انسان‌ها را نجات دهد [۱۲].

۱۱-جاودانگی: چگونه کروموزوم‌ها را می‌توان به طور کامل در طول تقسیم سلولی کپی کرد و چگونه از آنها در برابر تخریب محافظت می‌شود. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۲۰۰۹ به طور مشترک به الیزابت اچ بلکبرن[7] بیوشیمی‌دان استرالیایی-آمریکایی رئیس سابق موسسه مطالعات زیست‌شناسی سالک ، کارول دبلیو. گریدر[8] زیست‌شناس مولکولی آمریکایی از دانشگاه کالیفرنیا و جک دبلیو. شوستاک[9]، زیست‌شناس آمریکایی-کانادایی از دانشگاه شیکاگو برای کشف چگونگی محافظت کروموزوم‌ها توسط تلومرها و آنزیم تلومراز اهدا شد. کشف عملکرد تلومر و تلومراز پیامدهای پزشکی گسترده‌ای در بسیاری از زمینه‌ها از جمله سرطان، بیماری‌های ارثی و پیری دارد [۱۲].

۱۲- چراغ سبز چتر دریایی: پروتئین فلورسنت سبز، ستاره‌ای هدایت کننده برای ابزارها در علوم زیستی است. جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۰۸ به طور مشترک به مارتین چالفی[10] دانشمند آمریکایی از دانشگاه کلمبیا، روگر وای تسین[11] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه کالیفرنیا و اوسامو شیمومورا[12] شیمی‌دان و زیست‌شناس ژاپنی از دانشگاه ماساچوست برای کشف و توسعه پروتئین فلورسنت سبز اهدا شد. ماده‌ای طبیعی در چتر دریایی که به عنوان ابزاری برای قابل مشاهده کردن اعمال سلول‌های خاص استفاده می‌شود. سیگنال بصری که این پروتئین ارایه می‌دهد به دانشمندان کمک می‌کند تا فعالیت پروتئین‌ها را بررسی کنند، برای مثال؛ زمان و مکان تولید پروتئین‌ها و نحوه حرکتشان یا نزدیک شدن بخش‌های مختلف پروتئین‌ها به یکدیگر[۱۳].

۱۳-صدای DNA : بین ژن‌ها و ماشین‌های مولکولی قرار گرفته‌اند که به اطلاعات بی‌صدا که در DNA پیچیده شده است اجازه می‌دهند صحبت کنند. آن‌ها به نوبه خود برای انتخاب، انتقال، خواندن و رمزگشایی کد DNA کار می‌کنند و باعث تولید اجزای مورد نیاز برای زندگی می‌شوند. رونویسی، کپی کردن یک رشته دی‌ان‌ای برای تولید یک رشته ارن‌ای ، یک عملیات مرکزی در

1. Robert J. Lefkowitz
2. Brian K. Kobilka
3. Dan Shechtman
4. Venkatrman Ramakrishnan
5. Thomas A. Steitz
6. Ada E. Yonath
7. Elizabeth H. Blackburn
8. Carol W. Greider
9. Jack W. Szostak
10. Martin Chalfie
11. Roger y. Tsien
12. Osamu Shimomura

زیست‌شناسی است. بیش از پنجاه مولکول پروتئینی مختلف با هم برای انجام فرایند رونویسی عمل می‌کنند که طی آن DNA به RNA پیام‌رسان تبدیل می‌شود. جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۰۶ به راجر دی. کورنبرگ[1] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه استنفورد به خاطر مطالعاتش در زمینه مبانی مولکولی رونویسی یوکاریوتی اهدا شد. دستگاهی که او توانسته مطالعه کند نه تنها مولکول‌های جدید می‌سازد بلکه آن‌ها را از نظر دقت بررسی می‌کند و خطاهای موجی مسیر را تصحیح می‌کند. تمرکز تحقیقات وی پاسخ به این سوال بود که مجتمع‌های رونویسی چگونه تشکیل می‌شوند و ساختار آن چگونه است [۱۴].

۱۴-مونتاژ برای زندگی: خودهمانندسازی اولیه مستلزم غلظت اجزای مولکولی، چه روی یک سطح و چه در یک حجم است. در دریایی از آب و یون‌ها دولایه‌ی فسفولیپیدی یک خودآرایی موثر انجام شده و فعالیت سازماندهی شده را از محیط اطراف جدا و انرژی را از محیط بیرون خواهد گرفت. چگونه یک سلول به یک نوع یون اجازه می‌دهد از لیپید عبور کند و بقیه را حذف کند؟ و چگونه آب بدون یون نفوذ می‌کند؟ جایزه نوبل شیمی در سال ۲۰۰۳ برای اکتشاف مربوط به کانال‌های غشای سلولی به طور مشترک به پیتر آگر[2] پزشک و زیست‌شناس مولکولی آمریکایی از دانشگاه جانز هاپکینز برای کشف کانال‌های آب و نیمی دیگر به رودریک مک کینون[3] بیوفیزیک‌دان و عصب‌شناس آمریکایی از دانشگاه راکفلر برای مطالعات ساختاری و مکانیکی کانال‌های یونی اهدا شد. دروازه‌های پروتئینی کانال نامیده می‌شوند و کانال‌های انتخابی برای آب یا یون در همه جا موجود هستند، به این ترتیب دستاورد آگر و مک کینون تصویر واضحی از مبانی متابولیسم آب و نمک دارد. کانال‌های غشایی یک پیش شرط برای مواد زنده هست. به همین دلیل افزایش درک عملکرد آن‌ها مبنای مهمی برای درک بسیاری از حالات بیماری است. اختلال در عملکرد کانال‌ها می‌تواندمنجر به بیماری‌های جدی عصبی و هم‌چنین عضلات شود، این مسئله موضوع کانال‌های یون را مهم می‌کند[۱۵].

۱۵- معجزه مغناطیسی: تصویربرداری MRI از اندام‌های داخلی انسان با روش‌های دقیق و غیرتهاجمی برای تشخیص، درمان و پیگیری پزشکی بسیار مهم است. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی ۲۰۰۳ به طور مشترک به پل سی لاتربر[4] شیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه استونی بروک و سر پیتر منسفیلد[5] فیزیک‌دان بریتانیایی از دانشگاه ناتینگهام به دلیل اکتشاف آن‌ها در مورد تصویربرداری تشدید مغناطیسی اهدا شد. پل لاتربر امکان ایجاد یک تصویر دو بعدی را با وارد کردن یک گرادیان به یک میدان مغناطیسی کشف کرد. با تجزیه و تحلیل ویژگی‌های امواج رادیویی ساطع شده می توان منشا آن‌ها را تعیین کند. این واقعیت امکان ساخت تصویر دوبعدی از سازه‌ها را فراهم کرد که با روش‌های دیگر قابل مشاهده نبود. پیتر منسفیلد استفاده از گرادیان در میدان مغناطیسی را توسعه داد. او نشان داد که سیگنال‌ها را می‌توان به صورت ریاضی تجزیه و تحلیل کرد، که امکان توسعه یک تکنیک تصویربرداری مفید را فراهم کند. وی هم‌چنین نشان داد تصویربرداری چقدر می‌تواند سریع باشد. MRI اغلب بر سایر تکنیک‌های تصویربرداری برتری دارد و به طور قابل‌توجهی تشخیص را در بسیاری از بیماری‌ها بهبود می‌بخشد. مزیت بزرگ MRI بی‌ضرر بودن آن براساس دانش موجود است. امروزه از MRI برای بررسی تقریبا اندام‌های بدن استفاده می‌شود. این تکنیک به ویژه برای تصویربرداری دقیق از مغز و نخاع ارزشمند است چرا که تقریباً اختلالات مغزی منجر به تغییر در محتوای آب می‌شود که در تصویر MRI منعکس می‌شود [۱۶].

۱۶-روش‌های انقلابی برای مولکول‌های زیستی: همه موجودات زنده؛ باکتری‌ها، گیاهان و حیوانات حاوی انواع یکسانی از مولکول‌های بزرگ، درشت مولکول‌ها هستند که مسئول زندگی هستند. وقایع در سلول‌ها توسط اسیدهای نوکلئیک (مانند DNA) کنترل می شوند که ممکن است «مدیران» سلول‌ها نامیده شوند، در حالی که پروتئین‌های مختلف بازیگران اصلی سلول هستند. هر پروتئین یک عملکرد بیولوژیکی دارد که ممکن است با محیط آن متفاوت باشد. به عنوان مثال، پروتئین هموگلوبین، اکسیژن را به سلول‌های بدن منتقل می‌کند. تحقیقات پروتئین به خودی خود جدید نیست، اما پروتئومیکس، یعنی مطالعاتی در مورد نحوه عملکرد پروتئین‌های مختلف و سایر مواد با هم در سلول، یک زمینه تحقیقاتی نسبتاً جدید است که در چند سال گذشته به شدت رشد کرده است. اگر ژنی آسیب ببیند یا از بین رفته باشد چه اتفاقی می‌افتد؟ بیماری‌هایی مانند آلزایمر یا بیماری جنون گاوی چگونه منشا می‌گیرند؟ آیا می‌توان از شیمی جدید برای تشخیص و درمان سریعتر بیماری‌هایی که بشریت را تهدید می‌کند استفاده کرد؟ جایزه نوبل شیمی در سال ۲۰۰۲ بین دانشمندان در دو زمینه مهم تقسیم می‌شود: طیف سنجی جرمی (MS) و رزونانس

1. Roger D. Kornberg
2. Peter Agre
3. Roderick Mackinnon
4. Paul C. Lauterbur
5. Sir Peter Mansfield

مغناطیسی هسته‌ای(NMR). برندگان جوایز نوبل، جان بی فن استاد شیمی تجزیه آمریکایی و کویچی تاناکا مهندس برق ژاپنی از شرکت شیمادزو (شرکت ابزار دقیق ژاپنی) برای طیف سنجی جرمی و کورت وتریچ[1] بیوفیزیک‌دان سوئیسی از موسسه تحقیقاتی اسکریپس برای رزونانس مغناطیسی هسته‌ای، به روش‌های مختلفی در توسعه بیشتر این روش‌ها برای پذیرش درشت مولکول‌های بیولوژیکی کمک کرده‌اند. اکنون محققان می‌توانند به سرعت و سادگی نشان دهند یک نمونه حاوی پروتئین‌های گوناگون است تصاویر سه بعدی آن را تعیین کنند که نشان می‌دهد مولکول‌های پروتئین در محلول چگونه هستند و سپس می‌توانند عملکرد آن‌ها را در سلول درک کنند. این روش‌ها تحولی در توسعه داروهای جدید ایجاد کرده است. کاربردهای امیدوارکننده‌ای نیز در زمینه‌های دیگر گزارش شده است، به عنوان مثال کنترل مواد غذایی. طیف سنجی جرمی یک روش انالیز بسیار مهم است که در آزمایشگاه‌های شیمی در سراسر جهان استفاده می‌شود. قبلا فقط مولکول‌های نسبتا کوچک قابل شناسایی بودند، اما جان بی فن و کویچی تاناکا روش‌هایی را توسعه دادند که تجزیه و تحلیل بیوماکرومولکول‌ها را نیز ممکن می‌سازد. کورت وتریچ یک روش کلی برای تخصیص سیستمی نقاط ثابت معینی در مولکول‌های پروتئین و هم‌چنین یک اصل برای تعیین فواصل بین آن‌ها ایجاد کرد. او با استفاده از فاصله‌ها توانست ساختار سه‌بعدی پروتئین را محاسبه کند. این روش مزیت NMR را برای شناسایی پروتئین‌ها درمحیطی شبیه به محیط سلول زنده را فراهم می‌کند [۱۷].

۱۷-تنظیم ژنتیکی: به موازات نسل جدید سلول‌ها، مرگ سلولی یک فرایند طبیعی برای حفظ تعداد مناسب سلول‌ها در بافت است. حذف ظریف و کنترل شده سلول‌ها را مرگ برنامه ریزی شده سلولی نامیده‌اند. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۲۰۰۲ به طور مشترک به سیدنی برنر[2] زیست‌شناس آفریقای جنوبی از دانشگاه کالیفرنیا، اچ .رابرت هورویتز[3] زیست‌شناس آمریکایی از موسسه فناوری ماساچوست و جان ای. سولستون[4] زیست‌شناس و دانشگاهی بریتانیایی به دلیل اکتشاف آن‌ها در مورد تنظیم ژنتیکی رشد اندام‌ها و مرگ برنامه ریزی شده سلولی اهدا شد. در واقع این گروه توانستند ژن‌های کلیدی تنظیم‌کننده رشد اندام‌ها و مرگ برنامه‌ریزی شده در یک نماتود به عنوان مدل آزمایشی را شناسایی کنند و نشان داده‌اند که ژن‌های مربوط در گونه‌های بالاتر از جمله در انسان هم وجود دارد. آگاهی از مرگ برنامه ریزی شده سلولی به ما کمک کرده تا مکانیسم‌هایی را که توسط آن برخی ویروس‌ها و باکتری‌ها به سلول‌های ما حمله می‌کنند را درک کنیم. همچنین می‌دانیم که در بیماری ایدز، بیماری‌های عصبی، سکته مغزی و انفارکتوس میوکارد، سلول‌ها در نتیجه مرگ بیش از حد سلولی از بین می‌روند. سایر بیماری‌ها، مانند شرایط خودایمنی و سرطان، با کاهش مرگ سلولی مشخص می‌شوند که منجر به بقای سلول‌هایی می‌شود که معمولاً برای مرگ مقدر هستند. بسیاری از راهبردهای درمانی مبتنی بر تحریک «برنامه خودکشی» سلولی هستند. این اکتشافات برای تحقیقات پزشکی مهم هستند و نور جدیدی را بر سازوکار و درمان بسیاری از بیماری‌ها روشن کرده‌اند [۱۸].

۱۸-کنترل ذهن: انتقال سیگنال در سیستم عصبی؛ در مغز انسان بیش از صد میلیارد سلول عصبی وجود دارد. آن‌ها از طریق شبکه‌ای بی‌نهایت پیچیده از فرایندهای عصبی به یکدیگر متصل می‌شوند. انتقال سیگنال در نقاط تماس خاصی به نام سیناپس انجام می‌شوند. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۲۰۰۰ به طور مشترک به آروید کارلسون[5] نوروفارماکولوژیست سوئدی از دانشگاه گوتنبرگ، پل گرینگارد[6] عصب‌شناس آمریکایی از دانشگاه راکفلر و اریک آر.کندل[7] پزشک آمریکایی-اتریشی، متخصص روانپزشکی و استاد بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه کلمبیا، به دلیل اکتشاف آن‌ها در مورد یک نوع انتقال سیگنال در سیستم عصبی بین سلول‌های عصبی اهدا شد که به آن انتقال سیناپسی آهسته می‌گویند. کار کارلسون منجر به کشف دوپامین به عنوان انتقال‌دهنده در مغز شد که اهمیت زیادی برای توانایی ما در کنترل حرکات دارد. تحقیقات او ارتباط بین بیماری پارکینسون و پایین آمدن سطح دوپامین را نشان داد که می‌تواند یک درمان موثر برای بیماری پارکینسون ایجاد کند. پل گرینگارد در زمینه فسفوریلاسیون و دفسفوریلاسیون پروتئین‌های مغز با واسطه گیرنده پیشگام بود و کندل این جایزه را برای کمک به درک ما از بستر عصبی یادگیری و حافظه دریافت کرد. به بیان دیگر کندل در جستجوی چگونه اصلاح کردن کارایی سیناپس‌ها بود. این اکتشافات برای درک عملکرد طبیعی مغز و این‌که چگونه اختلالات در این انتقال سیگنال می‌تواند منجر به بیماری‌های عصبی و روانی شود، بسیار مهم بوده است. این یافته‌ها منجر به تولید داروهای جدید شده است [۱۹].

۱۹- حرکت آهسته: استفاده از یک دوربین با سرعت

1. Kurt Wuthrich
2. Sydney Brenner
3. H. Robert Horvitz
4. John E. Sulston
5. Arvid Carlsson
6. Paul Greengard
7. Eric R. Kandel

بالا برای تصویر برداری از مولکول‌ها در جریان واقعی واکنش‌های شیمیایی و تلاش برای گرفتن عکس از آن‌ها فقط در حالت گذار، دوربینی مبتنی بر فناوری لیزری جدید با فلاش‌های نوری چند فمتوثانیه‌ای. جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۹۹ به احمد حسن زویل[1] شیمی‌دان مصری-آمریکایی از دانشگاه کالیفرنیا برای مطالعاتش در مورد وضعیت‌های انتقالی واکنش‌های شیمیایی با استفاده از طیف سنجی فمتو(۱۰-۱۵)ثانیه اهدا شد. برای نشان دادن اینکه با لیزر سریع می‌توان نحوه حرکت اتم‌های یک مولکول را در طی یک واکنش شیمیایی مشاهده کرد. مشارکت‌های پروفسور زویل انقلابی در شیمی و علوم دیگر به وجود آورده است، زیرا این نوع تحقیق به ما امکان می‌دهد واکنش‌های مهم را درک و پیش‌بینی کنیم. تکنیک زویل از چیزی استفاده می‌کند که می‌توان آن را سریع‌ترین دوربین جهان توصیف کرد. کاربردهای فمتوشیمی از نحوه عملکرد کاتالیزورها و نحوه طراحی اجزا الکترونی مولکولی گرفته تا ظریف‌ترین مکانیسم‌ها در فرایندهای زندگی و نحوه تولید داروهای آینده را شامل می‌شود [۲۰].

۲۰- کاتالیز ترکیب پرانرژی: زندگی نیاز به انرژی دارد. موجودات زنده چگونه به انرژی دستیابی دارند و از آن استفاده می‌کنند؟ نیمی از جایزه نوبل شیمی ۱۹۹۷ به صورت مشترک به پل دی بویر[2] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه کالیفرنیا لس آنجلس و جان ای. واکر[3] شیمی‌دان بریتانیایی از دانشگاه کمبریج تقسیم شد، برای روشن شدن مکانیسم زیربنای سنتز آدنوزین تری فسفات و نیمی دیگر به جنز سی. اسکو[4] بیوشیمی‌دان دانمارکی از دانشگاه آرهوس برای اولین کشف آنزیم انتقال یون سدیم و پتاسیم وآنزیم آ ت پ آز اهدا شد. این سه برنده کارهای پیشگامانه‌ای روی آنزیم‌هایی انجام دادند که واکنش‌های ترکیب «پرانرژی» آدنوزین تری فسفات(حامل انرژی جهانی در سلول‌ها) را کاتالیز می‌کنند. بویر و واکر برای تحقیقاتی که به طور مستقل انجام شد و توضیح داد که چگونه ATP سنتتاز به عنوان یک کاتالیزور در سلول‌ها برای ترویج سنتز ATP عمل می‌کند، مورد تقدیر قرار گرفتند. اسکو اولین کسی بود که پمپ مولکولی را در سلول‌ها (مولکول‌های پروتئینی که یون‌ها را از طریق غشای سلولی انتقال می‌دهند) کشف کرد. مطالعات پیشگامانه این محققان در مورد آنزیم شناسی متابولیسم ATP به درک ما از نحوه ذخیره و استفاده سلول های زنده از انرژی کمک کرده است. هم‌چنین اصول جدیدی را برای عملکرد آنزیم‌ها آشکار کرده است، حوزه‌های جدیدی از تحقیقات شیمیایی را باز کرده و زمینه‌ای برای کاربردهای زیست پزشکی به نفع بشر فراهم کرده است[۲۱].

۲۱-تله اتمی: در دمای اتاق، اتم‌ها و مولکول‌هایی که هوا از آن‌ها تشکیل شده است با سرعتی در حدود ۴۰۰۰ کیلومتر در ساعت در جهات مختلف حرکت می‌کنند. مطالعه این اتم‌ها و مولکول‌ها بسیار دشوار است چرا که آن‌ها خیلی سریع از ناحیه‌ای که مشاهده می شوند ناپدید می‌شوند. با کاهش دما می‌توان سرعت را کاهش داد، اما مشکل اینجاست که وقتی گازها سرد می‌شوند، معمولا ابتدا به مایع متراکم می‌شوند سپس به شکل جامد می‌رسند. در مایعات و اجسام جامد، مطالعه با این واقعیت دشوارتر می‌شود که اتم‌ها و مولکول‌های منفرد بیش از حد به یکدیگر نزدیک می‌شوند. اگر فرایند در خلا انجام شود، می‌توان چگالی را به اندازه کافی پایین نگه داشت تا از تراکم و یخزدگی جلوگیری شود و فقط با نزدیک شدن به صفر مطلق سرعت به شدت کاهش می‌یابد. جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۹۷ به طور مشترک به استیون چو[5] فیزیک‌دان آمریکایی از دانشگاه استنفورد ، کلود کوهن تانوجی[6] فیزیکدان فرانسوی از دانشگاه پاریس و ویلیام دی. فیلیپس[7] فیزیکدان آمریکایی از دانشگاه مریلند برای توسعه روش‌هایی برای خنک کردن و به دام انداختن اتم‌ها با نور لیزر اهدا شد. آن‌ها گازها را تا حدود دمای میکروکلوین خنک می‌کنند و شناور نگه داشتن اتم‌های سرد شده را در انواع تله‌های اتمی توسعه می‌دهند. این تکنیک‌ها از اصول اولیه فیزیکی با نبوغ فراوان بهره می‌برد و کاربردهای بسیار جالبی در اندازه‌گیری دقیق و مطالعه ساختاری پدیده‌های جدید دارد. همچنین منجر به فعالیت شدید در سراسر جهان در جامعه فیزیک اتمی، مولکولی و نوری شده است و به ویژه راه‌های جدیدی را به سمت مطالعه رفتار کوانتومی بخارات رقیق اتمی در دماهای بسیار پایین باز کرده است. در ساخت ساعت‌های اتمی، تداخل‌سنج‌های اتمی و لیزرهای اتمی و در توسعه ابزارهای نوری اتمی و لیتوگرافی اتمی نیز کاربرد دارند[۲۲].

۲۲-مبدل سیگنال: گیرنده‌های جفت شده با پروتئین جی، بزرگ‌ترین خانواده پروتئین‌های گیرنده متصل به غشای پلاسما را نشان می‌دهد که در بسیاری از عملکردهای سلولی و فیزیولوژیکی نقش دارند. بیان نابجا و تغییرات ژنتیکی در این پروتئین‌ها با بسیاری از بیماری‌های

1. Ahmed H. zewail
2. Paul D. Boyer
3. John E. Walker
4. Jens C. Skou
5. Steven Chu
6. Claude Cohen-Tannoudji
7. William D. Phillips

انسانی از جمله سرطان و بیماری‌های قلبی در ارتباط است، از این رو یک هدف درمانی بالقوه به شمار می رود. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۱۹۹۴ به طور مشترک به آلفرد گیلمن[1] داروشناس و بیوشیمی‌دان آمریکایی ، ریاست دانشگاه تگزاس، مارتین رادبل[2] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه کارولینای شمالی به دلیل کشف پروتئین‌های جی و نقش این پروتئین‌ها در انتقال سیگنال در غشای پلاسمایی یوکاریوت‌ها اهدا شد. آن‌ها دریافتند که پروتئین‌های جی به عنوان مبدل سیگنال‌ها عمل می‌کنند که سیگنال‌ها را در سلول‌ها انتقال و تعدیل می‌کنند. اختلال در عملکرد پروتئین‌های G، کم یا زیاد بودن آن‌ها، یا تغییرات ژنتیکی تعیین‌شده در ترکیب آنها می‌تواند منجر به بیماری شود، لذا مطالعات می‌تواند افق روشنی برای تشخیص و درمان داشته باشد[۲۳].

۲۳- PCR و جهش‌زایی مکان‌دار: ماده ژنتیکی، که به هر موجود زنده ویژگی‌های منحصربه‌فردی می‌دهد، از مولکول‌های بزرگ و پیچیده DNA ساخته شده است که هر کدام صدها میلیون اتم را شامل می‌شود. برای مدت طولانی اعتقاد بر این بود که این مولکول‌ها خارج از قلمرو آزمایشگاه شیمیایی هستند و دستکاری آنها تنها از طریق ماشین آلات پیچیده یک سلول زنده قابل دستیابی است. تحقیقات در گذر زمان سبب تغییر این مفهوم شد. جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۹۳ برای کمک به توسعه روش‌های شیمی مبتنی بر DNA به طور مشترک به کری بی.مولیس[3] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه کانزاس به دلیل کشف واکنش زنجیره‌ای پلیمراز که روش‌هایی مانند اثر انگشت DNA را ممکن می‌سازد (PCR) و نیمی از آن به مایکل اسمیت[4] بیوشیمی‌دان کانادایی از دانشکده پزشکی دانشگاه بریتیش کلمبیا، ونکور کانادا برای کمک های اساسی‌اش در ایجاد جهش‌زایی مبتنی بر اولیگونوکلئوتید ، مکان‌یابی و توسعه آن برای مطالعات پروتئین اعطا شد. روش‌های شیمیایی که هر یک برای مطالعه‌ی مولکول‌های DNA توسعه دادند، توسعه مهندسی ژنتیک را تسریع کرده است و راه را برای کاربردهای جدید در پزشکی و بیوتکنولوژی باز کرده است. PCR هم در تحقیقات پزشکی و هم در علم پزشکی قانونی اهمیت زیادی دارد. هم‌چنین لازم به ذکر است با روش مایکل اسمیت می‌توان کد ژنتیکی را مجددا برنامه‌ریزی کرد و از این طریق اسیدهای آمینه خاصی را در پروتئین‌ها جایگزین کرد[۲۴].

۲۴- موسیقی مغناطیسی: هنگامی که ماده در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، برخی از هسته‌های اتم‌ها مانند هسته‌ی اتم هیدروژن به نام پروتون مانند سوزن‌های قطب‌نمای میکروسکوپی رفتار می‌کنند. طبق قوانین مکانیک کوانتوم، این سوزن‌های قطب‌نمای کوچک (موسوم به اسپین‌های هسته‌ای) می‌توانند خود را با توجه به میدان مغناطیسی فقط به چند روش جهت‌دهی کنند. این جهت‌گیری‌ها با سطوح مختلف انرژی مشخص می‌شوند. اگر نمونه در معرض امواج رادیویی با فرکانس دقیق مشخص قرار گیرد، می‌توان اسپین‌های هسته‌ای را مجبور به پراش بین سطوح کرد. لذا فرکانس در طول آزمایش تغییر می‌کند و هنگامی که دقیقا با فرکانس مشخصه هسته‌ها(فرکانس تشدید)مطابقت دارد، یک سیگنال الکتریکی در آشکارساز القا می‌شود. قدرت سیگنال به عنوان تابعی از فرکانس در نموداری به نام طیف NMR رسم می‌شود. پاشنه آشیل اصلی NMR این بود که سیگنال‌های رادیویی ارسال شده از این هسته‌های مغناطیسی ضعیف هستند و بنابراین تشخیص سیگنال‌های ضعیف از نویز برای یک ناظر تجربی بسیار دشوار بود. وظیفه حساس کردن طیف سنجی NMR پروژه‌ای بود که با درک روزافزون ارنست هم‌خوانی داشت. ریچارد ارنست[5] اعتراف کرد: «شیوه گوش دادن به ملودی‌های مغناطیسی درون اتم‌ها را به حدی تغییر دادم که به قوی‌ترین ابزار در تجزیه و تحلیل شیمی تبدیل شد.» جایزه نوبل شیمی سال ۱۹۹۱ به ریچارد ارنست شیمی فیزیک‌دان سوئیسی از ETH زوریخ، به دلیل مشارکت در توسعه روش شناسی طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته‌ای با وضوح بالا اهدا شد. ارنست NMR را به ابعاد جدیدی برد، جایی که در نهایت قدرتمندترین ابزار در تجزیه و تحلیل شیمیایی تبدیل شد. این روش مهم‌ترین کاربردهای خود را به عنوان ابزاری برای تعیین ساختار مولکولی در محلول دارد. امروزه می‌توان آن را برای طیف گسترده‌ای از سیستم‌های شیمیایی و بیوشیمیایی، از مولکول‌های کوچک مانند داروها گرفته تا پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک به کار برد[۲۵].

۲۵-حیات با تغییر در پتانسیل غشایی آغاز می‌شود. با ادغام اسپرم با سلول تخمک در لحظه لقاح، کانال‌های یونی فعال می‌شوند. تغییر حاصل در پتانسیل غشا مانع از دسترسی سایر سلول‌های اسپرم می شود. هر سلول زنده توسط غشایی احاطه شده است که دنیای درون سلول را از بیرون آن جدا می‌کند. در این غشا کانال‌هایی وجود دارد که سلول از طریق آن‌ها با محیط اطراف خود ارتباط برقرار می‌کند. این کانال‌ها از مولکول‌های منفرد یا مجتمع‌های مولکول تشکیل شده‌اند

1. Alferd G. Gilman
2. Martin Rodbell
3. Kary B. Mullis
4. Michael Smith
5. Richard R. Ernst

و توانایی عبور اتم‌های باردار یعنی یون‌ها را دارد. همه سلول‌ها به عنوان مثال سلول‌های عصبی، سلول‌های غدد و سلول‌های خونی دارای مجموعه مشخصی از کانال‌های یونی هستند که آنها را قادر می‌سازد تا عملکردهای خاص خود را انجام دهند. تنظیم کانال‌های یونی بر زندگی سلول و عملکرد آن در شرایط عادی و بیماری زا تاثیر می‌گذارد. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۱۹۹۱ به طور مشترک به اروین نهر[1] بیوفیزیک‌دان آلمانی از دانشگاه گوتینگن و برت ساکمن[2] فیزیولوژیست سلولی آلمانی از دانشگاه هایدلبرگ به دلیل اکتشاف آن‌ها در مورد عملکرد کانال‌های یونی منفرد در سلول‌ها اهدا شد. آن‌ها تکنیک پچ-گیره را توسعه دادند که اندازه‌گیری جریان‌های یونی را از طریق کانال‌های غشای پلاسمایی سلول‌های زنده امکان‌پذیر و ویژگی‌های عملکردی آن‌ها را مشخص می‌کند. دو محقق آلمانی ، باهم تکنیکی را توسعه داده‌اند که امکان ثبت جریان‌های الکتریکی فوق‌العاده کوچک را (در حد یک پیکوآمپر) را که از یک کانال یونی می‌گذرد امکان‌پذیر می‌کند. این تکنیک از این نظر منحصر به فرد است که ثبت می‌کند چگونه یک مولکول کانالی، شکل خود را تغییر می‌دهد و از این طریق جریان را در بازه زمانی چند میلیونیم ثانیه کنترل می‌کند. این دانش جدید و این ابزار تحلیلی جدید در طول ده سال گذشته زیست‌شناسی مدرن را متحول کرده، تحقیقات را تسهیل کرده و به درک مکانیسم‌های سلولی زمینه‌ای چندین بیماری از جمله دیابت و فیبروز کیستی کمک کرده است [۲۶].

۲۶-کلید قفل گنج پنهان: در دهه ۱۹۸۰، تلاش‌هایی برای تعیین ساختار پروتئین‌های شناخته شده مورد نیاز برای غلبه بر یک مانع بزرگ یا به عبارت دقیق‌تر، میکروسکوپی انجام شد. بسیاری از پروتئین‌های درگیر در عملکردهای حیاتی بیولوژیکی، مانند انتقال مواد مغذی به سلول‌ها یا تکانه‌های عصبی، غشاهای چربی را که هر سلول را احاطه کرده‌اند، می‌پوشانند تا وظایف خود را انجام دهند. مدت‌ها تصور می‌شد دسترسی و کریستال شدن برای مطالعات ساختاری این پروتئین‌های مهم که در داخل غشاء مدفون شده‌اند، غیرممکن است. چیزی که به ظاهر غیرممکن به نظر می رسید سرانجام توسط هارتموت میشل[3] بیوشیمی‌دان آلمانی از موسسه بیوفیزیک ماکس پلانک، یوهان دیزنهوفر[4] بیوشیمی‌دان آلمانی از دانشگاه تگزاس و رابرت هوبر[5] بیوشیمی‌دان آلمانی از موسسه بیوشیمی ماکس پلانک به دست آمد که به خاطر آن جایزه نوبل شیمی را در سال ۱۹۸۸ دریافت کردند. اولین کسانی که موفق به کشف جزئیات کامل چگونگی ساخت یک پروتئین متصل به غشا شدند و ساختار مولکول را اتم به اتم آشکار کردند. این دانشمندان ساختار سه بعدی یک مجتمع پروتئینی غشایی موجود در باکتری‌های فتوسنتزی خاص را که مرکز واکنش فتوسنتزی نامیده می‌شود و نقش مهمی در شروع یک نوع ساده فتوسنتز دارد تعیین کردند. کاری که به آن پاداش داده شد منجر به افزایش درک فتوسنتز در موجودات شده است. همچنین بینش گسترده‌تری در مورد این مسئله به دست آمده است که چگونه الکترون‌ها می‌توانند با سرعت بسیار بالا در سیستم‌های بیولوژیکی منتقل شوند[۲۷].

۲۷-تصویر بلوک‌های ساختمانی زندگی: موجودات زنده پیچیده‌ترین سیستم شیمیایی در جهان هستند. بلوک‌های سازنده سلول تا حد زیادی مولکول‌های غول پیکر (درشت‌مولکول‌ها) هستند که در آن‌ها هزاران اتم آرایش منحصر به فردی را در فضای خاص برای هر ماده اشغال می‌کند. مواد شیمیایی خالص را اغلب می‌توان به شکل کریستال درآورد که در آن موقعیت اتم‌ها و مولکول‌های تشکیل‌دهنده به صورت دوره‌ای تکرار می‌شوند و یک روش کلی برای تعیین ساختار وجود دارد. این روش بر اساس تفسیری از الگوی خاص است که ایجاد می‌شود، زمانی که پرتوهای ایکس از اتم‌ها در یک آرایش دوره‌ای پراکنده می‌شوند. مولکول‌های پیچیده، مانند غشاء، فیبرهای عضلانی و کروموزوم‌ها، به طور کلی نمی‌توانند به عنوان کریستال‌های بسیار مرتب و سه بعدی مناسب برای تعیین ساختار با پراش اشعه ایکس به دست آیند. جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۸۲ به آرون کلاگ[6] بیوفیزیک‌دان و شیمی‌دان بریتانیایی از دانشگاه کمبریج، به خاطر توسعه میکروسکوپ الکترونی کریستالوگرافیک و توضیح ساختاری کمپلکس‌های بیولوژیکی مهم اسیدنوکلئیک-پروتئین اهدا شد. این تکنیک میکروسکوپ الکترونی کریستالوگرافی به فرد اجازه می‌دهد تا تصاویری را به دست آورد و تصاویر را در معرض پراش نور لیزر قرار دهد. الگوی حاصل را می‌توان برای آشکار کردن ساختار نمونه مورد مطالعه تفسیر کرد. این روش بر اساس ترکیبی مبتکرانه از میکروسکوپ الکترونی با اصول روش‌های پراش برای تعیین ساختاری توده‌های مولکولی با عملکرد بیولوژیکی توسعه یافته است. روش کلاگ امکان تعیین ساختارها را با وضوح بالا از دانه‌های مولکولی با عملکرد مهم ، می‌دهد[۲۸].

۲۸- اسید نوکلئیک: ویژگی های حیات و موجودات زنده، مانند توانایی تولید مثل، رشد، تحرک و پاسخ به

1. Erwin Neher
2. Bert Sakmann
3. Hartmut Michel
4. Johann Deisenhofer
5. Robert Huber
6. Aaron Klug

محرک‌های خارجی، تظاهرات بیرونی شبکه بسیار پیچیده ای از واکنش‌های شیمیایی جفت شده هستند. ماشین آلات شیمیایی یک سلول زنده توسط DNA در کروموزوم‌های آن اداره می‌شود. جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۸۰ تقسیم شد، نیمی به پل برگ[1] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه استنفورد به دلیل مطالعات بنیادی او در مورد بیوشیمی اسیدهای نوکلئیک، با توجه به DNA نوترکیب و نیمی دیگر به طور مشترک به والتر گیلبرت[2] زیست‌شناس و فیزیک‌دان آمریکایی از دانشگاه هاروارد و فردریک سانگر[3] بیوشیمی‌دان انگلیسی از دانشگاه کمبریج به دلیل مشارکت‌شان در مورد تعیین توالی باز در اسیدهای نوکلئیک اهدا شد. پل برگ با مطالعات خود توانست DNA یک باکتری را به DNA یک ویروس وارد کند که این مولکول DNA نوترکیب یا DNA هیبرید خوانده می‌شود به این ترتیب توانایی دستکاری مصنوعی DNA راه را برای ایجاد موجوداتی با ویژگی‌های جدید باز می‌کند. سانگر پیش از این در سال ۱۹۴۰ ترکیب مولکول انسولین را مطالعه می‌کرد و برای این کار از اسیدها به منظور شکستن مولکول به قطعات کوچک استفاده می‌کرد که با کمک الکتروفورز و کروماتوگرافی از یکدیگر جدا شدند. تجزیه و تحلیل بیش‌تر سبب شد توالی اسید آمینه در دو زنجیر مولکول مشخص شود و در سال ۱۹۵۵ سانگر موفق شد نحوه اتصال زنجیرها را به یکدیگر شناسایی کند. سانگر هم‌چنین برنده جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۵۸ برای تعیین توالی اسید آمینه انسولین و پروتئین های متعدد دیگر شد. گیلبرت نیز به نوبه خود نقش حایز اهمیتی در دستکاری مولکول DNA و تعیین ترتیب نوکلئوتیدها داشت. بررسی توالی با روش‌های گیلبرت و سانگر همراه با تکنیک DNA نوترکیب، ابزار عالی برای بررسی‌های مداوم ساختار و عملکرد ماده ژنتیکی است. تعیین توالی همچنین برای برنامه ریزی یک فناوری DNA نوترکیب منطقی و کارآمد مهم است[۲۹].

۲۹-شیمی آنزیمی: کلید حیات آنزیم است. هر کاری که موجود زنده انجام می دهد به وسیله‌ی واکنش‌های آنزیمی تسهیل (کاتالیز) می‌شود. پدیده‌ای که به عنوان زندگی توصیف می‌شود شبکه ای از فرآیندهای آنزیمی است. جایزه نوبل شیمی سال ۱۹۷۲ تقسیم شد، نیمی به کریستین بی آنفینسن[4] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه هاروارد به خاطر کارش در مورد ریبونوکلئاز به ویژه در مورد ارتباط بین توالی آمینواسید و ترکیب فعال بیولوژیکی و نیمی دیگر به طور مشترک به استنفورد مور[5] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه راکفلر و ویلیام اچ. استاین[6] بیوشیمی‌دان آمریکایی از موسسه راکفلر برای کمک آن‌ها به درک اتباط بین ساختار شیمیایی و فعالیت کاتالیزوری مرکز فعال مولکول ریبونوکلئاز اهدا شد. تحقیقات آنفینسن به یک سوال مهم در مورد نحوه تشکیل آنزیم فعال در سلول‌های زنده پاسخ داده است. استنفورد مور و ویلیام استاین در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ با ارائه نظریه‌ای که چگونه هر آنزیم جداگانه برای انجام وظیفه کاتالیزوری منحصر به فرد خود برنامه‌ریزی شده‌اند، زمینه بیوشیمی را گشودند. آن‌ها سپس نظریه‌های خود را با ریبونوکلئاز، تنظیم‌کننده ضروری RNA، که اطلاعات ژنتیکی قفل شده در DNA را ترجمه می‌کند، اثبات کردند و این موضوع جایزه نوبل را به ارمغان داشت. به طور خلاصه می‌توان گفت که آنفینسن، مور و استاین در مطالعات پیشگامانه‌شان برخی از مهمترین اصول که رابطه بین ساختار شیمیایی و فعالیت کاتالیزوری یک آنزیم را توصیف می‌کند، روشن کرده‌اند[۳۰].

۳۰-سلاح طبیعی: ما، همگی بدهی هنگفتی به آنتی‌بادی‌ها داریم. آنتی‌بادی‌ها نام جمعی گروهی از پروتئین‌های خون است که نقش مهمی در دفاع در برابر عفونت‌ها و چندین بیماری مختلف ایفا می‌کنند. یک کلاس بسیار متنوع از مولکول‌های بزرگ هستند که مطالعه آن‌ها را مشکل می‌کند. لازم به ذکر است در سال ۱۹۶۱ دکتر ادلمن موفق شد با قطع پیوندهای دی‌سولفیدی که مولکول را در کنار هم نگه می‌دارد، یکی از آنتی‌بادی‌های رایج، ایمنوگلوبین G را تقسیم کند. او نشان داد زنجیره‌های جدا از هم غیرفعال‌اند حال آن‌که اگر در ساختار مناسب خود جمع شوند دارای عملکرد می‌شوند و می‌توانند به آنتی‌ژن متصل شوند. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۱۹۷۲ به طور مشترک به جرالد ام. ادلمن[7] زیست‌شناس آمریکایی از موسسه تحقیقاتی اسکریپس و رادانی آر پورتر[8] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه آکسفورد به خاطر اکتشافاتشان در مورد ساختار شیمیایی آنتی‌بادی‌ها اهدا شد. کار این دو محقق هم‌چنین درنقشه‌برداری از ۱۳۰۰ اسیدآمینه موجود در میلوماهای خاص سلول‌های پلاسما که ایمونوگلوبین‌ها را تولید می‌کند، راه‌گشا بود. اکتشافات آنها آشکارا پیشرفتی را نشان می‌دهد که بلافاصله یک فعالیت تحقیقاتی پرشور را در سراسر جهان در تمام زمینه‌های علم ایمنی شناسی تحریک کرد و نتایجی با ارزش عملی برای تشخیص و درمان بالینی به همراه داشت[۳۱].

۳۱-نقش ژنتیک در سنتز پروتئین: دستورالعمل‌های

1. Paul Berg
2. Walter Gilbert
3. Frederick Sanger
4. Christian B. Anfinsen
5. Stanford Moore
6. William H. Stein
7. Gerald M. Edelman
8. Rodney R. Porter

ساخت پروتئین در DNA ما موجود است. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی در سال ۱۹۶۸ به طور مشترک به رابرت دبلیو. هالی[1] بیوشیمی‌دان آمریکایی از دانشگاه کرنل، هار گوبیند خورانا[2] بیوشیمی‌دان هندی-آمریکایی از دانشگاه ویسکانسین مدیسون و مارشال دبلیو. نیرنبرگ[3] بیوشیمی‌دان آمریکایی از NIH (موسسه ملی سلامت) برای تفسیر کد ژنتیکی و عملکرد آن در سنتز پروتئین اهدا شد. رابرت هالی اولین فردی بود که tRNA را با موفقیت جدا کرد و نوبل دریافت کرد. هار گوبیند خورانا با ساخت زنجیره‌های مختلف RNA با کمک آنزیم‌ها، کمک‌های مهمی در این زمینه کرد. او با استفاده از این آنزیم‌ها توانست پروتئین سنتز کند و سپس توالی اسیدآمینه این پروتئین پازل را تکمیل کردند. مارشال نیرنبرگ و هاینریش ماتایی یک زنجیره RNA بلند متشکل از یک نوکلئوتید تولید کردند. هنگامی که این منجر به یک زنجیره طولانی از یک اسید آمینه منفرد شد، اولین قسمت از پازل کد ژنتیکی در جای خود قرار گرفت و باقی‌مانده کد در سال‌های بعد ترسیم شد. این روش‌ها به بینش‌های اساسی در مورد کد ژنتیکی و مکانیسم تنظیم ژن منجر شده‌اند[۳۲].

۳۲-چشمی برای ساختار: به دست آوردن ساختارهای شیمیایی با اشعه ایکس چیزی بیش از عبور اشعه ایکس از کریستال ها و تولید داده‌هایی است که ساختار نهایی را آشکار می‌کند. توانایی دانشمندان برای مدیریت داده‌ها و «دیدن» ساختار از اهمیت حیاتی برخوردار است و دوروتی هاجکین یکی از بهترین متخصصان این حوزه بود. جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۶۴ به دوروتی کروفوت هوچکین[4] شیمی‌دان بریتانیایی از دانشگاه آکسفورد به دلیل تعیین ساختارهای اتمی مواد مهم بیوشیمیایی با استفاده از تکنیک‌های کریستالوگرافی اشعه ایکس اهدا شد. دوروتی هاجکین پس از ماری کوری (۱۹۱۱) و ایرن ژولیوت کوری (۱۹۳۵) سومین زنی بود که جایزه نوبل شیمی را دریافت کرد. هوچکین: «من برای زندگی، اسیر شیمی و کریستال شدم». او کریستالوگرافی را وارد عصر جدیدی کرد که در آن تشخیص ساختار یک ترکیب مهم پزشکی با استفاده از این تکنیک می‌تواند به ایجاد درمان‌های جدید علیه بیماری‌ها کمک کند[۳۳].

۳۳-شناسایی ساختار پروتئین پیچیده: هنگامی که پرتوهای ایکس از میان کریستال‌ها عبور می‌کنند، دائماً اتم‌ها را منحرف می‌کنند و با یکدیگر برهمکنش می‌کنند، که منجر به الگوی مشخصه لکه‌های پراکنده، اما با فواصل منظم، به نام الگوی پراش اشعه ایکس می‌شود. در حالت ایده‌آل، محققان همچنین باید بدانند که این امواج پرتو ایکس وقتی به فیلم برخورد می‌کنند و هر نقطه در الگوی پراش را تشکیل می‌دهند، در کدام نقطه خاص در چرخه موجی حرکت از یک قله موج به نقطه بعدی که به عنوان فاز موج شناخته می‌شود، قرار دارند. در مورد مولکول‌های ساده‌ای که فقط حاوی ده‌ها اتم هستند، الگوی پراش و اطلاعات شدت موج برای شناسایی ساختار کافی بود. مولکول‌های بزرگ‌تر با هزاران اتم، مانند هموگلوبین، مشکل بسیار بزرگ‌تری ایجاد می‌کنند زیرا تعداد بازتاب‌ها و فعل و انفعالاتی که در کریستال‌هایی با این اندازه رخ می‌دهد به قدری پیچیده است که برای تبدیل الگوهای پرتو ایکس به ساختارهای مولکولی به چیزی بیش از دانش در مورد شدت امواج نیاز است. جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۶۲ به طور مشترک به ماکس فردیناند پروتز[5] زیست‌شناس مولکولی بریتانیایی اتریشی‌الاصل از دانشگاه کمبریج و جان کاودری کندرو[6] بیوشیمی‌دان انگلیسی از دانشگاه کمبریج برای مطالعات آن‌ها در مورد ساختار پروتئین‌های کروی اهدا شد. پروتز با ترکیب اتم‌های سنگین، یعنی اتم‌های جیوه، در موقعیت‌های خاص در یک مولکول پروتئین، بر این مشکل غلبه کرد، بدون اینکه بر موقعیت اتم‌های دیگر تأثیر بگذارد. این اتم‌های سنگین شدت الگوی پراش را به گونه‌ای تغییر می‌دهند که محققان می‌توانند موقعیت دقیق این اتم‌ها را با مقایسه این الگوی جدید نقاط با الگوی اصلی مشخص کنند. دانستن محل قرارگیری اتم‌های سنگین در الگوی اشعه ایکس، نقاط مرجعی را فراهم می‌کند که محققان برای محاسبه اطلاعات فاز از دست رفته پرتوهای ایکس منعکس شده نیاز دارند. با استفاده از این روش، پروتز ساختار مولکولی پروتئین هموگلوبین را که اکسیژن را در خون منتقل می‌کند، تعیین کرد و کندرو، همکارش در دانشگاه کمبریج، ساختار مولکولی پروتئین کوچکتر میوگلوبین مرتبط را تعیین کرد. یافتن ساختار میوگلوبین به اندازه گیری حدود ۲۵۰۰۰۰ بازتاب اشعه ایکس روی ۱۱۰ کریستال نیاز داشت، یک شاهکار واقعی از پشتکار و صبر. در تلاش‌های این دو محقق مبنای محکمی برای درک پیچیدگی‌های عظیم ساختار، بیوژنز و عملکرد موجودات زنده در سلامت و بیماری وجود دارد[۳۴].

۳۴-راز حیات: چگونه یک مولکول که مدت‌هاست ساده و بی‌اثر بوده و می‌تواند راز حیات را در خود نگه دارد؟

ایده اروین شرودینگر مبنی بر این که فیزیک می‌تواند به حل معماهای زیست‌شناسی کمک کند جرقه‌ای بود که بسیاری از محققان را به تلاش برای کشف رازهای کتاب زندگی یعنی

1. Robert W. Holley
2. Har Gobind Khorana
3. Marshall W. Nirenberg
4. Dorothy Crowfoot Hodgkin
5. Max Ferdinand Perutz
6. John Cowdery Kendrew

ساختار DNA سوق داد. کشف ساختار مولکولی سه بعدی اسید دئوکسی ریبونوکلئیک – DNA – از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا امکان درک دقیق ترین جزئیات پیکربندی مولکولی را مشخص می‌کند، که خصوصیات کلی و فردی ماده زنده را دیکته می‌کند. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی در سال ۱۹۶۲ بطور مشترک به فرانسیس هری کامپتون کریک[1] زیست‌شناس مولکولی، بیوفیزیکدان و عصب‌شناس انگلیسی از دانشگاه کمبریج، جیمز دیوی واتسون[2] زیست‌شناس مولکولی آمریکایی از دانشگاه هاروارد و موریس هیو فردریک ویلکینز[3] بیوفیزیک‌دان بریتانیایی از کالج کینگ لندن، به دلیل اکتشافات آن‌ها در مورد ساختار مولکولی DNA و اهمیت آن‌ها برای انتقال اطلاعات در مواد زنده اهدا شد. امروزه هیچ کس واقعا نمی‌تواند پیامدهای این دانش دقیق از مکانیسم‌های وراثت را مشخص کند. می‌توان امکانات جدیدی را برای غلبه بر بیماری و به دست آوردن دانش بهتر از تعامل وراثت و محیط و درک بیشتر مکانیسم‌های منشأ حیات پیش‌بینی کرد[۳۵].

۳۵-ساختار پروتئین انسولین: پروتئین‌ها، مولکول‌هایی هستند که از زنجیره‌های آمینواسیدها ساخته شده‌اند، نقشی اساسی در فرآیندهای زندگی در سلول‌ها دارند. یکی از پروتئین‌های مهم انسولین است، هورمونی که میزان قند خون را تنظیم می‌کند. جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۵۸ به فردریک سنگر[4] بیوشیمی‌دان انگلیسی از دانشگاه کمبریج به خاطر کارش در مورد ساختار پروتئین‌ها به ویژه انسولین اهدا شد. کار سنگر روی انسولین شیمی‌دانان را قادر ساخت تا انسولین مصنوعی سنتز کنند. هم‌چنین سرآغاز تحقیقات در مورد ساختار پروتئین بود و باعث شد که ساختار بسیاری دیگر از پروتئین‌های پیچیده شناسایی شود[۳۶و۳۷].بیوفیزیک یکی از علوم بسیار عمیق پایه است. هرچه علم پایه عمیق‌تر باشد نسبت به استفاده بهینه از آن در شناخت علل و تشخیص بیماری‌ها و درمان آنها آگاهی بیشتر پیدا خواهیم کرد. مسئله مهم دیگری که بیوفیزیک به ارمغان آورده است ابزار و اندازه‌گیری‌های دقیق است[۳۸].

نتیجه گیری:

تحقیقات بیوفیزیکی، به دلیل مباحث متنوع آن از جمله؛ ساختار پروتئین‌ها، تعاملات بین سلولی، فعالیت عضلانی، فعالیت آنزیم‌ها، تصویربرداری پزشکی و...، نقش بسیار زیادی در کسب جوایز نوبل داشته و دارد. موارد ذکر شده از جوایز نوبل که زمینه تحقیقاتی بیوفیزیک نیز داشتند نمود این واقعیت است:«یک نظر کوچک درباره‌ی یک سوال بزرگ و مهم می‌تواند بارقه‌ای باشد برای روشنی جهان تاریک». سوال شرودینگر؛ «رویدادهایی در فضا و زمان که در محدوده فضایی یک موجود زنده رخ می‌دهند چگونه می‌توانند توسط فیزیک و شیمی محاسبه شوند؟» که تلاش‌های بسیاری از فیزیکدانان را برای حل مسائل زیستی به کار برد، دعوتی برای همکاری‌های بین رشته‌ای است. مطالعات بیوفیزیک از دیدگاه‌های متفاوتی حائز اهمیت است: درک فرایندهای پیچیده‌ی زیستی، توسعه فناوری‌های جدید، پیشرفت در حوزه پزشکی و بهبود درک ما از جهان طبیعی. با وجود همه این مسائل این علم با چالش‌هایی نظیر پیچیدگی سیستم‌های زیستی، تجزیه و تحلیل انبوه داده‌ها، ادغام مقیاس‌های مختلف تجزیه و تحلیل، محدودیت بودجه و منابع و ملاحظات اخلاقی روبه‌رو است. پیشرفت در فناوری، روش‌های محاسباتی و همکاری‌های بین رشته‌ای فرصت‌هایی راه‌گشا برای این چالش‌ها بوده و خواهد بود. یکی از بزرگترین چالش‌های علم امروز این است که ما همکاری کافی بین حوزه‌های مختلف نداریم. همکاری بین رشته‌ای ذهن را به روی احتمالات جدید باز می‌کند. زمانیکه دانشگران را از عموم رشته‌ها و زمینه‌ها گرد می‌آوریم چیزی شگفت‌انگیز به دست می‌آید: یک روش کاملا جدید برای تفکر راجع به موضوعی که کسی قبلا به آن توجه نکرده است. این نه فقط برای تحقیقات علمی بلکه در هر زمینه‌ای صادق است. خارج شدن از منطقه امن خود و طی نشست با افراد خارج از حوزه علمی خود به رشد محقق منجر خواهد شد. باید به یاد داشت که یک تیم همواره تصویر جامع‌تری از تحقیقات ارایه می‌دهند. همکاری بین رشته‌ای خلاقیت و نوآوری را به دنبال دارد. نکته مهم این است که خارج از چارچوب الگوی تکراریمان بیندیشیم. کار با رشته‌های مختلف شبکه محقق را گسترش می‌دهد و به یک حرفه‌ای قوی‌تر تبدیل خواهد کرد. البته لازم به تذکر است در همکاری‌های بین رشته‌ای محقق تخصص خود را از دست نمی‌دهد بلکه دانش عمومی و بین رشته‌ای او افزایش می‌یابد تا بهتر در تخصص خود تمرکز کند. این شعار مهم را می‌باید در اینجا نوشت: **همه چیز را بدانیم تا یک چیز را درک نماییم**. به این ترتیب یک محقق با نگرش‌های گوناگون مطمئنا دارای دریافت‌های وسیع‌تری خواهد بود. جایزه نوبل دور از دستان یک محقق نیست. همان گونه که در این متن گردآوری شده است، بسیاری از جوایز نوبل نتیجه درخشان تحقیقات تیمی بوده است. از مزایای قابل تامل همکاری‌های میان‌رشته‌ای این است که به تناسب نیازهای جدید و تخصص‌های نوظهور از مرزهای سنتی رشته‌های دانشگاهی یا مکاتب فکری گذر می‌کند.

1. Francis Harry Compton Crick
2. James Dewey Watson
3. Maurice Hugh Frederick Wilkins
4. Frederick Sanger

منابع

۱. زهرا قلن بر، ابوالفضل کیانی بختیاری، علی اکبر موسوی موحدی «آشنایی با بنیاد و جایزه نوبل» مجله رهیافت، فصلنامه سیاست علمی و پژوهشی شماره ۲۹ ، صفحات ۱۱۱– ۱۰۷، سال ۱۳۸۲

۲. احمد امیری؛ صدیقه عابدان زاده؛ باقر دوائیل؛ سید محسن اصغری؛ احمد شعبانی؛ علی اکبر موسوی موحدی « شیمی کلیک و جایزه نوبل ۲۰۲۲» نشریه نشا علم، مجلد۱۳، شماره۱، صفحات۷۰–۷۶ سال۱۴۰۱

۳. فرید نصیری،علی اکبر موسوی موحدی « برندگان جایزه نوبل ۲۰۱۷ در حوزه علوم پایه و پزشکی» نشریه نشاء علم، مجلد۸، شماره۱ ، صفحات ۲۳–۲۹ سال ۱۳۹۶

4. Astumian, R.D., 2017. How molecular motors work–insights from the molecular machinist›s toolbox: the Nobel Prize in Chemistry 2016. Chemical Science,2(8), pp.840-845.

5. Möckl, L., Lamb, D.C. and Bräuchle, C., 2014. Super-resolved fluorescence microscopy: Nobel Prize in chemistry 2014 for eric betzig, stefan hell, and william e. moerner. Angewandte Chemie International Edition, 51(53), pp.13972-13977.

6. Burgess, N., 2014. The 2014 Nobel Prize in Physiology or Medicine: a spatial model for cognitive neuroscience. Neuron, 6(84), pp.1120-1125.

7. Nussinov, R., 2014. The significance of the 2013 Nobel Prize in Chemistry and the challenges ahead. PLoS Computational Biology, 1(10), e1003423.

8. Hellvard, A. and Mydel, P., 2013. The 2013 Nobel Prize in Physiology or Medicine. Scandinavian Journal of Immunology, 6(78), pp.485-485.

9. Clark, R.B., 2013. Profile of Brian K. Kobilka and Robert J. Lefkowitz, 2012 Nobel Laureates in Chemistry. Proceedings of the National Academy of Sciences, 4(110), pp.5275-5274.

10. Van Noorden, R. Impossible crystals snag Chemistry Nobel. Nature (2011). https://doi.org/10.1038/news.2011.572

11. MLA style: Illustrated Presentation. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2023. Tue. 4 Jul 2023. https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2009/illustrated-information/

12. Varela, E. and Blasco, M.A., 2009 .2010 Nobel Prize in Physiology or Medicine: Telomeres and telomerase. Oncogene, 11(29), pp.1561-1565.

13. Weiss, P.S. ed., 2008 .2008 Nobel Prize in Chemistry: green fluorescent protein, its variants and implications. ACS nano, 10(2), pp.1977-1977.

14. Kornberg, R., 2007. The molecular basis of eukaryotic transcription (Nobel lecture). Angewandte Chemie International Edition, 37(46), pp.6956-6965.

15. Clapham, D.E., 2003. Symmetry, selectivity, and the 2003 Nobel Prize. Cell, 6(115), pp.641-646.

16. Mayor, S., 2003. Nobel Prize in Medicine awarded to MRI pioneers.

17. Levi, B.G., 2002. Chemistry Nobel laureates helped develop tools to study large biological molecules. Physics Today, 12(55), pp.19-22.

18. Möller, G., 2002. The Nobel Prize in Physiology or Medicine for 2002. Scandinavian Journal of Immunology, 5(56), pp.435-435.

19. Gispen, W.H., 2000. Nobel Prize in physiology of medicine for year 2000 for research of signal transduction in the nervous system. Nederlands Tijdschrift Voor Geneeskunde, 46(144), pp.2184-2187.

۲۰. سروش بهجتی حسینی، پیمان شریعت پناهی، علی اکبر موسوی موحدی "نگاهی به زندگی علمی احمد زویل برنده جایزه نوبل شیمی» نامه علوم پایه (فرهنگستان علوم) ، مجلد ۵، صفحات ۱۲۸–۱۳۴، سال ۱۴۰۱

21. Shampo, M.A., Kyle, R.A. and Steensma, D.P., 2015, April. John E. Walker—Nobel Prize in Chemistry in 1997. In Mayo Clinic Proceedings (Vol. 90, No. 4, p. e41). Elsevier.

22. Srinivasan, R., 1997 .1998 Nobel Prize for Physics: Laser cooling and trapping of atoms. Current Science, 2(74), pp.106-110.

23. Lefkowitz, R.J., 1994. Rodbell and Gilman win 1994 Nobel Prize for Physiology and Medicine. Trends in Pharmacological Sciences, 12(15), pp.442-444.

24. Shampo, M.A. and Kyle, R.A., 2003, July. Michael Smith—Canadian Biochemist Wins 1993 Nobel Prize. In Mayo Clinic Proceedings (Vol. 78, No. 7, p. 804). Elsevier.

25. MLA style: Perspectives: Magnetic Music Maker. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2023. Sat. 10 Jun 2023.
https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1991/perspectives/

26. Vyklický Sr, L., 1992. Ervin Neher and Bert Sakmann, 991 1 Nobel Prize Laureates for physiology and medicine. Ion channels and the patch clamp technic. Casopis Lekaru Ceskych, 2(131), pp.33-41.

27. Lewin, R., 1988. Membrane Protein Holds Photosynthetic Secrets: This year›s Nobel Prize for chemistry recognizes the direct and indirect benefits that flowed from the crystallization of the photosynthetic reaction center from a bacterial membrane. Science, 4879(242), pp.672-673.

28. Shampo, M.A. and Kyle, R.A., 1994, June. Sir Aaron Klug—Nobel Prize Winner for Chemistry. In Mayo Clinic Proceedings (Vol. 69, No. 6, p. 556). Elsevier.

29. MLA style: The Nobel Prize in Chemistry 1980. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2023. Wed. 7 Jun 2023.

30. https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1980/summary/

31. Richards, F.M., 1972. The 1972 Nobel Prize for Chemistry. Science, 4060(178), pp.492-493.

32. Cebra, J.J., 1972. The 72 1972 19 Nobel Prize for Physiology or Medicine. Science, 4059(178), pp.384-386.

33. Singer, M.F., 1968. Nobel Laureate in Medicine or Physiology. Science, 3852(162), pp.433-436.

34. Hodgkin, D., 1996. Dorothy Hodgkin. Scientists: GO, 2, p.474.

35. MLA style: Perspectives: Cracking the Phase Problem. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2023. Sun. 11 Jun 2023.
https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1962/perspectives/

36. MLA style: Speed read: Deciphering Life’s Enigma Code. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2023. Sun.11 Jun 2023.
https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1962/speedread/

37. Shampo, M.A. and Kyle, R.A., 2002, March. Frederick Sanger—winner of 2 Nobel prizes. In Mayo Clinic Proceedings (Vol. 77, No. 3, p. 212). Elsevier.

۳۸. محمّد بهنام راد، فرشته تقوی، علی اکبرموسوی موحدی "جوایز نوبل در دیابت» نشریه نشا علم، مجلد۴، شماره۲، صفحات۱۵۰-۱۴۴سال ۱۳۹۳

۳۹. علی اکبر موسوی موحدی، نامه به سردبیر "نقش بیوفیزیک در شناخت علم پزشکی» نشریه فرهنگ و ارتقای سلامت، فرهنگستان علوم پزشکی، دوره ششم، شماره چهارم، صفحات ۷۱۵-۷۱۴، زمستان ۱۴۰۱

نگاهی به هیدروژن به عنوان انرژی پاک و تجدید پذیر در زمین

مهدی زارع
پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
عضو وابسته و رئیس شاخه زمین شناسی فرهنگستان علوم.
mzare@iiees.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

هیدروژن به عنوان یک جایگزین پاک برای سوخت مبتنی بر کربن شناخته شده است، زیرا هنگام آزاد کردن انرژی خود، CO_2 منتشر نمی‌کند. علاوه بر این، ذخیره سازی هیدروژن در مقیاس بزرگ در زیرسطح از انتقال انرژی به روش‌های مختلفی پشتیبانی می‌کند: ۱) کربن‌زدایی از ذخیره سازی انرژی در آینده‌ای با کربن صفر. ۲) کاهش اشکال اصلی باد و خورشید، یعنی وابستگی آن به رویدادهای نوسان جوی با ذخیره هیدروژن سبز در زمان تقاضای کم انرژی. و ۳) افزایش امنیت انرژی با جایگزینی سوخت وارداتی با هیدروژن تولید محلی. خواص فیزیکی هیدروژن چالش‌های متعددی را برای ذخیره‌سازی ایجاد می‌کند که منجر به رفتار جریان بالقوه متفاوت درذخیره‌سازی در مقایسه با سایر گازهای زیرسطحی می‌شود. هیدروژن طبیعی یا طلایی که می‌تواند از انباشته‌های زیرسطحی تولید شود، اخیراً توجه زیادی را به خود جلب کرده است. تشخیص و تولید آن، و همچنین استفاده از هیدروژن ذخیره شده طبیعی به عنوان آنالوگ برای ذخیره‌سازی مهندسی، ممکن است نحوه تفکر ما را در مورد ذخیره‌سازی هیدروژن در آینده تغییر دهد. ایران با ذخایر نفت و گاز مهم خود پتانسیل بالایی برای کاوش‌های هیدروژن در آینده دارد.

مقدمه

سه نوع مخازن زیرزمینی ذخیره هیدروژن عبارت‌اند از: میدان تخلیه شده، سفره‌های آب شور و غارهای نمکی، در حال حاضر برای ذخیره‌سازی و مطالعات امکان سنجی هیدروژن آینده، مانند آمونیاک، گاز بالشتک جایگزین و غیره دعوت بررسی‌های بیشتر مورد نیاز است. بررسی کمیت بهتر حرکت هیدروژن از طریق سنگ‌ها (شکسته) از منافذ و روش‌های الکترولیز مختلفی برای تولید هیدروژن وجود دارد. از انرژی زمین گرمایی معمولاً برای تولید الکتریسیته استفاده می‌شود، بدیهی است که تولید انرژی زمین گرمایی را می‌توان در یک فرآیند دو مرحله‌ای با جفت شدن با روش‌های الکترولیز برای ساخت هیدروژن استفاده کرد. با این حال، تولید هیدروژن سبز به دلیل هزینه‌های بالا، فرآیندهای پیچیده و ملاحظات ایمنی محدود است، بنابراین به یک فناوری کارآمدتر نیاز است. اکثر فناوری‌های تولید هیدروژن به مقادیر زیادی انرژی الکتریکی گران قیمت و حرارت بالا نیاز دارند. برای فشرده سازی هیدروژن خالص برای ذخیره سازی و حمل و نقل، به توان اضافی نیاز است. علاوه بر این، روش‌های موجود برای تولید هیدروژن نگرانی‌های ایمنی را افزایش می‌دهد که هزینه تولید هیدروژن را بیشتر می‌کند.

تاریخچه

بررسی پتانسیل انرژی زمین گرمایی برای تولید هیدروژن سبز بر اساس موقعیت مکانی هر شهر و منابع زیرزمینی (به ویژه بر اساس دبی ، دما و ترکیب آنها) متفاوت است. الکترولیزهای قلیایی (ALEL) برای تقسیم آب و در نتیجه تولید هیدروژن در نظر گرفته می‌شوند. پس از تغییرات قابل توجه در وضعیت انرژی جهان و اثرات فاجعه بار اخیر تغییرات اقلیمی مانند آتش سوزی در بیشتر مناطق جهان، نیاز به رویکردهای موثرتری برای حل این مسائل احساس می‌شود. یکی از موانع اصلی استفاده رایج از منابع انرژی تجدیدپذیر، ماهیت متناوب آنهاست. روش‌های ذخیره سازی مناسب می تواند بازده تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر را بر اساس راندمان انرژی و اگزرژی افزایش دهد. اگزرژی یک مفهوم ترمودینامیکی است که سال‌هاست که در تحلیل‌های مهندسی فرآیندها و

سیستم‌های شیمیایی و مکانیکی مورد استفاده است. اگزرژی بیشینه کار مفید استخراج پذیر از یک سامانه به هنگامی است که برگشت پذیربا محیط خود به تعادل می رسد. یک سامانه آمونیاکی دارای بازده انرژی بالا ۷۴,۶ درصد است در حالی که ذخیره آب گرم با ۱۰,۹ درصد کمترین بازده را دارد. از نظر راندمان اگزرژی، ذخیره هیدروژن با ۷۱,۹ درصد در رتبه اول و ذخیره حرارتی نمک مذاب با ۲۳,۱ درصد در رتبه آخر قرار دارند. علاوه بر این، ذخیره‌سازی هوای فشرده، با افزایش مقادیر دمای عملیاتی، راندمان کلی اگزرژی سامانه آب گرم ذخیره‌سازی هیدروانرژی پمپ شده کاهش می‌یابد.

تبدیل برق مازاد به یک حامل انرژی مناسب یک گام قطعی برای کاربردهای گسترده آنها است. در این راستا، هیدروژن یک حامل انرژی منحصر به فرد است. علاوه بر این، بین انرژی‌های تجدیدپذیر، هیدروژن و تولید برق رابطه متقابل وجود دارد.

تولید هیدروژن

به طور عمده دو راه مختلف برای تولید هیدروژن وجود دارد که شامل منابع تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید است. اولین مورد «هیدروژن سبز» نام دارد که سهم قابل توجهی در بازار فعلی تولید هیدروژن ندارد. در مقایسه با منابع مبتنی بر سوخت فسیلی (به عنوان مثال، هیدروژن آبی از گاز طبیعی). اصلاح نفت/نفتا، تبدیل به گاز زغال سنگ، زیست توده، رفرمینگ بخار متان، منابع بیولوژیکی و روش‌های تقسیم آب از جمله تکنیک‌های معمول برای تولید هیدروژن هستند.

توسعه فناوری هیدروژن

یافتن فناوری‌های جدید برای برداشت انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود تولید هیدروژن سبز توجه بیشتری را به خود جلب کرده است و انتظار می‌رود در سال‌های آینده جذاب‌تر هم باشد. مفهوم مزرعه هیدروژن در این راستا توسعه یافته است که در آن منابع موجود برای تامین هیدروژن سبز به عنوان راهی پایدار برای تغذیه بخش‌های اقتصادی و زیرسیستم‌های آن‌ها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. انرژی‌های خورشیدی و بادی محبوب‌ترین انواع انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید هیدروژن سبز هستند. تحقیقات زیادی را می‌توان در ادبیات فنی پیدا کرد که مناسب بودن، کارایی و میزان تولید هیدروژن از این منابع را با استفاده از انواع مختلف الکترولیز آب بررسی می‌کنند. یک مطالعه دقیق بر اساس پتانسیل انرژی باد برای تولید هیدروژن سبز برای ترکیه انجام شده است. در مورد انرژی زمین گرمایی، هنوز پتانسیل قابل توجهی برای انرژی زمین گرمایی وجود دارد. انجمن انرژی زمین گرمایی تخمین می‌زند که تنها ۶,۹٪ از کل پتانسیل تا کنون استفاده شده است. می‌توان نشان داد که استفاده از چرخه‌های ترموشیمیایی، که در آن انرژی گرمایی مستقیماً برای تولید هیدروژن استفاده می‌شود، نسبت به فرآیند الکترولیز که تلفات انرژی بالاتری دارد، راندمان بالاتری دارد.

۴ تا ۷ درصد از تولید برق اروپا با نیروگاه‌های انرژی زمین گرمایی تا اواسط قرن تامین خواهد شد، با یک بازار سرمایه‌گذاری ۱۶ تا ۲۱۰ میلیارد دلاری در سال برای اروپا نقش منابع زمین گرمایی در بخش انرژی مشخص می‌شود. یکی از دغدغه‌های اصلی داشتن شرکای راهبردی برای کاهش هزینه تولید هیدروژن سبز از منابع زمین گرمایی است که هنوز هم بالاتر از سایر انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورها هزینه بر است. فیلیپین به دنبال فرصت‌هایی برای بهره‌برداری از هیدروژن سبز برای نیازهای خود، با استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر است. در این کشور انرژی زمین گرمایی نقش غالبی دارد (۱۰٪). پس از آن به ترتیب انرژی آبی (۸٪) و بادی، خورشیدی و زیست توده هر یک با ۱٪سهم قرار دارند.

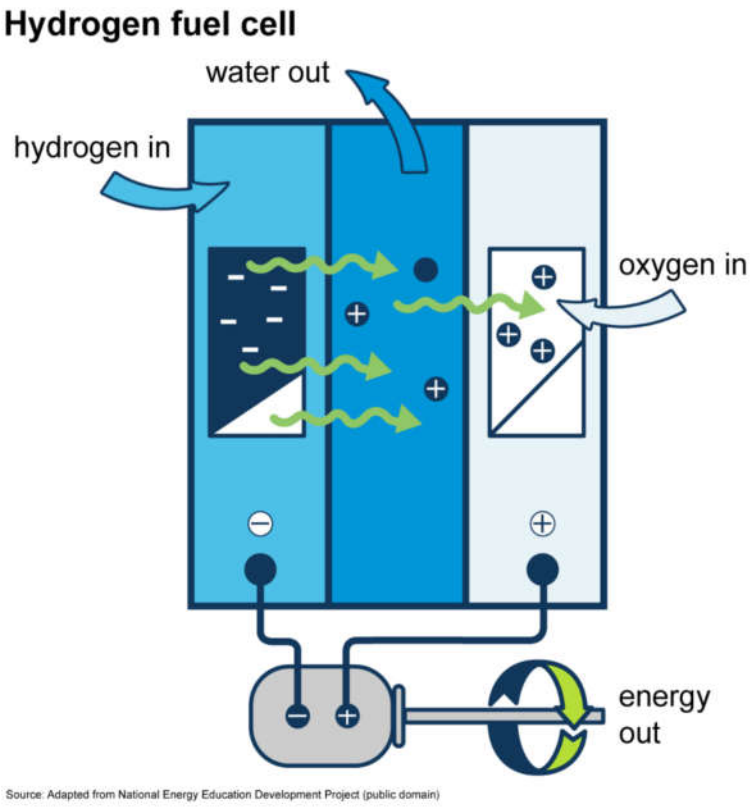
آفریقای جنوبی به زغال سنگ (۶۷٪) برای کل انرژی ورودی خود متکی است و در حال برنامه ریزی برای افزایش نقش هیدروژن سبز در کاهش ردپای کربن است، به نحوی که انرژی زمین گرمایی غالب (۱۰٪) و پس از آن انرژی آبی (۸٪) و بادی، خورشیدی و زیست توده هر یک با ۱٪ سهم دارند. یکی دیگر از جنبه‌های توسعه فناوری‌های زمین گرمایی، اصلاح ظرفیت آنها برای گرمایش شهرهاست. با پیروی از چنین سیاستی می‌توان الکتریسیته باقیمانده را به روشی مناسب مانند سامانه‌های ذخیره‌سازی هیدروژن ذخیره کرد. جنبه‌های اجتماعی و پتانسیل اقتصادی انرژی زمین گرمایی در شهرهای اصلی در ادبیات فنی ارایه شده است.

فناوری بسیاری از محدودیت‌های تولید هیدروژن موجود را برطرف می‌کند. هیدروژن یک عنصر شیمیایی همه کاره است که می‌تواند برای تولید، ذخیره، حرکت و استفاده از انرژی استفاده شود. فراوان اما فقط به شکل مرکب است و معمولاً باید با استفاده از انواع فرآیندهای انرژی بر از آب یا هیدروکربن‌ها جدا شود. هیدروژن تولید شده از هیدروکربن‌هایی مانند گاز طبیعی و زغال سنگ باعث انتشار کربن می‌شود. هیدروژن سبز که با استفاده از یک منبع انرژی تجدید پذیر تولید می‌شود، هیچ انتشار کربن یا مونوکسید کربن ندارد.

انتظار می‌رود هیدروژن نقش مهمی در سامانه‌های انرژی

آینده ایفا کند. ممکن است راه حلی برای کاهش ردپای کربن در فرآیندهایی ارائه دهد که به راحتی نمی‌توان آنها را الکتریکی کرد مانند پروازهای طولانی مدت و گرمایش صنعتی. نکته اصلی این است که اکثریت قریب به اتفاق هیدروژن با استفاده از گاز طبیعی از طریق فرآیندی تولید می‌شود که انرژی مصرف می‌کند و مقادیر زیادی دی اکسید کربن را در جو آزاد می‌کند.

دانشمندان مدتی است که می‌دانند هیدروژن به طور طبیعی نیز وجود دارد و از طریق فرآیندهای زمین شناختی ایجاد می‌شود. استفاده از منابع طبیعی مشکل تولید هیدروژن توسط سنگ‌ها را از بین می‌برد، زیرا این بخش مقدار زیادی کربن را در جو آزاد نمی‌کند. فقط یک مشکل وجود دارد: اطلاعات علمی کمی در مورد مقدار هیدروژن موجود در آنجا وجود دارد.



شکل ۱: نمودار نحوه عملکرد پیل سوختی هیدروژنی با ورودی و خروجی. اداره اطلاعات انرژی وزارت نیرو – آمریکا

https://www.eia.gov/energyexplained/hydrogen/use-of-hydrogen.php

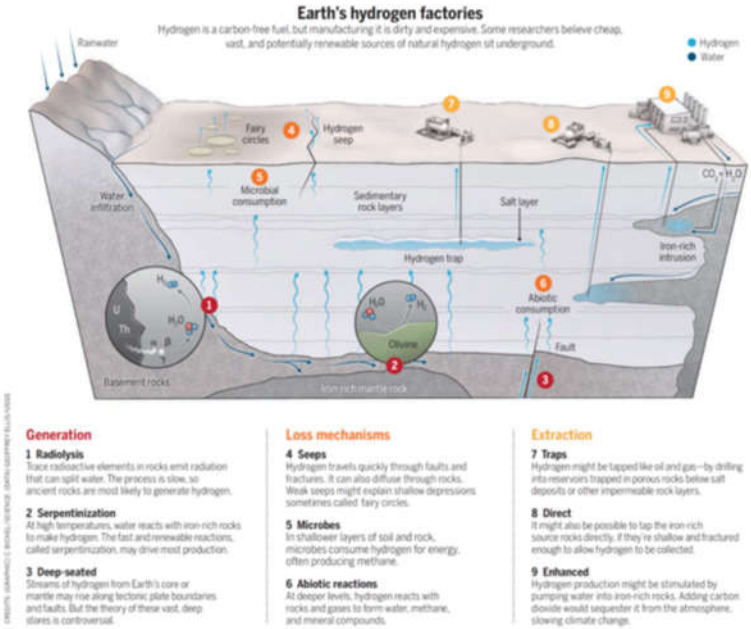
رفتار هیدروژن در زیر سطح زمین

قبل از اینکه انسان‌ها بتوانند از مدلی برای تخمین مقدار هیدروژن موجود استفاده کنند، باید درک علمی در مورد رفتار هیدروژن در زیرسطح را پیش ببرند. دانشمندان از دانش موجود در مورد مشابه‌هایی مانند گاز طبیعی برای پر کردن شکاف‌های موجود در دانش موجود و توسعه مدل هیدروژنی خود استفاده کرده‌اند. با استفاده از مقادیر ورودی محدود، مدل میانگین حجم هیدروژنی را پیش‌بینی می‌کند که می‌تواند تقاضای جهانی هیدروژن پیش‌بینی‌شده برای هزاران سال را تأمین کند.

بر اساس آنچه که ما در مورد توزیع نفت و سایر گازها در زیرزمین می‌دانیم، بیشتر این هیدروژن احتمالاً غیرقابل دسترسی است. به عبارت دیگر، ذخایر هیدروژن در ژرفای خیلی زیاد مدفون شده، یا خیلی دور از سواحل، یا در انباشته‌هایی که خیلی کوچک هستند، و امکان بازیابی اقتصادی آن‌ها را بسیار بعید می‌سازد.

خبر خوب این است که اگر بتوان حتی بخش کوچکی از این حجم تخمینی را بازیابی کرد، احتمالاً هیدروژن کافی در تمام ذخایر جهانی وجود خواهد داشت تا صدها سال دوام بیاورد. مقدار هیدروژن در داخل زمین به طور بالقوه می تواند منبع انرژی اولیه باشد. باید بفهمیم آیا هیدروژن در انباشته‌های قابل توجهی وجود دارد که می‌توان از نظر اقتصادی به آنها

دسترسی داشت یا خیر، و اگر چنین است، چگونه می‌توان این منابع را پیدا کرد.



شکل ۲: نحوه تشکیل هیدروژن در زیر زمین منبع: «*HIDDEN HYDROGEN: آیا زمین ذخایر وسیعی از سوخت تجدیدپذیر و بدون کربن دارد؟*» از Science
https://www.science.org/content/article/hidden-hydrogen-earth-may-hold-vast-stores-renewable-carbon-free-fuel

درس گرفتن از نفت و گاز

برای شروع درک پتانسیل انباشت هیدروژن، دانشمندان به یک مدل زمین شناختی بهتر نیاز دارند تا بفهمند هیدروژن چگونه شکل می‌گیرد، از کجا از درون لایه‌های سنگ می‌آید و به کجا ختم می‌شود. بشر با تکیه بر پیشینه زمین‌شناسی نفت، در حال کار برای ایجاد مدلی است که از رویکرد سامانه نفتی استفاده می‌کند. سامانه نفتی یک مدل مفهومی است که برای درک وقوع نفت در حوضه‌های زمین شناختی طراحی شده و طی چندین دهه از سوی زمین شناسان نفت برای هدایت موثر اکتشاف نفت و گاز و به دست آوردن ارزیابی‌های دقیق از منابع نفتی کشف نشده مورد استفاده بوده است.

این مدل به زمین شناسان کمک می‌کند تا عوامل زمین شناختی را که باید با هم جمع شوند تا به طور موثر یک انباشت نفت را تشکیل دهند، تجزیه و تحلیل کنند. اول، سنگ منشا باید حاوی مواد آلی باشد که قادر به تولید نفت باشد. سپس، زمین‌شناس باید مسیرهایی را که نفت می‌تواند طی کند، در حین فرار از سنگ منشأ و مهاجرت از میان لایه‌های سنگی دیگر در نظر بگیرد. علاوه بر این، زمین شناس باید سنگ‌های مخزن متخلخلی را که نفت در آن تجمع می‌یابد شناسایی کند. در نهایت، زمین شناس باید ارزیابی کند که آیا سنگ‌هایی در مجاورت وجود دارند که می‌توانستند سیال را در محل خود، برای میلیون‌ها سال حفظ کرده باشند یا خیر. اگر هر یک از این اجزا از کار بیفتد، زمین شناس می‌تواند استنباط کند که نفت تشکیل نمی‌شود.

شکل ۳: فوستریت، یک ماده معدنی الیوین. تعامل آب زیرزمینی با الیوین می‌تواند منجر به تجمع هیدروژن در لایه های سنگی اطراف شود. تصویر: موزه ملی تاریخ طبیعی اسمیتسونین.
https://www.usgs.gov/media/images/nmnh-509001jpg

سامانه هیدروژن

برای انطباق مدل سامانه نفتی برای انباشت هیدروژن، زمین‌شناسان باید چگونگی تشکیل هیدروژن طبیعی در

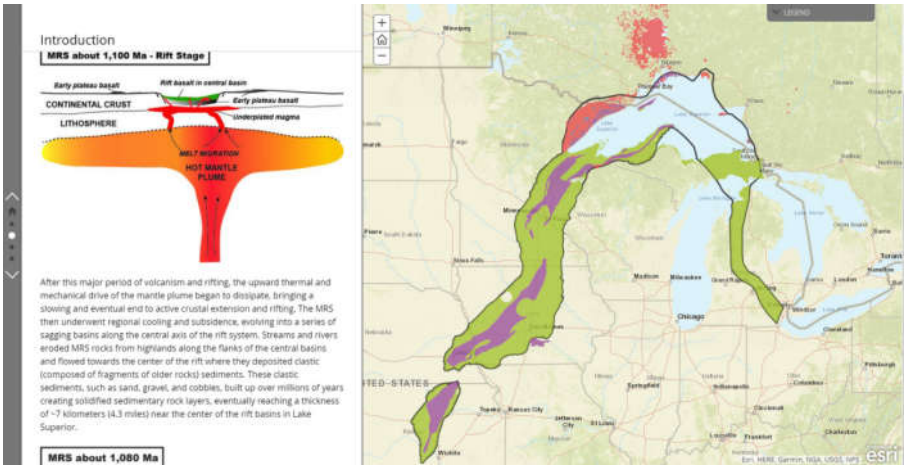
لایه‌های سنگ، نوع فرآیندهای طبیعی را که ممکن است بر هیدروژن پس از تشکیل اثر بگذارد، و اینکه چگونه هیدروژن می‌تواند در لایه‌های سنگی در مسیر خود به سطح به دام بیفتد، شناسایی کنند.

زمین شناسان می‌دانند که ده‌ها فرآیند طبیعی وجود دارد که هیدروژن تولید می‌کند، اما درک پتانسیل منابع هیدروژن مستلزم شناسایی سازوکار این تولیدهاست که قادر به تولید مقادیر زیادی از گاز هستند. یکی از این فرآیندها که دانشمندان عموماً با آن موافق هستند، زمانی اتفاق می‌افتد که آب‌های زیرزمینی با مواد معدنی غنی از آهن مانند الیوین در تعامل باشند. (اولیوین یک سیلیکات آهن منیزیم است که رنگ سبزی دارد که شبیه رنگ زیتون است) این فعل و انفعال می‌تواند باعث فروکاستن آب به اکسیژن شود که با آهن موجود در مواد معدنی پیوند می یابد و به هیدروژن تبدیل می‌شود و به صخره اطراف فرار می‌کند.

هنگامی که هیدروژن تشکیل شد، انواع فرآیندهای طبیعی می توانند گاز را مصرف کنند. به ویژه، بسیاری از میکروب‌ها با هیدروژن زنده می‌مانند، و میکروبیولوژیست‌ها اکنون یک بیوسفر وسیع و ژرف را توصیف کرده‌اند که از هیدروژن سوخت می‌گیرد. علاوه بر این، فرآیندی که طی آن نفت از سنگ‌های غنی از آلی تشکیل می‌شود، تمام هیدروژن موجود را مصرف می‌کند. این یکی از دلایلی است که چرا هیدروژن به ندرت با گازهای هیدروکربنی مانند متان یا پروپان یافت می‌شود.

هر هیدروژنی که توسط این فرآیندها مصرف نمی‌شود ممکن است به سنگ‌های متخلخل برسد، جایی که می‌تواند تجمع گاز را تشکیل دهد. اما برای تداوم انباشته شدن، باید یک سنگ آب بند موثر وجود داشته باشد تا گاز را در محل خود نگه دارد. برای دهه‌ها، دانشمندان زمین‌شناسی فرض می‌کردند که سنگ‌های پوشش نمی‌توانند به طور موثر حاوی تجمع هیدروژن باشند، زیرا اندازه کوچک هیدروژن به آن اجازه می‌دهد حتی از تنگ‌ترین سنگ‌ها فرار کند. با این حال، مطالعات نشان می‌دهد که قطر یک مولکول از دو اتم هیدروژن تقریباً برابر با قطر یک اتم هلیوم است و این دو گاز احتمالاً با لایه‌های سنگی مشابه به دام می‌افتند. انباشته‌های هلیوم شناخته‌شده‌ای وجود دارد که تا ۱۰۰ میلیون سال حفظ شده‌اند، بنابراین منطقی است که فرض کنیم هیدروژن می‌تواند برای بازه‌های زمانی مشابه به دام افتاده باشد.

دانشمندان در حال ترکیب همه این عوامل در مدل خود هستند که درک ما از پتانسیل منابع هیدروژن طبیعی روی زمین را بهبود می‌بخشد.



شکل۴: نقشه شکاف قاره میانی -https://www.usgs.gov/media/images/mid-continent-rift story-map

پیاده سازی پتانسیل‌های هیدروژن روی نقشه

برای ارزیابی پتانسیل منابع هیدروژن زمین شناسی، تلاش برای نقشه برداری از مناطقی که به احتمال زیاد حاوی هیدروژن زمین شناسی هستند هدایت می‌شود. برای این کار از مدل سامانه هیدروژنی به عنوان اساس این کار استفاده

می‌کنند. با ترسیم توزیع هر یک از اجزای سامانه هیدروژن و ارزیابی میزان همسویی آنها می‌تواند تخمین اولیه پتانسیل هیدروژن زمین‌شناسی را در سراسر کشور ارائه دهند.

حداقل دو منطقه عمده در امریکا وجود دارد که زمین شناسی مطلوبی برای تولید حجم قابل توجهی هیدروژن دارند: امتداد دشت ساحلی اقیانوس اطلس و در مرکز ایالات متحده. منطقه مورد علاقه اقیانوس اطلس در امتداد بیشتر سواحل شرقی آمریکای شمالی امتداد دارد و با لایه‌های سنگی غنی از آهن که در اعماق کف اقیانوس مدفون شده‌اند، مرتبط است. این سنگ‌ها با تشکیل حوضه اقیانوس اطلس رسوب کردند. بررسی‌های ژئوفیزیکی تایید کرده است که مقداری از آهن موجود در این سنگ‌ها با آب واکنش داده و هیدروژن تولید کرده است که به احتمال زیاد از سنگ‌های غنی از آهن خارج شده و در امتداد لایه‌های رسوبی به سمت ساحل مهاجرت کرده است.

منطقه مرکزی مورد علاقه ایالات متحده مربوط به سنگ‌هایی است که زمانی که یک شکاف باستانی تقریباً آمریکای شمالی را به دو قسمت تقسیم کرد، تشکیل شده‌اند. شکاف ناموفق، معروف به شکاف قاره میانی، حدود ۱,۱ میلیارد سال پیش رخ داد. اگرچه شکاف در تقسیم قاره موفق نبود، اما مقادیر زیادی مواد معدنی را به لایه‌های بالایی پوسته زمین آورد، از جمله مواد معدنی غنی از آهن که می‌توانند هیدروژن را تشکیل دهند. با وجود پتانسیل قابل توجه برای تولید هیدروژن در این مناطق، این لزوماً با پتانسیل بالا برای منابع هیدروژنی زمین شناختی برابری نمی‌کند.

باید تمام اجزای سامانه هیدروژنی را در اختیار داشته باشیم تا سامانه کار کند. هنوز کار بیشتری برای تعیین میزان وجود اجزای دیگر مانند مخازن و آب‌بندها در این مناطق داریم تا اینکه بدانیم چقدر احتمال دارد که حاوی مقادیر قابل توجهی هیدروژن زمین‌شناسی باشند.

کاوش و تولید هیدروژن

اکتشاف برای منابع هیدروژن زمین‌شناختی احتمالاً از بسیاری از راهبردها و فن‌آوری‌های مشابهی استفاده می‌کند که درحال حاضر در اکتشاف نفت مورد استفاده هستند، با برخی عناصر اضافه‌شده از اکتشاف منابع معدنی و زمین‌گرمایی. به دلیل پتانسیل هیدروژن برای شکننده شدن فولاد، تولید هیدروژن محبوس شده در مخازن به مواد کمی متفاوت نیاز دارد. در غیر این صورت می‌توان از همان تجهیزات حفاری و تکمیلی که در حال حاضر برای توسعه گاز طبیعی استفاده می‌شود استفاده کرد.

با این حال، برخلاف میدان‌های گاز طبیعی، برخی از گازهای موجود در میدان‌های هیدروژن طبیعی ممکن است با توجه به سرعت تولید هیدروژن از طریق کاهش آب قابل تجدید باشند. علاوه بر این، برخی از محققان پیشنهاد کرده‌اند که مخازن، تله‌ها و مهر و موم‌ها حتی ممکن است برای تولید هیدروژن زمین شناسی ضروری نباشند. آنها پیشنهاد می‌کنند که ممکن است بتوانیم به سنگ‌هایی که هیدروژن تولید می‌کنند یا هیدروژن از آنها مهاجرت می‌کند ضربه بزنیم و گاز هیدروژن را در حین تولید تولید کنیم. دانشمندان دیگر حتی فراتر رفته و پیشنهاد می‌کنند که می‌توان آب داغ را به سنگ‌های غنی از آهن که در حال حاضر هیدروژن تولید نمی‌کنند تزریق کرد تا تولید را تحریک کند، تا حدودی شبیه به افزایش تولید انرژی زمین‌گرمایی.

اگر مقدار هیدروژنی را که فکر می کنیم ممکن است در مخازن به دام افتاده باشد، به اضافه مقداری که ممکن است مستقیماً تولید شود، و مقداری که می تواند از طریق تحریک ایجاد شود را جمع آوری کنیم، یک منبع بالقوه بسیار بزرگ به دست خواهیم آورد.

قدم بعدی

تحقق پتانسیل منابع واقعی هیدروژن همچنان نیازمند پژوهش‌های بیشتر برای کاهش عدم قطعیت پیرامون اجزای سامانه هیدروژن و توسعه راهبردهای اکتشافی است. همان طور که از دانش زمین شناسی در زمینه هایی مانند نفت، زمین گرمایی، و منابع معدنی استفاده می‌کنیم، تلاش می‌کنیم تا درک خود را از پتانسیل منابع هیدروژنی زمین شناختی نیز ارتقا دهیم.

گام‌های بعدی شامل انتشار پتانسیل منابع جهانی و مدل‌های سامانه هیدروژن، و همچنین انتشار یک نقشه اولیه از مناطقی است که به احتمال زیاد حاوی منابع هیدروژنی زمین‌شناختی هستند. اما فراتر از آن کارهای بیشتری باید انجام شود.
تلاش‌های پژوهشی جاری برای توسعه ابزارها و راهبرد های اکتشافی انجام می شود تا درک ما را از این منبع انرژی که قبلاً شناسایی نشده بود برای کمک به برآوردن نیازهای انرژی آینده بهبود بخشد.

پتانسیل بهره برداری از هیدروژن در ایران

ایران به داشتن ذخایر هیدروکربنی قابل توجهی از جمله نفت و گاز طبیعی شناخته شده است. با این حال، وجود مخازن هیدروژنی زیرزمینی در ایران به خوبی مستند یا به طور گسترده مطالعه نشده‌اند. هیدروژن معمولا در ترکیب با عناصر

دیگر مانند اکسیژن در آب (H_2O) یا کربن در هیدروکربن‌ها یافت می شود. در حالی که ممکن است برخی ذخیره سازی هیدروژن زیرزمینی در مقیاس کوچک در ایران وجود داشته باشد، وجود مخازن هیدروژن طبیعی در مقیاس بزرگ باید مورد کاوش‌های بعدی قرار گیرد.

هیدروژن فراوان‌ترین عنصر در کیهان است، اما به ندرت به شکل خالص آن در زمین یافت می‌شود. معمولاً به عناصر دیگر متصل است و برای جداسازی آن نیاز به فرآیندهای انرژی بر دارد. مخازن هیدروژن طبیعی بسیار نادر هستند و معمولاً با سازندهای زمین شناسی خاص یا شرایط خاص مرتبط هستند.

یکی از منابع احتمالی مخازن هیدروژن زیرزمینی می‌تواند از طریق وجود هیدرات‌های متان باشد که به عنوان کلترات متان نیز شناخته می‌شود. هیدرات‌های متان ساختارهای یخ مانندی هستند که حاوی مولکول‌های متان هستند و در شبکه‌ای از مولکول‌های آب به دام افتاده‌اند. این تشکل‌ها می‌توانند در رسوبات اعماق دریا یا مناطق منجمد دائمی که دمای پایین و فشار بالا وجود دارد، رخ دهند.

در حالی که هیدرات‌های متان عمدتاً حاوی متان هستند، می‌توانند حاوی مقادیر کمی هیدروژن نیز باشند. با این حال، غلظت هیدروژن در هیدرات‌های متان به طور کلی در مقایسه با خود متان کم است. بنابراین، احتمال کمتری دارد که مخازن هیدروژن زیرزمینی قابل توجهی صرفاً به عنوان هیدرات متان در ایران وجود داشته باشد.

یکی دیگر از منابع بالقوه ذخیره سازی هیدروژن زیرزمینی می‌تواند از طریق سازندهای زمین شناختی باشد که حاوی محفظه‌های گاز هیدروژن هستند. با این حال، چنین سازندهایی به خوبی مستند نشده و یا به طور گسترده در سطح جهانی شناخته شده نیستند. تشکیل و حفظ مخازن گاز هیدروژن خالص نیازمند شرایط و فرآیندهای زمین‌شناختی خاصی است که تا کنون به سختی یافت می‌شوند.
توجه به این نکته ضروری است که اکتشاف و شناسایی مخازن هیدروژنی زیرزمینی نیازمند بررسی‌های زمین شناختی گسترده، بررسی‌های ژئوفیزیکی و عملیات حفاری است. این فعالیت‌ها پرهزینه و زمان‌بر است و به ویژه تحقیقات جامع در مورد مخازن هیدروژنی زیرزمینی در ایران باید زین پس مورد حمایت قرار گیرد.

در نتیجه، در حالی که ایران دارای ذخایر هیدروکربنی قابل توجهی است، وجود مخازن هیدروژنی زیرزمینی در مقیاس بزرگ باید هدف پژوهش‌های بعدی باشد. اطلاعات محدود فعلا موجود حاکی از آن است که هرگونه ذخیره بالقوه زیرزمینی هیدروژن در ایران به‌جای مخازن طبیعی به شکل محدوده‌ای در مقیاس کوچک است .

منابع

M. AlShafi et al. Thermodynamic performance comparison of various energy storage systems from source-to-electricity for renewable energy resources
Energy (2021)

S.S. Seyitoglu et al. Energy and exergy analyses of hydrogen production by coal gasification
Int J Hydrogen Energy (2017)

S. Rahmouni et al. Prospects of hydrogen production potential from renewable resources in Algeria
Int J Hydrogen Energy (2017)

O. Alavi et al. Analysis of hydrogen production from wind energy in the southeast of Iran
Int J Hydrogen Energy (2016)

F. Dalla Longa et al. Scenarios for geothermal energy deployment in Europe
Energy (2020)

Bayu Rudiyanto et al. An update of second law analysis and optimization of a single-flash geothermal power plant in Dieng, Indonesia
Geothermics (2021)

C. Coskun et al. Performance evaluations of a geothermal power plant
Appl Therm Eng (2011)

M. Fallah et al. A comprehensive comparison among different types of geothermal plants from exergy and thermoeconomic points of view
Therm Sci Eng Prog (2018)

P. Bayer et al. The geothermal potential of cities
Renew Sustain Energy Rev (2019)

A. Mostafaeipour et al. Ranking locations for producing hydrogen using geothermal energy in Afghanistan
Int J Hydrogen Energy (2020)

کاربرد علوم پایه در توسعه پایدار شیلاتی و امنیت غذایی کشور

دکتر مصطفی شریف روحانی
استاد پژوهش موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
mostafasharif@yahoo.com
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

متخصصین علوم پایه در حوزه‌های بیولوزی، اکولوژی، فیزیولوژی، تغذیه، شیمی، بیوفیزیک، ژنتیک، اصلاح نژاد، آمار و احتمالات، میکروبیولوژی، بهداشت مواد غذایی در کنار محققین علوم شیلاتی، دامپزشکی، علوم دامی محور توسعه پایدار حوزه شیلات وآبزیان کشور در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به عنوان بزرگترین شبکه پژوهش‌های شیلاتی در خاورمیانه، غرب آسیا وشمال افریقا محسوب می‌شوند . در این مقاله ضمن ارج نهادن به جایگاه وزین علوم پایه در توسعه پایدار کشور به برخی اقدامات اثرگذار و جریان ساز این متخصصین در حوزه علوم شیلاتی و محیط زیست آبزیان اشاره می‌شود.

کلیدواژگان: علوم پایه، تحقیقات شیلات، توسعه پایدار، محیط زیست آبزیان

مقدمه:

اول تیرماه ۱۴۰۲ جلسه تجلیل از برگزیدگان نهمین جشنواره ابوریحان بیرونی در محل فرهنگستان علوم کشور برگزار شد. بهانه حضور اینجانب در جلسه، انتخاب آقای دکتر مسلم شریفی نیا از اعضای هیات علمی و محققین جوان موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور در جمع برگزیدگان این رویداد ارزشمند بود.

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور با قدمت یکصد و اندی سال (از ۱۲۹۷ هـ‌ش) یکی از قدیمی‌ترین نهادهای پژوهشی کشور وابسته به وزارت جهاد کشاورزی و مصوب شورای گسترش آموزش عالی وزارت عتف است. این موسسه با ۵ پژوهشکده و ۸ مرکز تحقیقات ملی، بزرگترین شبکه پژوهش‌های شیلاتی خاورمیانه، غرب آسیا و شمال آفریقا می‌باشد. محققین این موسسه از بین متخصصین حوزه‌های تخصصی بیولوژی، اکولوژی، فیزیولوژی، دامپزشکی، شیلات، علوم دامی، تغذیه، شیمی، بیوفیزیک، ژنتیک، اصلاح نژاد، آمار و احتمالات، میکروبیولوژی، بهداشت مواد غذایی و ... انتخاب و مشغول به کار می‌شوند.

وجود آزمایشگاه‌های استاندارد (ملی و بین‌المللی ISO ۱۷۰۲۵)، شناورهای تحقیقاتی مجهز و اقیانوس‌پیما (تصویر ۱)، محیط‌های کنترل شده، مزارع پژوهشی و ایستگاه‌های تحقیقاتی، بانک‌های ژن زنده و غیرزنده آبزیان از سرمایه‌های ملی موجود و زیرساخت‌های تخصصی این موسسه می‌باشند.

تصویر ۱: کشتی تحقیقاتی فردوس ۱ از ناوگان تحقیقاتی جنوب موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

وجود بیش از ۵۰۰۰ کیلومتر سواحل دریایی در شمال و جنوب کشور ظرفیت بالقوه و بالفعل عظیمی را در بهره‌برداری از مواهب خدادادی اقلیم گسترده کشور فراهم نموده است.

اهداف مصوب این موسسه در شورای گسترش آموزش عالی وزارت عتف، توسعه و گسترش پژوهش در زمینه شیلات و آبزیان، زمینه‌سازی مناسب ارتقای فعالیت‌های پژوهشی شیلات و آبزیان کشور و انجام تحقیقات علمی- کاربردی درباره محیط زیست آبزیان به منظور حفاظت و بازسازی ذخایر و بهره‌برداری پایدار از منابع زنده موجود در آب‌های سرزمینی و مرزی می‌باشند.

همچنین تحقیق و بررسی درباره حیات گونه‌های مختلف

جانوری و گیاهی در منابع آبی، میزان ذخایر، تعیین زمان و مکان مناسب صید و بهره‌برداری اصولی و منطقی از آن، آلات و ادوات صید و شناورهای صیادی و معرفی مناسب‌ترین روش استفاده از آنها، تحقیق و بررسی در زمینه‌های بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای به منظور استفاده بهینه از منابع شیلاتی کشور با استفاده از روش‌های مختلف فناوری زیستی، تحقیق درباره روش‌های تکثیروپرورش آبزیان واجد ارزش شیلاتی، تحقیق درباره سازگاری آبزیان اقتصادی در محل‌های جدید و امکان معرفی گونه‌های جدید در آب‌های داخلی و دریایی سرزمین ایران، تحقیق درباره حفاظت از منابع و ذخایر آبزیان در آبهای داخلی و دریایی، تحقیق درباره بازسازی ذخایر آبزیان اقتصادی و نظارت برآن، تحقیق در زمینه آلاینده‌های آبهای داخلی و سرزمین ایران و بررسی اثرات آنها بر آبزیان و محیط زیست آنها، تحقیق در مورد بهداشت و بیماری‌ها و تغذیه آبزیان کشور، تحقیق در زمینه عمل‌آوری و تولید فرآورده‌های نوین از آبزیان، تحقیق در مورد صنایع و سازه‌های شیلاتی مرتبط با آبزی‌پروری و ماهیگیری، تحقیق درباره اصلاح نژاد آبزیان و حفظ ذخایر ژنی آنان، مطالعه و بررسی اقتصادی و اجتماعی فعالیت‌های شیلاتی در کشور، همکاری و مشارکت در طرح‌های پژوهشی شیلاتی در سطوح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی و ارائه خدمات تخصصی مرتبط به سایر کشورها، جمع‌آوری و پردازش آمار و اطلاعات و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی مورد نیاز و غیره نیز از اهم وظایف این موسسه می‌باشد.

در طول سالیان گذشته این موسسه سهم بالا و موثری در توسعه بهره‌برداری از ظرفیت‌های شیلات و زیست بوم دریایی کشور و همچنین توسعه آبزی‌پروری داشته است. این درحالی است که توسعه آبزی‌پروری به خصوص در حوزه‌های دریایی و آب‌های شور مورد تائید و تاکید سازمان خواروبار جهانی (FAO) می‌باشد. همچنین با توجه به روند جهانی تغییر اقلیم (Global Climate Change)، توصیه نهادهای بین‌المللی به توجه و تمرکز بیشتر روی توسعه آبزی پروری و بویژه ابزی پروری دریایی با منابع غیر اب شیرین است.

از دلایل اجماع جهانی تمرکز بر توسعه آبزیان، مسئله بحران آب و خشکسالی می‌باشد. واقعیت این است که برای تولید یک کیلوگرم گوشت قرمز حدود ۱۴۰۰۰ لیتر آب، یک کیلوگرم گوشت مرغ ۴۰۰۰ لیتر آب ولی یک کیلوگرم گوشت آبزیان نیاز به ۴۰۰ لیتر آب دارد. از طرفی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای متعاقب تولید آبزیان در کمترین مقدار است. به همین دلیل توسعه دامداری‌ها و مرغداری‌ها در دنیا رو به کاهش بوده و تاکید بر تامین پروتئین حیوانی از طریق آبزیان می‌باشد. مضافاً اینکه از نظر کیفیت، گوشت آبزیان حاوی کلیه آمینواسیدهای لازم برای رشد و سلامت انسان می‌باشد. در حال حاضر بیوتکنیک کلیه گونه‌های آبزیان پرورشی کشور توسط محققین این موسسه بدست آمده و ترویج شده است. گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری، ماهیان گرمابی (کپور، فیتوفاک، آمور، بیگ هد)، باربوس ماهیان، تیلاپیا، ماهیان سردآبی، میگو، آرتمیا و غذای زنده، جلبک‌ها و گیاهان آبزی از تولیدات متعددی است که دانش پایه و ترویج آن صورت گرفته است.

در ادامه به ذکر مواردی از اقدامات مهم موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور که با محوریت محققین و متخصصین علوم پایه از رشته‌های مختلف که نقش مهمی در امنیت غذایی و توسعه پایدار کشور در حوزه شیلات و آبزیان داشته است می‌پردازم.

تیلاپیا، تدبیر مدیریت وسازگاری با خشکسالی در کشور:

درخصوص معرفی گونه‌های جدید قابل پرورش در کشور از قبیل ماهی تیلاپیا مطالعات گسترده‌ای انجام شده است. تراکم پذیری این گونه و امکان تولید با ظرفیت حدود ۳۰۰ تن در هکتار از ویژگی‌های بارز این گونه است که در برابر متوسط تولید ۵ تن در هکتار در گونه‌های مشابه گرمابی کشور از قابلیت‌های ممتاز این گونه می‌باشد.

با توجه به خشکسالی و روند شور شدن آب‌های کشور، توسعه پرورش این گونه و استحصال پروتئین از اراضی با آب‌های غیرمتعارف و غیرقابل استفاده در کشاورزی و شرب بسیار حائز اهمیت است.

لازم بذکر است که سازمان FAO در زمینه توسعه تکثیر و پرورش این گونه به کشورهای توصیه‌های جدی داشته و درحال حاضر متجاوز از ۸ میلیون تن تولید جهانی این گونه است(تصویر۲).(۱)

تصویر۲: تیلاپیای نیل نسخه سازگاری با تغییر اقلیم و خشکسالی برای تامین پروتئین سالم در کشور

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور از سال ۱۳۸۷ تعدادی مولد و بچه ماهی از این گونه را با نظارت سازمان محیط

زیست و دامپزشکی وارد کشور نموده و بعد از طی دوران قرنطینه و بومی سازی در یک مرکز تحقیقات ایزوله در کویر بافق یزد نسبت به توصیه ترویج و دستورالعمل‌های فنی تولید آن اقدام نموده است. بسیاری از متخصصین علوم پایه در رشته‌های زیست شناسی، ژنتیک، فیزیولوژی در این دستاورد منشأ اثر بوده‌اند.

رفع موانع زیست محیطی توسعه بندر شهید بهشتی چابهار و تحول در اقتصاد منطقه:

یکی از اقدامات و برنامه‌های استراتژیک کشور، کاهش وابستگی تام کشور به تنگه هرمز و تخلیه شناورهای بزرگ اقیانوس پیما محتوی کالاهای اساسی مورد نیاز در بنادر امام خمینی و بندرعباس بوده است. بندر شهید بهشتی چابهار ظرفیت پهلوگیری شناورهای بزرگ را نداشته و متولیان امر که برنامه‌ریزی توسعه آن بندر را بعهده داشته‌اند با چالش جدی وجود زیستگاه‌های مرجانی مواجه بوده‌اند.

جوامع مرجانی از اکوسیستم‌های بسیار حساس و ارزشمند و مورد نظارت و پایش مجامع جهانی (Global coral watch) بوده و حفظ آنان از اولویت‌های جدی محیط زیست دریایی کشور می‌باشد.

با ورود موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به این اَبَر پروژه و بسیج متخصصین متعدد از رشته‌های تخصصی بیولوژی، اکولوژی، شیمی، فیزیک دریا، پلانکتون شناس و غیره؛ بعد از شناسایی کامل زیستگاه مرجانی محدوده آن بندر، نسبت به عملیات بزرگ انتقال زنده جوامع مرجانی (Coral relocation) اقدام گردید.

برای حفظ و نجات گونه‌های مرجان‌های محصور شده بین دایک‌های شمالی و جنوبی طرح توسعه بندر شهید بهشتی چابهار، طی یک عملیات ۴۵ روزه در بازه زمانی ۴ ماهه از آبان تا پایان بهمن ماه سال ۱۳۹۰، تعداد ۲۸۰۰۰ کلنی مرجان از گونه‌ها و اندازه‌های متفاوت (حتی با قطربیش از ۳ متر) توسط مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور چابهار وابسته به مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، با روش‌های استاندارد به محدوده پارک ساحلی هتل لیپار، انتقال داده شد. پروژه فوق طی دو مرحله پایلوت و نهایی اجرا و پس از کنترل و تعیین بهترین روش، عملیات اجرایی پروژه توسط کارشناسان خبره و غواصان ماهر به طور همزمان در ۴ مرحله شامل: بسترسازی در سایت جدید با سازه های مصنوعی، جداسازی مرجان از سایت قدیم، انتقال مرجان به سایت جدید و در مرحله آخر استقرار تثبیت مرجانها بر روی بسترهای مصنوعی به اجرا رسید. برای استقرار مرجان‌ها در سایت جدید تعداد ۳۷ پچ مصنوعی با استفاده از سازه‌های بتنی ساخته شد. مرجان‌ها با توجه به نوع و اندازه آنها با استفاده از تجهیزات مکانیکی مخصوص توسط غواصان ماهر از بستر خود جدا و با سبدهای مخصوص با حداقل سرعت و بدون وارد شدن استرس به سایت جدید انتقال داده شدند. در طول اجرای عملیات انتقال و همچنین یک دوره ۳ ماهه پس از اتمام عملیات، وضعیت سلامت مرجان‌های انتقال داده شده بطور مستمر مورد پایش قرار گرفت. طبق مشاهدات انجام یافته کلیه مرجان‌ها در سلامت کامل قرار داشته و مراحل رشدی مرجان‌ها نیز ادامه یافته بود. همچنین سایت جدید زیستگاه بسیار مناسبی برای انواع آبزیان شده است، که این خود به منزله موفقیت این پروژه است که برای اولین بار در ایران و حتی منطقه در چنین ابعادی اجرا شده است(۲).

تصویر۳: عملیات انتقال مرجانها و استقرار در سایت جدید

برای انتقال این حجم از جوامع مرجانی که مشابه جمعیت درختان پارک ملّت تهران می‌باشد مطالعات سنگین انجام شده و دستگاه ویژه‌ای برای نقل و انتقال زیرآبی این جوامع ارزشمند طراحی و ثبت اختراع شد. برای استقرار در محیط جدید با استفاده از متخصصین بیولوژی، اکولوژی و شیمی از مواد مختلفی استفاده شد. بعد از استقرار با قرق منطقه و استقرار دوربین‌های زیرآبی نسبت به پایش آن اقدام گردید و نهایتاً با تائید سازمان و آزاد شدن محل توسعه بندر، اقدام به عملیات عمرانی شده و امکان پهلوگیری شناورهای بزرگ اقیانوس پیما به تنها بندر اقیانوسی کشور فراهم شده و متعاقباً

امکان توسعه کرویدور حمل و نقل ریلی کشور از چابهار به بندر اینچه برون در استان گلستان و برقراری مسیر ترانزیت کالا به کشور ترکمنستان و سایر کشورهای حوزه CIS فراهم شده است. نقش این اقدام ارزشمند در توسعه اشتغال و امنیت منطقه جنوب شرقی کشور حائز اهمیت راهبردی بوده و تلاش محققین گمنام علوم پایه کشور در این کار جهادی بسیار بی‌بدیل بوده است.

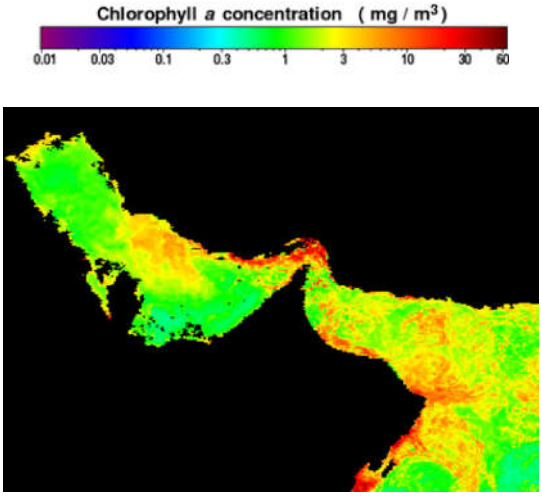
تصویر۴: پهلوگیری شناورهای اقیانوس پیما در اسکله جدید بندر شهید بهشتی چابهار متعاقب اجرای موفق طرح انتقال و جابجایی مرجان ها وتوسعه بندر

مدیریت تهدید کشند قرمز (Red tide) در خلیج فارس و دریای عمان:

یکی از اقدامات شاخص موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور که با بهره‌گیری از ظرفیت محققین مجرب خود انجام شده است مدیریت بحران کشند قرمز بوده است. در سال ۱۳۸۹ وقوع گسترده و غیرمترقبه پدیده کشند قرمز که حاصل تزاید و بلوم جلبکی به نام کوکلودینیوم بود را در سواحل جنوبی کشورشاهد بوده‌ایم. وسعت لکه‌های کشندی تا چند کیلومتر مربع، امکان ورود نور به لایه‌های زیرین ستون‌های آبی محدوده تنگه هرمز را مختل نموده و متعاقباً تلفات آبزیان و انتشار گاز آمونیاک حاصل از فساد لاشه پلانکتون‌های مذکور و ایجاد اختلالات تنفسی برای جوامع محلی و جزایرنشینان عزیز جنوب را سبب شده بود.

تصویر۵: لجنی شدن آب خلیج فارس ودریای عمان متعاقب بروز پدیده کشند قرمز

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور با اشراف و آگاهی از بروز این رخداد مهم با تمام توان وارد کار شد و با تصویب هیات وزیران، مدیریت این اقدام بزرگ ملی را عهده‌دار شد. تیم‌های تخصصی از رشته‌های مختلف برای شناسایی، پایش، اقدام و کنترل رخداد مشغول بکار شدند. با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای ماهواره مودیس که در منطقه مشغول گردش بود، مساحت پیشرفت کشند و تراکم میزان کلروفیل A به شکل منظم مورد پایش قرار گرفتند.



تصویر۶: تراکم میزان کلروفیل **a** در محدوده خلیج فارس ودریای عمان ناشی از کشند قرمز (تصاویر ماهواره Modis ،فوریه ۲۰۰۹)

با بررسی پدیده‌های مشابه در جهان و به ویژه بهره‌گیری از محققین جلبک شناس کره جنوبی، نسبت به راهکارهای کنترل و مبارزه با آن مطالعات گسترده‌ای انجام شد. استفاده از خاک رس برای شکستن زنجیره‌های سلولی این پلانکتون یک توصیه کاربردی در اتفاقات مشابه در دنیا بود.

شناسایی معادن رس با میزان فسفات مشخص در سطح کشور انجام شد. برای عملیات رس‌پاشی با استفاده از ماشین‌های آتش نشانی و انتقال آنها به بارج‌های دریایی و تخلیه در محل‌های مورد نظر اجرا شد ولی وسعت لکه‌های کشندی به حدی بود که موفقیت کاملی را به همراه نداشت.

ایده استفاده از هواپیماهای سم‌پاش کشاورزی از نوآوری‌های این اقدام ملی بود که برای اولین بار در جهان به معرفی روش رس‌پاشی هوایی (Air claying) پرداخته شد. پایگاه هواپیماهای سم‌پاش در شرکت هواپیمایی خدمات ویژه در دشت قزوین بود. با حضور محققین موسسه در پایگاه هوایی مربوطه عملیات آزمایشی پاشش خاک رس به شکل پودر و یا محلول مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت با سفارش ساخت ژیگلور خاص برای نازل‌های هواپیماهای سم‌پاش، نسبت به

انتقال ۱۰ فروند هواپیمای سم‌پاش به بندرعباس اقدام شد. عملیات رس‌پاشی هوایی برای ایجاد گسست و شکست در زنجیره‌های سلولی پلانکتون کوکلودنیوم با آزمون و خطای متعدد انجام و در نهایت با موفقیت در محدوده تنگه استراتژیک هرمز انجام شد(تصویر۷)(۴).

تصویر۷: عملیات ابتکاری رس پاشی هوایی با هواپیماهای سم پاش برای اولین بار در دنیا

متخصصین و محققین حوزه‌های اکولوژی، بیولوژی، شیمی و علوم پایه موسسه دراین پروژه سنگین و عملیات بزرگ زیست محیطی و میدانی موفق به اصلاح شرایط محیطی این رخداد در گستره خلیج فارس و دریای عمان شده و از بروز تلفات و خسارات بیشتر به آبزیان و جوامع صیادی و انسانی منطقه پیشگیری نمودند.

همچنین هر ساله با اجرای پروژه‌های مختلف تحقیقاتی و ترویج یافته‌ها ودستاوردهای مربوطه اقدامات ارزنده‌ای در رفع مشکلات تخصصی شیلات با معرفی گونه‌های جدید آبزیان پرورشی، جیره‌های اقتصادی آبزیان، کیت‌های تشخیص سریع بیماری‌ها، ارزیابی ذخایر قابل بهره برداری آبزیان در دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان در جهت اعمال بهینه مدیریت صید و صیادی توسط سازمان شیلات، فرآوری و تنوع محصولات شیلاتی و غیره بعمل می‌آید(۳).

در خاتمه ضمن تشکر از فرهنگستان علوم و به ویژه گروه وزین علوم پایه، امید است با حمایت و تشویق فارغ‌التحصیلان و دانشجویان علوم پایه در کشور و همچنین اطلاع رسانی در حوزه‌های آموزش متوسطه به شناخت بیشتر دانش‌آموزان و دانشجویان کشور به اهمیت و کاربرد رشته‌های مختلف علوم پایه و اشتیاق آنان به فراگیری و اشتغال در این حوزه‌ها کمک نماید.

منابع

1. FAO , The state of world fisheries and aquaculture , towards blue transformation. Food and Agriculture Organization of the United Nations,2022 ,Rome.

۲. اژدری وهمکاران. انتقال مرجان‌های واقع در محدوده طرح توسعه بندر شهید بهشتی چابهار. دهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر وسازه‌های دریایی. ۱۳۹۱

۳. ذریه زهرا و همکاران. کارنامه فعالیت‌های موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. انتشارات موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۴۰۱

۴. مرتضوی و همکاران. گزارش نهایی طرح پایش و مقابله با کشند قرمز در خلیج فارس و دریای عمان، انتشارات موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور،۱۳۹۲

از یک ایده تا یک اختراع و تاسیس یک آزمایشگاه فوق تخصصی در حوزه فن آوری نانو امولسیون ترکیبات گیاهان دارویی

مریم کرمی-فرشته صحرایی-مهدی رحیمیان-امیرعلی انوار-سیما مرادی-حامد اهری*
دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات
مرکز تحقیقات بحران،حوادث طبیعی،آزمایشگاه فناوری نانو
DR.H.AHARI@gmail.com
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

امروزه با پیشرفت علم مردم در سراسر جهان به دنبال غذای سالم و ایمن هستند و هر روزه تحقیقات گسترده و پیشرفته‌تری در این باره انجام می‌شود. امروزه نانوامولسیون‌ها در صنایع مختلف به ویژه در صنایع غذایی مورد توجه زیادی قرار گرفته و از چالش‌های ارزشمند پیش روی محققین به شمار می‌رود. همچنین آگاهی از سیستم‌ها امولسیون برای محققان به خصوص در صنعت غذا حیاتی است. نانوامولسیون‌ها از نظر اندازه به قطرات کوچکی می‌مانند. امولسیون‌هایی با اندازه ذرات ۵ تا ۱۰۰ نانومتر به عنوان نانوامولسیون طبقه بندی می‌شوند و سیستم‌های کلوئیدی پایدار شناخته می‌شوند. آنها در مقایسه با امولسیون‌های معمولی خواص عملکردی بیشتری دارند. افزایش مساحت سطحی با کاهش اندازه ذره نانوامولسیون می‌تواند منجربه بهبود قابلیت استفاده از فیتوشیمیایی موجود در نانوامولسیون‌ها شود. ترکیب و ساختار نانوامولسیون‌ها را می‌توان برای کپسوله‌سازی و انتقال موثر ترکیبات چربی دوست زیست فعال کنترل کرد. استفاده از فرمول‌های نانوامولسیونی در صنایع غذایی – برای افزودن ارزش مواد غذایی و بهبود ماندگاری، تضمین ایمنی، کاهش هزینه و بهبود مزایای تغذیه‌ای، بهبود کیفیت غذا مانند رنگ‌ها،عوامل طعم‌دهنده، مواد مغذی نگهدارنده‌ها یا عوامل ضد میکروبی در غذاها کاربرد بالقوه ای دارند و می‌توان از آنها برای تولید پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر و فیلم‌های بسته‌بندی به منظور افزایش کیفیت، ویژگی‌های عملکردی، ارزش غذایی و ماندگاری غذاها استفاده کرد.

همچنین در صنایع مختلفی دیگری مانند کشاورزی، داروسازی، محیط زیست و بازیافت نفت کاربرد دارند. این مقاله مروری بر اصطلاحات و فرمولاسیون نانوامولسیون، رویکردهای مختلف برای تولید نانوامولسیون‌ها است که با استفاده از روش‌های پرانرژی و کم انرژی و توصیف آنها برای خواص فیزیکی، پایداری و ریزساختار متمرکز است.از یک ایده تا یک اختراع بین المللی تا یک آزمایشگاه فوق تخصصی در زمینه گیاهان دارویی در علوم و مهندسی صنایع غذایی،که با تحقیقات ممتد و گسترده از سال ۱۳۹۶ شروع و تاکنون ادامه یافته و در طی دو جلسه متوالی به فرهنگستان علوم شده شده است.

کلیدواژگان: نانوامولسیون‌ها، کپسولاسیون، روش‌های با انرژی پایین، ترکیبات زیست فعال، تخریب‌پذیری زیستی.

معرفی آزمایشگاه فناوری نانو(تحقیقات التراسونیک):

آزمایشگاه فناوری نانو با همکاری تیم تحقیقاتی خود اقدام به تحقیقات گسترده در زمینه نانو کرده است. فناوری نانو به عنوان موج چهارم انقلاب صنعتی شناخته شده است و هدف تیم تحقیقاتی این آزمایشگاه در ابتدا حفظ و افزایش کیفیت و خواص مواد غذایی ارزشمند است؛ همچنین هدف این تحقیقات گسترده برای تولید محصولات نانو با عملکرد بالا و صرفه جویی در هزینه، دستیابی به توسعه پایدار است در نتیجه این تیم تحقیقاتی تولید محصولات نانو مانند نانوامولسیون گیاهان دارویی و پوشش‌های بسته بندی نانو را در دست اقدام دارد .

مقدمه:

نانوفناوری یک تکنیک جدید است که این توانایی را دارد که بخش مواد غذایی را برای همیشه تغییر دهد. (Silva et. al 2012) نانوفناوری مطالعه، توسعه و تنظیم اجسام با اندازه های ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. (Aswathanarayan et., 2019). نانوامولسیون‌ها امولسیون‌هایی هستند که اندازه ذرات بسیار کوچکی دارند. (McClements,D.J., 2012).آنها دارای برخی ویژگی‌های منحصر به فرد مانند اندازه کوچک، افزایش سطح و حساسیت کمتر نسبت به تغییرات فیزیکی و شیمیایی هستند که آنها را به فرمول‌های ایده‌آلی در صنایع غذایی تبدیل کرده است. (Quintanilla-Carvajal MX et., 2010)

al). نانوامولسیون‌های با درجه غذایی به طور فزاینده‌ای برای بهبود قابلیت هضم، کپسولاسیون کارآمد، افزایش فراهمی زیستی و تحویل هدفمند استفاده می‌شوند.

مزایای ذکر شده نانوامولسیون‌ها نسبت به امولسیون‌های معمولی باعث افزایش کاربرد نانوامولسیون‌ها در صنایع غذایی شده است. افزون بر این، نانوامولسیون‌ها سیستم‌های جذابی در حوزه‌ی بسته‌بندی موادغذایی نیز هستند. اندازه کوچک، ظاهر شفاف و رئولوژی قابل کنترل و پایداری مکانیکی فوق‌العاده سبب شده تا مورد توجه هر چه بیشتر محققان در حوزه‌ی صنایع غذایی قرار بگیرد. همچنین آن‌ها برای کپسوله کردن مواد چربی دوست با انحلال پذیری پایین در محیط‌های آبی و افزایش ویژگی‌های عملکردی و پایداری آنها هستند. (Harwansh, et al ., 2019)

امولسیون‌ها:

امولسیون از دو مایع امتزاج ناپذیر (معمولاً روغن و آب) تشکیل شده است که یکی از آن‌ها به صورت قطرات ریز در دیگری پراکنده شده است. مایع پراکنده شده فاز پراکنده یا داخلی و مایع احاطه‌کننده قطرات فاز پیوسته، بسته یا خارجی نامیده می‌شود. (Kumar et al., 2018) امولسیون‌ها از یک فاز ناپیوسته و فاز پیوسته تشکیل می‌شود که به نوع امولسیونی بستگی دارد که از نوع روغن در آب یا آب در روغن خواهد بود(ahari.et al., 2022) امولسیون‌ها بسته به ابعاد و پایداری قطرات خود به عنوان ماکرو امولسیون، میکروامولسیون و نانوامولسیون طبقه بندی می‌شوند. به امولسیون‌هایی که بافت درشت‌تری دارند، ماکرو یا امولسیون‌های معمولی گفته می‌شود. امولسیون‌های متداول از نظر بصری کدر هستند زیرا قطر قطرات متناسب با طول موج نور مرئی است و نور فرودی را پراکنده می‌کند و آن را مات نشان می‌دهد. (2022 ,Fakhar Islam et al.) امولسیون‌ها از سه جز سورفاکتانت، روغن و فاز آبی تشکیل می‌شوند که از نظر ترمودینامیکی ناپایدار هستند (Silva HD et al., 2012) امولسیون‌ها را می‌توان به سادگی براساس توزیع و پراکندگی فازهای آب و روغن دسته‌بندی کرد. در صورتی که قطرات روغن در فاز آبی پراکنده شوند، این سیستم به عنوان امولسیون روغن در آب (O/W) نامیده می‌شود مانند شیر یا کرم. سیستم دیگر تحت عنوان امولسیون آب در روغن است که در آن، قطرات ریز آب در فاز روغن پراکنده شده‌اند (W/O) مانند کره .افزون بر موارد یاد شده، ساختارهای امولسیونی دیگری شامل انواع امولسیون‌های مختلف مانند روغن در آب در روغن (O/W/O) یا آب در روغن در آب (W/O/W) وجود دارند. به عنوان مثال، امولسیون آب در روغن در آب متشکل از قطرات آب پراکنده شده در قطرات بزرگ روغن هستند که در مقابل در فاز آبی پیوسته‌ای پخش شده‌اند. (Mc clements, Ahari)

امولسیفایرها:

قابلیت مخلوط نشدن این دو فاز و جلوگیری از ناپایداری امولسیون‌ها مانند تفکیک فاز، ته نشینی یا خامه‌ای شدن، تلفیق قطره‌ای (به‌هم پیوستن دو قطره و تبدیل شدن به یک قطره) با افزودن یک ماده امولسیون کننده یا سورفکتانت رفع می‌شود. امولسیفایرها معمولاً در امولسیون‌های غذایی استفاده می‌شوند. انتخاب سورفکتانت توسط عدد (Hydrophilic-lipophilic balance) HLB که مقادیر تعادیل آب دوستی و چربی دوستی مدیریت می‌شود و برای امولسیون روغن در آب عدد Hlb بزرگتر از ۱۰ است. (ahari.et al., 2022)

Tween 80 و یا span 80 ترکیب خوبی از خواص آب دوست یا چربی دوست را ارائه می‌دهد. توئین ۸۰ یک تثبیت کننده امولسیونی غیر یونی است که از طریق تثبیت استئاریک کار می‌کند (Amaral et al., 2015) از روش‌های امولسیونی می‌توان برای افزایش فراهمی زیستی و پایداری استفاده کرد. کپسولاسیون نه تنها فراهمی زیستی اپی گالوکاتچین گالات (EGCG) را در سراسر بدن بهبود می‌بخشد، بلکه فعالیت زیستی را در ماتریکس امولسیون نیز بهبود می‌بخشد. (2010 ,Ru et al.)

نانو امولسیون:

استفاده از نانوامولسیون‌ها در صنایع غذایی مزایای تجاری، تکنولوژیکی و علمی را به همراه دارد (Quintanilla-Carvajal 2010 ,Nguyen et al., 2016;et al.) تحقیقات نشان می‌دهد که پتانسیل ارتقای سلامت اقلام غذایی به هم افزایی یا برهمکنش مولکول‌های فعال زیستی و سایر مواد مغذی کلیدی موجود در محصولات غذایی مربوط می‌شود. (2022 ,Alshahrani et al.)

علاوه بر این، به دلیل پایداری درازمدت فراهمی زیستی کم، این ترکیبات زیست فعال ممکن است برای حفظ اثرات خود کافی نباشند. نانوامولسیون‌ها در غذاها به تدریج قابلیت هضم، کارایی کپسولاسیون و فراهمی زیستی را بهبود می‌بخشند. (McClements et al., 2011)

در نتیجه نانوتکنولوژی در کاربردهای غذایی مورد توجه بسیاری قرار گرفته است در دوره‌های اخیر یکی از نوآورانه‌ترین تکنیک‌ها برای تحویل مواد کاربردی در محصولات غذایی، نانوامولسیون‌ها هستند. ترکیبات نانوامولسیون‌های ارزش غذایی شامل: فاز روغنی-فاز حل کننده/روغن حامل-فاز

امولسیون کننده–فاز هم امولسیون کننده هستند.

مزایای نانوامولسیون‌ها:

نانوامولسیون‌ها در صنایع مختلف از جمله موادغذایی، پزشکی و داروسازی پتانسیل قابل توجهی در انتقال مناسب مواد موثره مانند داروها، ویتامین‌ها یا لیپیدها نشان داده‌اند. این روش دارای مزایای انتقال هدفمند دوز مناسبی از ماده‌ی مورد نظر و صرفه جویی در مقدار ماده مصرفی است. نانوامولسیون‌ها قادر به بهبود هدف‌گیری، جذب سطحی، کپسوله سازی، انحلال‌پذیری، دسترسی زیستی و فراهمی زیستی مواد با انحلال‌پذیری ضعیف هستند. این ویژگی‌ها به دلیل اندازه کوچک و سطح مساحت در دسترس بالای نانوامولسیون‌هاست. پایداری فیزیکی و ماکرومولکول‌ها و مواد فعال زیستی را می‌توان با استفاده از کپسوله کردن در قطرات کوچک بهبود بخشید. همچنین نانوامولسیون‌ها می‌توانند از نرکیبات فعال زیستی در برابر تخریب‌های هیدرولیتیکی و آنزیمی محافظت کنند. امروزه روش‌های بسیاری برای کنترل اندازه، ماهیت، ساختمان شیمیایی و خواص مرزی نانوامولسیون‌ها وجود دارد. (Ahari, H.et al., 2021)

افزون بر این، نانوامولسیون‌ها به دلیل سازگاری زیستی و تخریب پذیری زیستی روغن‌ها یا لیپیدها به عنوان فاز پراکنده‌کننده برای انسان ضرری ندارند و با اطمینان از آنها می‌توان در حوزه‌های داورسانی یا مواد غذایی استفاده کرد. علاوه بر این، مواد به کار رفته برای تهیه نانوامولسیون‌ها اغلب در دسترس و ارزان قیمت هستند. از نقطه نظر ماندگاری مواد غذایی، نانوامولسیون‌ها می‌توانند محافظت بلندمدتی را در بهترین سطح فراهم نمایند.

انواع ناپایداری‌ها در ناتو امولسیون‌ها:

ناپایداری امولسیون‌ها یکی از مباحث چالش برانگیز در زمینه تهیه آن‌ها است. چهار نوع ناپایداری در امولسیون‌ها وجود دارد که عبارتند از:
لختگی، ته‌نشینی یا خامه‌ای شدن، انعقاد، تکامل استوالد.

تکنیک‌های آماده سازی نانو امولسیون:

تولید نانوامولسیون‌ها شامل دو دسته کلی روش‌های انرژی بالا و انرژی پایین است که مرسوم‌ترین آنها در صنایع غذایی، روش‌های با انرژی بالا هستند که در تولید با مقیاس بالا و استفاده از طیف وسیعی از روغن‌ها و امولسیفایرها کاربرد دارند. که در تمام این روش‌ها نیروهای شکننده قوی ایجاد شده و به طور مکانیکی فاز روغنی را به قطرات بسیار کوچکی می‌شکند و در فاز آبی پراکنده می‌کند که شامل موارد زیر هستند. اساس روش با انرژی بالا، انرژی مکانیکی است که از جریان‌هایی مانند کاویتاسیون به دست می‌آید، اما روش با شدت پایین بر اساس فرآیندهای فیزیکوشیمیایی است. روش‌های حرارتی شامل دمای وارونگی فاز (PIT) و روش‌های همدما شامل امولسیون سازی خود به خود (SE) و وارونگی فاز امولسیونی (EPI) است. همچنین امروزه شواهد زیادی برای مقایسه رویکرد کم‌شدت با شدت بالا وجود دارد و برخی از آن‌ها بیان می‌کنند که در روش کم‌انرژی، تجهیزات گران قیمت و خاص نیستند و این مزیت بسیار مهمی در صرفه‌جویی انرژی و هزینه است.
همچنین برخی از محققین بیان می‌کنند که در روش پرانرژی برای تشکیل قطرات کوچک به غلظت بسیار کمتری از سورفکتانت نیاز داریم.

در روش‌های با انرژی بالا، انرژی مورد نیاز برای شکستن و اختلاط فازهای روغن و آب از نیروهای مکانیکی به کار رفته در سیستم (مانند کشش، تلاطم و کاویتاسیون) تامین می‌شود و مهمترین وسایل مکانیکی مورد استفاده در ساخت نانوامولسیون‌ها عبارتند از: همگن سازی شیر فشار بالا، میکروسیال سازی، فراصوت، امولسیون سازی روتور–استاتور و امولسیون غشایی. از سوی دیگر، در روش‌های کم انرژی، بیشتر انرژی آزاد تشکیل امولسیون‌ها از فرآیندهای فیزیکوشیمیایی حاصل می‌شود. (Solans c.et al., 2003) برخی از محققان بررسی کرده‌اند که روش‌های کم انرژی را می‌توان به روش‌های حرارتی و غیر حرارتی تقسیم کرد. که در آن روش‌های غیر حرارتی به تغییرات در ترکیب مربوط می‌شوند و شامل امولسیون سازی خود به خود (SE) و وارونگی فاز امولسیونی (EPI) هستند، در حالی که روش‌های حرارتی مبتنی بر تغییرات دما در تولید ذرات کوچک است که شامل دمای وارونگی فاز (PIT) است. (Komaiko JS et al., 2016)

روش‌های با انرژی بالا شامل همگن‌سازی، اولتراسونیک و ریزسیال‌سازی هستند. از مزایای روش‌های پرانرژی که بعضاً آنها را نسبت به روش‌های کم انرژی برتری می‌دهد، می‌توان به استفاده کمتر از سورفکتانت نسبت به روغن اشاره کرد (Ozturk B.et al., 2014)، استفاده از امولسیفایرهای طبیعی، استفاده از این روش در مقیاس‌های صنعتی و بزرگ، تولید سیستم‌های پایدار و چگال، استفاده از ترکیباتی با ویسکوزیته بالا یا پایین (Ahari, H.et al., 2019)

هموژنایزر فشار بالا

در این روش، پمپی در دستگاه تعبیه شده است که از طریق توزیع قطرات کوچک با فشار بسیار بالا ۵۰ تا ۲۰۰ MP

می‌تواند پیش امولسیون را به نانوامولسیون تبدیل کند. این بدان معنا است که مخلوط تحت تاثیر فشار و با عبور از شیر کوچکی به سرعت پمپاژ می‌شود. استفاده از این روش منجر به تشکیل ذرات بسیار ریز می‌شود.

میکروسیال‌سازی:

مواد مورد نظر از طریق مخزن ورودی داخل سیستم شده و با فشار بسیار بالا (۳۰۰–۱۰۰ Mpa) به ظرف واکنش تزریق شده و ذرات بسیار ریزی را تولید می‌کنند. جریان‌های خوراک با فشار بسیار بالا مانند کاویتاسیون به منظور تولید ذرات بسیار کوچک و ریز استفاده می‌شوند.

روش غشایی:

در این روش، تهیه امولسیون به طور مستقیم با استفاده از دو مایع مجزا و از طریق عبور دادن یک مایع (فاز پراکنده یا میانی) از یک غشا حاوی مایع امتزاج ناپذیر دیگر (فاز پیوسته یا خارجی) صورت گرفته و تحت عنوان امولسیفیکاسیون غشایی مستقیم نامیده می‌شود. (Piacentini E. et al., 2014)

– هموژنایزر فراصوت:

روش دیگری که برای تولید نانوامولسیون‌ها مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از امواج فراصوت است. نانوامولسیون‌ها به طور معمول با استفاده از وسیله‌ای تهیه می‌شوند که متشکل از یک پروب، ژنراتور (فرکانس استاندارد ۲۴ kHz– ۲۰) و مبدل پیزوالکتریک است. مبدل پیزوالکتریک وسیله‌ای است که نوسانات الکتریکی را به نوسانات مکانیکی با فرکانس مشابه تبدیل می‌کند. ارتعاشات مکانیکی ایجاد شده توسط مبدل پیزوالکتریکی تقویت شده و به امواج صوتی در نوک پروب تبدیل می‌شوند. امواج فراصوت به سیال منتقل شده و منجر به ایجاد امواجی با فشار بالا و در نهایت تشکیل حباب‌های کوچکی در نزدکی نوک پروب می‌شوند. این نوع کاویتاسیون صوتی یا آکوستیک یکی از مهمترین عواملی است که می‌تواند باعث تشکیل قطرات ریز در مقیاس نانو در حین همگن‌سازی امولسیون شود. (Leong T. et al., 2017)

روش‌های کم انرژی:

روش‌های کم انرژی به طور عمده براساس رهایش مواد شیمیایی از اجزا و ترکیبات تشکیل دهنده‌ی فرمولاسیون یا به دلیل تشکیل خود به خودی قطرات در مرز میان فازهای آب و روغن هستند که به شدت به ماهیت مولکول‌های فعال سطحی و ساختار و پایداری مولکولی آن‌ها بستگی دارد.
روش‌های تهیه امولسیون‌ها با استفاده از انرژی پایین به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شود: حرارتی و غیرحرارتی. همان طور که از نام روش مشخص است، تهیه نانوامولسیون‌ها با استفاده از رویکردهای غیرحرارتی مبتنی بر ایجاد تغییراتی در ساختمان شیمیایی و اجزای سازنده آنها است که منجر به امولسیون سازی خود به خودی (شامل یک روغن آبگریز، امولسیفایر آبدوست، حلال آلی و آب) و وارونگی فاز امولسیون می‌شود (ahari). در حالی که در روش‌های برپایه حرارت و گرما، تهیه نانوامولسیون‌ها از طریق اعمال تغییراتی در دما یا تغییرات بار الکتریکی یا pH صورت می‌گیرد که در نهایت منجر به وارونگی فاز می‌شود. (Ahari H .et al., 2021)

در سال‌های اخیر، روش‌های امولسیون‌سازی با انرژی پایین توجه محققان بسیاری را به خود جلب کرده است زیرا آن‌ها قادر هستند امولسیون‌های بسیار کوچکی را با هزینه‌های عملیاتی کم و تجهیزات ارزان‌قیمت‌تر نسبت به روش‌های پرانرژی تهیه نمایند که شامل روش‌های زیر می‌باشند:
(Date AA,et al., 2010) (Nasiri, M et al., 2019)

امولسیون‌سازی خود به خودی:

این رویکرد یکی از مهمترین روش‌های تولید امولسیون کم انرژی است و زمانی این پدیده رخ می‌دهد که دو مایع امتزاج‌پذیر با سطوح انرژی آزاد متفاوت در تماس با یکدیگر قرار بگیرند. در این روش، تشکیل قطرات با تیتراسیون فاز روغنی در فاز آبی به دست می‌آید. به این صورت است که یک فاز آلی وجود دارد که در داخل فاز آبی ریخته شده و با آن مخلوط می‌شود یا یک سورفکتانت چربی دوست و یک حلال که قابل امتزاج در آب هستند و فاز آبی حاوی آب و سورفکتانت آبدوست است. (Nasiri, M. et al., 2019) (2004 (Bouchemal K et al.,

روش‌های معکوس کردن فاز (EPI):

یکی دیگر از روش‌های تولید امولسیون کم انرژی است که شامل افزودن فاز آبی به فاز روغنی درخلال همزدن آن و به طور معمول شامل روغن و سورفکتانت است. اساس این روش مبتنی بر یک تغییر ناگهانی یا وارونگی فاز است (zhang). هنگامی که ابتدا فاز آبی در فاز آلی تیتر می‌شود، امولسیون آب در روغن تشکیل شده و در صورتی که مقدار آب بیشتری به آن اضافه شود، یک فاز کریستالی مایع ممکن است ایجاد شود که بسیار ویسکوز بوده و مانع از همزدن پیوسته شود. به نظر می‌رسد که تشکیل فاز کریستال مهمترین مرحله‌ی حدواسط در تولید نانوامولسیون‌ها باشد که منجر به تولید میکروامولسیون‌های دو لایه‌ای شده که در نهایت تجزیه شده و به قطرات بسیار کوچکی تبدیل می‌شود.
(Zhang T.et al., 2015) (Hategekimana.et al., 2015)

روش دمای معکوس کردن فاز (PIT) :

این روش همانند سایر روش‌های با انرژی پایین نیازی به استفاده از تجهیزات خاص و پیشرفته ندارد. این روش مبتنی بر استفاده از یک سورفکتانت غیریونی آبدوست، روغن و آب است که در مراحل مختلف با یکدیگر ترکیب می‌شوند. این فرآیند منجر به توزیع و پراکندگی میکروامولسیون‌های دوپیوسته شده که در نهایت قطرات روغنی ریز و نانوامولسیون‌های روغن در آب تهیه می‌شوند. در این روش برای این که معکوس شدن رخ دهد، سیستم بایستی از فاز حدواسط کریستال مایع یا میکروامولسیون دو پیوسته عبور کرده و قطرات ریز نانوامولسیون روغن در آب یا آب در روغن ایجاد شوند (Saberi AH. Et al., 2015)(N.et al., 2009 Anton).

نتیجه گیری:

در حال حاضر رایج‌ترین روش برای تولید نانو امولسیون‌ها، روش‌های پرانرژی هستند. زیرا یک روش شناخته شده است و همچنین از این روش می‌توان در مقیاس وسیع از روغن و امولسیفایر استفاده کرد.
اما در مقابل می‌توان به ایمنی روش‌ها اشاره کرد که از معایب آن به حساب می‌آیند. به طور مثال اگر از امواج فرا صوت زیاد استفاده شود در مواد غذایی موجب اکسیداسیون لیپید یا دناتوره شدن پروتئین می‌شود. (McClements DJ.et al., 2011) و یا در روش هموژن–تبخیر حلال‌ها معمولا مقادیر بالا حلال آلی برای تولید استفاده می‌شود و قبل از ارائه محصول باید این حلال‌ها حذف شوند که می‌تواند هزینه بر باشد و همچنین مشکلات زیست محیطی را می‌تواند در پی داشته باشد. (Troncoso, E.et al., 2021)

منابع

Ahari H, Nasiri M. Ultrasonic Technique for Production of Nanoemulsions for Food Packaging Purposes: A Review Study. Coatings. 2021 Jul 14;11(7):847.

Ahari, H. and Naeimabadi, M., 2021. Employing nanoemulsions in food packaging: Shelf life enhancement. Food Engineering Reviews, 13(4), pp.858-883.

Ahari, H. ,Avar A, Allahyari S ,Naemabadi M,Ebntorab M,Moradi S and Alvandi H.Nanoemulsion in food technology development, characterization and applications.A book.2022

Anton N, Vandamme TF. The universality of low-energy nanoemulsification. International Journal of Pharmaceutics. 2009;377(1-2):142-7

Alshahrani SM (2022) A judicious review on the applications of chemotherapeutic loaded nanoemulsions in cancer management. J Drug Deliv Sci Technol 103085

Aswathanarayan JB, Vittal RR (2019) Nanoemulsions and their potential applications in food industry. Front Sustain Food Syst 3:95

Bouchemal K, Briançon S, Perrier E, Fessi H. Nano-emulsion formulation using spontaneous emulsification: solvent, oil and surfactant optimization. International Journal of Pharmaceutics. 2004;280(1-2):241-51

Date AA, Desai N, Dixit R, Nagarsenker M. Self-nanoemulsifying drug delivery systems: formulation insights, applications and advances. Nanomedicine. 2010;5(10):1595-616

Harwansh RK, Deshmukh R, Rahman MA (2019) Nanoemulsion: promising nanocarrier system for delivery of herbal bioactives. Journal of Drug Delivery Science and Technology 51:224-233

Hategekimana J, Zhong F. Degradation of vitamin E in nanoemulsions during storage as affected by temperature, light and darkness. International Journal of Food Engineering. 2015;11(2):199-206

Armghan Khalid. «Food grade nanoemulsions: promising delivery systems for functional ingredients.» Journal of Food Science and Technology (2022):1-11.

Kumar DL, Sarkar P (2018) Encapsulation of bioactive compounds using nanoemulsions. Environ Chem Lett 16(1):52-70

Komaiko JS, McClements DJ. Formation of food-grade nanoemulsions using low-energy preparation methods: A review of available methods. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016;15(2):331-52

Leong T, Juliano P, Knoerzer K. Advances in ultrasonic and megasonic processing of foods. Food Engineering Reviews. 2017;9(3):237-56

McClements, D.J. (۲۰۱۲). Nanoemulsions versus microemulsions: terminology, differences, and similarities. Soft matter, 8: 1719-1729

McClements, D. J. and Rao, J. (2011). Food- Grade Nanoemulsions: Formulation, Fabrication, Properties, Performance, Biological Fate, and Potential Toxicity. Critical Reviews in Food Science and Nutrition,51:285-330
McClements DJ. Food emulsions: principles, practices, and techniques: CRC press; 2015

McClements DJ (2011) Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance. Soft Matter 7(6):2297-2316

Nasiri, Mina, Anousheh Sharifan, Hamed Ahari, Amir Ali Anvar, and Shapour Kakoolaki. «Food-grade nanoemulsions and their fabrication methods to increase shelf life.» (2019):26-31.

Nasiri, M., Sharifan, A., Ahari, H., Anvar, A.A. and Kakoolaki, S., 2019. Food-grade nanoemulsions and their fabrication methods to increase shelf life.

Nguyen TTL, Anton N, Vandamme TF (2016) Nutraceutical compounds encapsulated by extrusion–spheronization. New Polym Encapsul Nutraceutical Compd 195–230

Ozturk B, Argin S, Ozilgen M, McClements DJ. Formation and stabilization of nanoemulsion-based vitamin E delivery systems using natural surfactants: Quillaja saponin and lecithin. Journal of Food Engineering. 2014;142:57-63.

Piacentini E, Drioli E, Giorno L. Membrane emulsification technology: Twenty-five years of inventions and research through patent survey. Journal of Membrane Science. 2014;468:410-22

Qian, CH and McClements, D.J. (2010). Formation of nanoemulsions stabilized by model food-grade emulsifiers using high-pressure homogenization: Factors affecting particle size. Food Hydrocolloids, 25 :1000-1008.

Quintanilla-Carvajal MX, Camacho-Dı´az BH, Meraz-Torres LS, Chanona-Pe´rez JJ, Alamilla-Beltra´n L, Jimene´z-Aparicio A, Gutie´rrez-Lo´pez GF (2010) Nanoencapsulation: a new trend in food engineering processing. Food Eng Rev 2(1):39-50

Ru Q, Yu H, Huang Q (2010) Encapsulation of epigallocatechin-3-gallate (EGCG) using oil-in-water (O/W) submicrometer emulsions stabilized by i-carrageenan and b-lactoglobulin. J Agric Food Chem58(19):10373-10381

Saberi AH, McClements DJ. Fabrication of protein nanoparticles and microparticles within water domains formed in surfactant–oil–water mixtures: Phase inversion temperature method. Food Hydrocolloids. 2015;51:441-8.

Silva HD, Cerqueira MAˆ , Vicente AA (2012) Nanoemulsions for food applications: development and characterization. Food Bioprocess Technol 5(3):854-867

Solans C, Esquena J, Forgiarini AM, Uson N, Morales D, Izquierdo P, et al. Nano-emulsions: formation, properties, and applications. Surfactant Science Series. 2003;109:525-54.

Tadros T, Izquierdo P, Esquena J, Solans C. Formation and stability of nano-emulsions. Advances in Colloid and Interface Science. 2004;108:303-18.

Troncoso, E., Aguilera, J.and McClements, D.J.(2012). Fabrication, characterization and lipase digestibility of food-grade nanoemulsions. Food Hydrocolloids, 27:355-363

Wulff-Perez, M., Torcello-Go´mez, A., Ga´ lvez- Ruı´z, M.J. and Martı´n-Rodrı´guez, A. Stability of emulsions for parenteral feeding: Preparation and characterization of o/w nanoemulsions with natural oils and Pluronic f68 as surfactant. Food Hydrocolloids, 23 :1096-1102.

Zhang T, Xu Z, Cai Z, Guo Q. Phase inversion of ionomer-stabilized emulsions to form high internal phase emulsions (HIPEs). Physical Chemistry Chemical Physics. 2015;17(24):16033- 9.

ریز کارخانه‌های زیستی تولید کننده نانوذره مغناطیسی، باکتری‌های مغناطیس‌گرا

فاطمه هنربخش، فاطمه محمدی پناه
آزمایشگاه زیست فناوری دارویی. دانشکده زیست شناسی. دانشکدگان علوم. دانشگاه تهران
محمدعلی فرامرزی
آزمایشگاه بیوتکنولوژی آنزیم، دپارتمان بیوتکنولوژی دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
fmohammadipanah@ut.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

چکیده

چکیده باکتری‌های مغناطیس‌گرا به عنوان منابع شیمی سبز تولید نانو ذرات مورد توجه قرار گرفته‌اند. نانو مواد مغناطیسی در این باکتری‌ها در اندامک درون سلولی با غشای دولایه تحت عنوان مگنتوزوم تولید شده و سبب گرایش و حرکت آن‌ها به قطب شمال یا جنوب زمین می‌شوند. باکتری‌های مغناطیس‌گرا در شرایط کم اکسیژن، مگنتوزوم را می‌سازند و بیشتر از رسوبات آبی قابل جداسازی هستند.. همه باکتری‌های مغناطیس‌گرا که تاکنون شناسایی شده‌اند گرم منفی هستند و هیچ مورد گرم مثبت گزارش نشده است. باکتری‌های مغناطیسی تاکنون در ۱۳ شاخه از ۳۴ شاخه قابل کشت باکتریایی جداسازی شده‌اند Proteobacteria, Nitrospirota, Omnitrophota, Latescibacterota, Planctomycetota, Nitrospinota, Hydrogenedentota, Elusimicrobiota, Fibrobacterota, Riflebacteria, desulfobacterota , Bdellovibrionota, UBA1019. منشا رفتار گرایش مغناطیسی[1] در بین همه باکتری‌های مغناطیس‌گرا از جد مشترک در هر شاخه بوده است که گسترش پیدا کرده است و انتقال افقی ژن[2] منشا توزیع آن‌ها بین شاخه‌های مختلف است. در باکتری‌های مغناطیس‌گرا ۸۹۱ ژن مربوط به مگنتوزوم درجزیره ژنی مگنتوزوم[3]، کشف شده که برخی ژن‌های آن مانند ژن‌های پروتئین‌های Mam B، MamQ، MamT، MamM، MamK و MamA برای ایجاد مگنتوزوم ضروری هستند. مگنتوزوم‌ها طیف متنوعی از کاربردها را دارند از جمله: تشخیص، جداسازی، پاکسازی، درمان و تحویل هدفمند. این نانوذرات مغناطیسی ایجاد شده توسط باکتری‌های مغناطیس‌گرا نسبت به آن‌هایی که به طور شیمیایی سنتز می‌شوند برتری‌هایی از جمله وجود مغناطیس پایدار در دمای محیط، یکنواختی شکلی و اندازه، کم خطر بودن آن برای طبیعت و انسان، دارند. با توجه به پتانسیل کاربردهای گسترده مگنتوزوم‌ها و ویژگی‌های منحصر بفرد آن‌ها نیاز است منابع جدید و باکتری‌های جدید یافت و شناسایی شوند.

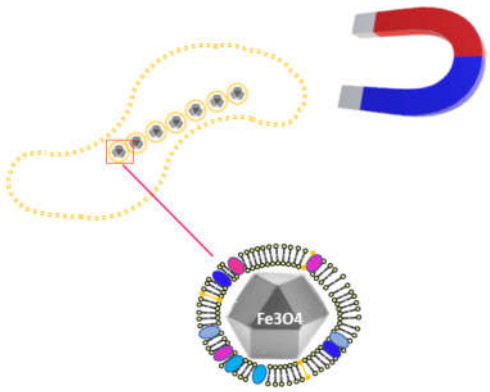
کلیدواژگان: باکتری‌های آبزی. میدان مغناطیسی زمین. باکتری‌های مغناطیس‌گرا. نانوذرات مغناطیسی میکروبی

باکتری‌های مگنتوتاکتیک

باکتری‌های مغناطیس‌گرا، باکتری‌هایی هستند که ساختاری با غشا دولایه به نام مگنتوزوم را شکل می‌دهند که حاوی نانوذرات مگنتیت یا گریگایت[4] هستند و اغلب در محیط‌های مرزی لایه‌های دارای اکسیژن و فاقد اکسیژن[5] حضور دارند. این شیب اکسیژن و احیا در محیط‌های رسوبات و ستون‌های آبی وجود دارد. ریچارد بلکمور اولین فردی بود که در سال ۱۹۷۵ اصطلاح مگنتوتاکسیس[6] و مگنتوتاکتیک باکتر[7] را به کار برد. این ریز موجودات از نظر تبارزایی، شکل و فیزیولوژی گروه متنوعی از گرم منفی‌ها هستند که اندامک خاص به نام مگنتوزوم را می‌سازند که باعث رفتار مغناطیسی باکتری می‌شود [۱] .

آماده‌سازی شرایط رشد مشابه واقعیت مشکل است بنابراین روش‌های متعددی برای خالص‌سازی این باکتری‌ها توسعه یافته و به کار گرفته شده است. گزارش شده است که فقط سویه‌های متعلق به مگنتواسپریلیوم[8] در کشت خالص به دست آمده‌اند [۲].

1. Magnetotaxis
2. Horizontal gene transfer
3. Magnetosome island genes
4. The magnetite (Fe_3O_4) and the greigite (Fe_3S_4)
5. (OAI: oxic-anoxic interface)
6. Magnetotaxis
7. Magnetotactic bacteria
8. Magnetospirillum



شکل ۱-۱. نمای شماتیک باکتری مغناطیس‌گرا نسبت به میدان مغناطیس جهت‌گیری دارد، باکتری دارای زنجیره‌ای از مگنتوزوم است که در یک راستا نسبت به مغناطیس قرار گرفته‌اند. مگنتوزوم حاوی نانوذره Fe_3O_4 است که در باکتری‌های متفاوت این کریستال نانوذره شکل متفاوت دارد.

مگنتوتاکسیس (گرایش مغناطیسی)

باکتری‌های مغناطیس‌گرا به واسطه وجود اندامک درون سلولی موسوم به مگنتوزوم دارای گرایش مغناطیس هستند. معمولا مگنتوزوم‌ها دارای آرایش زنجیره‌ای در طول محور بلند بدنه باکتری هستند. باکتری‌های کروی شکل مغناطیس‌گرا نسبت به اشکال دیگر اما شبیه به کره حرکت سریعتری در معرض میدان مغناطیس داشتند. بنابراین جهت‌یابی مغناطیسی این باکتری‌ها وابسته به شکل باکتری نیز است. دیده شده است که جهت‌یابی باکتری کامل مغناطیس‌گرا نسبت به مگنتوزوم خارج شده از باکتری قوی‌تر بوده است. بررسی فرایند جهت‌یابی نشان داده است که فاصله بین مگنتوزوم‌ها با هم در زنجیره مگنتوزوم موجود درون باکتری بسیار تاثیرگذار است. فاصله زیاد بین مگنتوزم‌ها به نفع هم‌ترازی قوی نیست فاصله زیاد بین مگنتوزوم‌های داخل زنجیره سبب کاهش قدرت جهت‌گیری مغناطیسی باکتری می‌شود [۳].

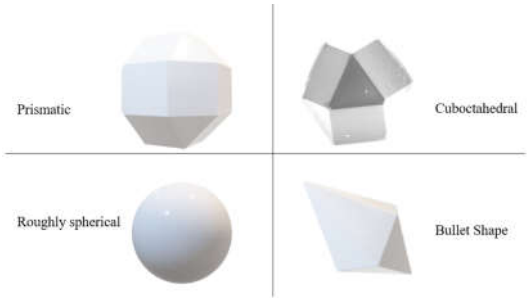
مگنتوزوم

مگنتوزوم ساختار منشا گرفته از غشای دولایه سلول است که حاوی نانوذرات مغناطیسی با اندازه‌ای حدود ۲۵ تا ۵۰ نانومتر است و به خاطر سمیت پایین، شکل یک دست و ممان دوقطبی پایدار در دمای محیط در مقایسه با نانوذرات ساخته شده از طریق فیزیکوشیمیایی گزینه مناسب‌تری در کاربرد صنعتی است. ساخت فیزیکوشیمیایی نانوذرات مغناطیس گران و پرهزینه است [۴] .

نانوذرات ساخته شده به روش بیولوژیکی و در داخل ساختار مگنتوزوم نسبت به آن‌هایی که از طریق فیزیکوشیمیایی تهیه شدند ویژگی‌هایی دارند که از جمله: مونودومین‌هایی که خاصیت مغناطیس پایدار در دمای محیط دارند؛ خلوص بالاتری دارند؛ و اندازه و شکل متحد و یکسان دارند [۵]. آن‌ها ویژگی‌های دیگری نیز دارند مانند: سمیت بسیار پایین، پوشش غشا، ویژگی‌های فرومغناطیس، توانایی توزیع و پراکندگی. این ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی برای کاربرد بالقوه آن‌ها در صنعت ضروری است [۶], [۷].

ساختار مگنتوزوم

به طور کلی مگنتوزوم‌ها سایزی در حدود ۳۰ تا ۱۲۰ نانومتر دارند که برای کاربردهای متنوعی مناسب است. کاربردهای مگنتوزوم شامل تشخیص و ردیابی، پاکسازی، درمان و دارورسانی و پایدار کردن کاتالیست روی مگنتوزوم است. یک سلول می‌تواند یک یا چند زنجیره مگنتوزوم شکل دهد که رفتار مغناطیسی باکتری را ایجاد می‌کند [۸]. کریستال نانوذره اشکال متفاوت دارد برای مثال، باکتری Magnetospirillum Magnetospirillum و 1–magneticum AMB 1–gryphiswaldense MSR ساختار مکعب هشت‌وجهی[1] دارد، 1–Magnetovibrio blakemorei MV شکل متقارن[2] دارد، 1–Desulfovibrio magneticus RS شکل گلوله[3] و Pseudomonas aeruginosa SK-H21 شکل گرد[4] دارد [۹], [۱۰].



شکل ۱-۲. اشکال متفاوت نانوذره مغناطیس محصور شده در مگنتوزوم‌ها در گونه‌های متفاوت.

مگنتوزوم‌ها ساختارهای درون سلولی مگنتیت و یا گریگایت پوشیده شده از غشا دو لایه‌اند که از غشا سیتوپلاسم منشا گرفته اند که باکتری را قادر می‌سازد در راستای میدان مغناطیس جهت‌گیری کند. در حدود ۵۰٪ پوشش مگنتوزوم از فسفولیپید و حاوی فسفاتیدیل‌اتانول‌آمین است که به این سبب انتهای آمین را فراهم می‌کند، این انتهای آمینی می‌تواند از

1. Cubo- octahedral
2. Prismatic
3. Bullet
4. Roughly spherical

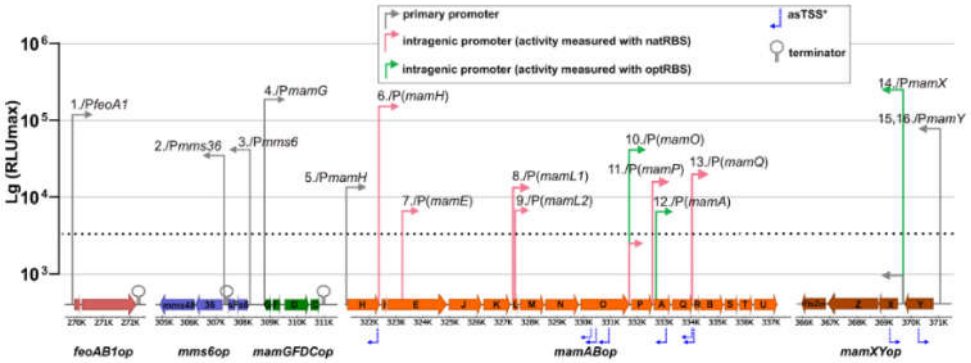
طریق روش‌های مختلف اتصال زیستی به زیست‌مولکول‌های مختلف متصل شوند [۱۱].

Mam A در بین پروتئین‌های مگنتوزوم فراوان‌ترین پروتئین است [۱۲] و بر روی بایومینرالیزه[1] شدن کریستال مگنتیت موثر است چون با تغییر آن تجمع آهن در طول زنجیره مگنتوزوم تغییر می‌کند اما نقشی در شکل‌گیری غشا ندارد [۱۳]. در شرایط شکل‌گیری مگنتوزوم، یعنی در شرایط کم‌اکسیژن پروتئین Mms6 در طول زنجیره ساختار مگنتوزوم قرار می‌گیرد اما در شرایط هوازی این زیرواحدهای Mms6 پراکنده می‌شوند. وقتی ساختار مگنتوزوم در حال تشکیل است استقرار پروتئین‌های سهیم در ساخت مگنتوزوم زیر ساز و کار تنظیم فضایی قرار می‌گیرد. قسمت انتهایی C پروتئین Mms6 بسیار اسیدی است [۱۴] قسمت میانی تا قسمت انتهایی C پروتئین Mms6 دارای اسیدآمینه‌های ضروری است. قسمت انتهایی C پروتئین Mms6 و Mms7 حاوی اسیدآمینه‌های گلوتامیک اسید و آسپارتیک اسید است [۱۵]. منطقه انتهایی C برای شروع شکل‌گیری هسته کریستال در طول ایجاد مگنتیت و مستقیما در شکل کریستال مگنتیت در شرایط in vitro است. Mam A توسط موتیف TPR به Mms6 پروتئین غشایی مگنتوزوم متصل می‌شود. موتیف TPR در پروتئین Mam A باعث سرهم‌بندی خودبخودی آن در شکل شبیه به قلاب می‌شود [۱۴]–[۱۶]. پروتئین MamB عضو خانواده تسهیل‌کننده انتشار کاتیون[2] CDF با یک مکان اتصال فلز است. دومین انتهایی c سیتوزولی[3] (CTD) و دومین غشا گذر[4] (TMD) پروتئین Mam A و MamM برهمکنش دارند. این برهمکنش که در هترودایمرهای CTD رایج است سبب ایجاد ساختار v شکل می‌شود [۱۷], [۱۸]. MamB در باکتری‌های مغناطیس‌گرا دو نقش را ایفا می‌کند یکی انتقال مستقیم آهن و دیگری در تشکیل وزیکول غشا مگنتوزوم است. مکان اتصال فلز Zn1 و مکان اتصال در TMD در کانی سازی مگنتیت مهم و حیاتی است [۱۹].

پروتئین‌های Mam K، Mam Y و Mam J مسئول شکل‌گیری زنجیره مگنتوزوم هستند. پروتئین Mam Y یک پروتئین انتگرال غشایی است که در غشای داخلی سلول و مگنتوزوم جاگیر شده است. MamY می‌تواند بخش انحنا را در باکتری های مغناطیس‌گرا که غشای مارپیچ و خمیده دارند حس کند و این خط انحنا را دنبال می کند تا مگنتوزوم ها و محور موتوری باکتری‌های مغناطیس‌گرا مارپیچی را همسو کند. Mam K یک پروتئین شبه اکتین[5] است که در تصحیح جاگیری مگنتوزوم‌های متصل در سلول شرکت دارد. Mam J یک پروتئین آداپتور بدون ساختار است، که غشای مگنتوزوم را با رشته MamK پیوند می دهد تا به فرایند دینامیک MamK برای ایجاد زنجیره مگنتوزوم‌های کامل کمک کند [۲۰].

ژن‌های سازنده مگنتوزوم

این باکتری‌ها حاوی ژن‌هایی تحت عنوان جزیره مگنتوزوم[6] هستند که وابسته به رفتار مغناطیسی باکتری‌ها می شود. در باکتری‌های مغناطیس‌گرا ۸۹۱ ژن مربوط به مگنتوزوم در جزیره ژنی مگنتوزوم ، کشف شده که برخی ژنهای آن مانند MamK، MamM، MamT، MamQ، MamB و MamA برای ایجاد مگنتوزوم ضروری هستند [۲۱]. این ژن‌ها مسئول جذب آهن، شکل‌گیری و جهت‌گیری مگنتوزوم و هسته‌سازی کریستال هستند. فرض شده این ژن‌ها در این باکتری‌ها از طریق انتقال ژن افقی از جد مشترک کسب شده است.



شکل ۱-۳. موقعیت پروموتر[7] خوشه‌های ژن مگنتوزوم در باکتری مگنتواسپریلوم گریفیس والدنس[8] [۲۲].

1. Biomineralization
2. Cation Diffusion Facilitator
3. Cytosolic C-Terminal Domain
4. Transmembrane Domain
5. Actin-like protein
6. Magnetosome island genes
۷. Promoter توالی از ژنوم که پروتئین برای رونویسی به آن متصل می‌شود.
8. Magnetospirillum gryphiswaldense

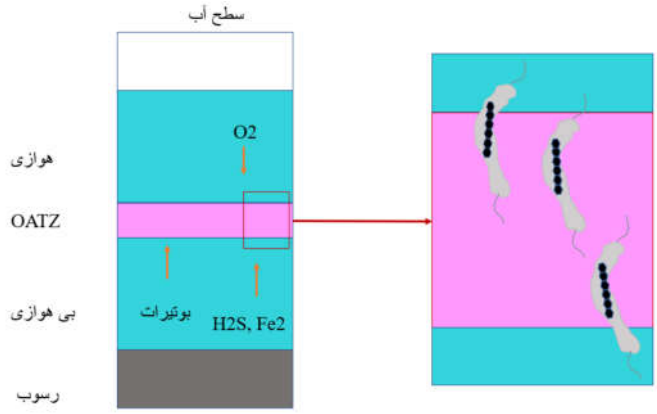
تاکسونومی باکتری‌های مغناطیس‌گرا شناخته شده

از شناخته شده ترین باکتری‌ها، چه آن‌هایی که کشت شده‌اند و چه آن‌هایی که کشت نشده‌اند، به طور فیلوژنتیکی مربوط به کلاس آلفا، گاما و دلتاپروتئوباکترها از شاخه پروتئوباکترها و جزء گروهی از شاخه نیتروسپیرا هستند [۲۳]. در تحقیقات متاژنومیک باکتری‌های مغناطیس‌گرا در این ۱۳ شاخه دسته‌بندی شدند: Proteobacteria,Nitrospirota,Omnitrophota,Latescibacterota,Planctomycetota,Nitrospinota,Hydrogenedentota,Elusimicrobiota,Fibrobacterota,Riflebacteria,Bdellovibrionota,UBA1019 desulfobacterota. [۹] وی لین[1] و همکارانش اولین تحقیق متاژنوم در سطح وسیع را انجام دادند نمونه‌های جمع‌آوری شده از قطب جنوب و شمال که شامل ۲۸ ژنوم باکتری‌های مغناطیس‌گرا کشت نشدنی بوده است [۲۴] که به طور قابل توجه شاخه پروتئوباکترها، نیتروسپیرا و امنیتروفیکا رو پوشش می‌دادند و اولین شواهد ژنومی از زتاپروتئوباکترها و کلاس "Candidatus Lambdaproteobacteria" دیده شد. این ژن‌ها که مسئول ساخت پروتئین‌های مگنتوزوم و شکل‌گیری و جهت‌گیری مگنتوزوم هستند در بین آن‌هایی که از نظر فیلوژنتیکی شباهت بیشتری دارند نسبت به آن‌هایی که تاکسونومی متفاوتی دارند بیشتر محافظت شده هستند [۲۴].

منشا رفتار مغناطیسی "magnetotaxis" در بین همه باکتری‌های مغناطیس‌گرا تک‌شاخه ای، از جد مشترک گسترش پیدا کرده است و انتقال افقی ژن بین شاخه‌های مختلف دلیل توزیع آن‌هاست [۲۵]. مانتیل و همکارانش در سال ۲۰۱۹ گزارش دادند که یه همزیستی بین پروتیست‌های دریایی مانند سیمبیونتیدا و اوگلنوزوآ با دلتاپروتئوباکترها در رسوبات بی هوازی دریایی سبب کسب توانایی ساخت کریستال‌های نانوذرات مغناطیسی شده است [۲۶]. در این کنسرسیوم توانایی حرکت از موتور حرکتی پروتیست به دست آمده و توانایی جهت‌گیری به سمت میدان مغناطیس از دلتاپروتئوباکتر ایجاد شده است که یک نمونه عالی از اکتساب رفتار مغناطیسی از طریق همزیستی است [۲۷]. فرض شده است که تاریخچه دست‌یابی به رفتار مغناطیسی اوگلنوزوآ از دلتاپروتئوباکترها و به دنبال آن توسط گونه‌زایی گسترش یافته است [۲۸].

پراکندگی جغرافیایی باکتری‌های مغناطیس‌گرا

این باکتری‌ها از رسوبات دریا، رودخانه، برکه و حتی زیستگاه‌های با نمک بالا در ستون‌های آبی طبقه‌بندی شده از نظر شیمیایی در این محیط‌ها پیدا شده‌اند. شیوع این باکتری‌ها اغلب وابسته به وجود مرز بود ن اکسیژن و نبود اکسیژن است که معادل عکس شیب اکسیژن از سطح و ترکیبات احیا از رسوبات است، معمولا گونه‌های سولفور احیا شده در رسوبات یا ستون‌های آبی تشکیل می‌شوند در شکل ۱-۴ مشخص شده است. با توجه به مطالعات زیست جغرافیایی برخی پارامترهای محیطی مانند نمک، دما، نیترات و ترکیبات سولفور می‌توانند نشانگر حضور و فراوانی باکتری‌های مغناطیس‌گرا باشند [۲۵].



شکل ۱-۴. شمایی از ستون آبی لایه‌بندی‌شده به همراه رسوبات بی‌هوازی. در رسوبات بی‌هوازی محصولات انتهایی فرآیند تنفسی و تخمیری مانند: سولفید هیدروژن، هیدروژن مولکولی، بوتیرات و آهن دوظرفیتی منتشر می‌شود. اکسیژن مولکولی از سطح آب وارد شده و همچنین توسط فرایند فتوسنتزی در قسمت هوازی ستون آبی تشکیل می‌شود. بخش OATZ ناحیه مرزی بین هوازی بی‌هوازی است که شرایط مناسب باکتری‌های مغناطیس‌گرا و باکتری‌های کم‌اکسیژن‌دوست مناسب است، تصویر برداشت شده از [۲۹] .

1. Wei Lin

اکثر بررسی‌های محیطی و شاخص سویه‌های آکسنیک جدا شده نشان دادند که باکتری‌های مغناطیس‌گرا مزوفیل هستند و در اسیدیته خنثی وجود دارند اما شواهدی از احتمال حضور این باکتری‌ها در محیط‌های افراطی یافت شده است [۳۰]، مانند سویه کشت‌نشده از چشمه آب گرم با رشد و پایداری بالا که در ۶۳ درجه سانتی‌گراد شناسایی شده است. سویه باکتری مغناطیس‌گرا قلیادوست اجباری Desulfonatronum thiodismutans از زیستگاه‌های آبی متنوع با شرایط افراطی از نمک و قلیا شناسایی شده‌اند [۳۱].

به تازگی باکتری‌های سودوموناس آئروجینز جدا شده از بیمارستان را بررسی کردند و شواهدی بر وجود مگنتوزوم در این باکتری یافت کردند. سودوموناس آئروجینز گرم‌منفی از کلاس گاما پروتئوباکتر است. برای تایید وجود مگنتوزوم در این سویه‌های جدا شده از بیمارستان با PCR ژن mam B؛که ژن حیاتی در ساخت مگنتوزوم است و در همه باکتری‌های مغناطیس‌گرا حفظ شده است، بررسی شده و در سودوموناس آئروجینز سویه‌های (P1، P32 و H16) حضور داشته است که تاییدی بر ساخت مگنتوزوم در باکتری است [۱۰].

فیزیولوژی باکتری مغناطیس‌گرا

باکتری‌های مغناطیسی دو نوع نانوذرات مغناطیسی را در داخل فضای غشایی که از غشای سیتوپلاسمی تحریک شده‌اند شکل می‌دهد: مگنتیت (Fe_3O_4) و گریگایت (Fe_3S_4). به طور کلی، MTB تولید کننده مگنتیت به طور قابل توجهی در OAI وجود دارد، در حالی که گریگایت تولید کننده MTB در منطقه بی‌هوازی احیا، زیر بخش OAI وجود دارد [۲۵]. فرض می‌شود که MTB شمال‌گرا در نیمکره شمالی شایع است، در حالی که باکتری‌های جنوب‌گرا در نیمکره جنوبی شایع‌اند. به دلیل ویژگی‌های بی‌نظیر مگنتیت‌های باکتریایی، آن‌ها یک نشانگر زیستی بالقوه برای ژئوبیولوژیست‌ها و یک سیستم ایده‌آل برای بررسی بیومینرالیزاسیون هستند [۳۲]، [۳۳]. and M. gryphiswaldense 1–M. magneticum AMB 1–MSR ریز موجودات مدل برای مطالعه مکانیسم زیست کانی‌سازی مگنتوزوم هستند [۳۴]. به دلیل وجود زنجیره‌های مگنتوزوم تشکیل یک ممان دو قطبی مغناطیسی دائمی، دلیلی برای رفتار باکتری مشابه سوزن قطب نما است که در امتداد خطوط میدان مغناطیسی زمین همسو می‌شود [۳۵]. از نظر ریخت‌شناسی، MTB پنج نوع شکل سلولی شامل ویبریو، میله‌ای، کروی، مارپیچی، و به اصطلاح «چند سلولی» است [۳۶]. در طول تکامل، سلول‌ها احتمالاً مقادیر زیادی آهن را به دلایل نامعلومی قبل از توسعه مگنتوزوم‌ها گرفته‌اند، شاید برای صرفه‌جویی در انرژی زمانی که آهن فریک (Fe^{+3}) به عنوان پذیرنده الکترون عمل می‌کند و آهن (Fe^{+2}) به عنوان اهداکننده الکترون اعمال می‌کند. مگنتوزوم‌ها ممکن است به دلیل سمیت آهن آزاد در سلول ساخته شده باشند، چرا که این امر به دلیل تشکیل رادیکال‌های فعال خواهد بود [۳۷]. جذب یون فریک در فاز نمایی با سرعت جذب بالای ۸۰ درصد افزایش می‌یابند که با ساخت مگنتوزوم‌ها ارتباط دارد [۷]. پیشنهاد شده است که مگنتوزوم‌ها به عنوان ذخایر آهن یا از بین بردن گونه‌های اکسیژن واکنشی عمل می‌کنند (ROS) [۳۸].

نتیجه کاربردی

مگنتوزوم‌هایی که از باکتری‌های مغناطیس‌گرا استخراج شدند به دلیل برتری نسبت به ساخت شیمیایی کاربردهای متنوعی را در بخش درمان (دارو رسانی هدفمند، ژن درمانی هدفمند، تصویربرداری پزشکی، جداسازی سلول از بین سلول‌های متنوع، تشخیص آلودگی میکروبی در آب و غذا، بیوسنسورها) و صنایع متنوع ارائه می‌دهند. اهمیت مگنتوزوم‌ها و نیاز به تولید انبوه آن‌ها دانشمندان را به یافت منبع تولیدکننده کارامد متمایل کرده است. نانومواد تولید شده از باکتری‌های مغناطیس‌گرا از نظر شکل، اندازه، ویژگی مغناطیسی خصوصیات ممتازی نسبت به ساخت شیمیایی آن‌ها دارند. نانو ذرات زیست‌ساخته با توجه به ویژگی‌های یاد شده خاصیت طبیعت‌دوستانه نیز دارد و لازم است ابزارهای جداسازی و کشت توسعه یابد تا منابع جدید شناسایی و کاربردی شوند. انتقال افقی ژن عامل دستیابی باکتری‌ها به مگنتوزوم از شاخه باکتریایی متفاوت بوده است از این رو استفاده ار ابزار ژنتیکی برای انتقال ژن‌های لازم برای ساخت مگنتوزوم در میزبان مناسب که عاری از LPS است پیشنهاد می‌شود.

این باکتری‌ها در شرایط کم‌اکسیژن ساختار مگنتوزوم را ایجاد می‌کنند، وجود اکسیژن زیاد اثر منفی بر ساخت این ساختار منحصربفرد دارد. بسیاری از باکتری‌های مغناطیس‌گرا شناسایی شدند اما شرایط رشد خالص آکسنیک[1] آن‌ها فراهم نشده است و قابل کشت در آزمایشگاه نبودند. ابزارهای جدید و تعریف شرایط بهینه برای رشد این باکتری‌ها ضروری است. فرض می‌شود کنسرسیوم[2] باکتریایی در رشد و توسعه باکتری‌های مغناطیس‌گرا اثر مثبت داشته باشد. تحقیق درباره باکتری‌های موثر بر حضور و رشد باکتری‌های مغناطیس‌گرا از زمینه‌های قابل توجهی است که باید دنبال شود.

1. Axenic
2. Consortium

منابع

1. R. Blakemore, “Magnetotactic bacteria,” Science (-80)., vol. 190, no. 4212, pp. 1975 ,377–379.
2. V. V Koziaeva et al., “Magnetospirillum kuznetsovii sp. nov., a novel magnetotactic bacterium isolated from a lake in the Moscow region,” Int. J. Syst. Evol. Microbiol., vol. 69, no. 7, pp. 2019 ,1953–1959.
3. S. Satyanarayana, S. Padmaprahlada, R. Chitradurga, and S. Bhattacharya, “Orientational dynamics of magnetotactic bacteria in Earth’s magnetic field—A simulation study,” J. Biol. Phys., vol. 47, no. 1, pp. 79–93, 2021.
4. C. Su, “Environmental implications and applications of engineered nanoscale magnetite and its hybrid nanocomposites: A review of recent literature,” J. Hazard. Mater., vol. 322, pp. 2017 ,48–84.
5. G. Vargas, J. Cypriano, T. Correa, P. Leão, D. A. Bazylinski, and F. Abreu, “Applications of magnetotactic bacteria, magnetosomes and magnetosome crystals in biotechnology and nanotechnology: mini-review,” Molecules, vol. 23, no. 10, p. 2018 ,2438.
6. T. Prozorov, D. A. Bazylinski, S. K. Mallapragada, and R. Prozorov, “Novel magnetic nanomaterials inspired by magnetotactic bacteria: Topical review,” Mater. Sci. Eng. R Reports, vol. 74, no. 5, pp. 2013 ,133–172.
7. A. Basit, J. Wang, F. Guo, W. Niu, and W. Jiang, “Improved methods for mass production of magnetosomes and applications: a review,” Microb. Cell Fact., vol. 19, no. 1, pp. 2020 ,1–11.
8. N. N. Prabhu and M. Kowshik, “Techniques for the isolation of magnetotactic bacteria,” J Microb Biochem Technol, vol. 8, pp. 2016 ,188–194.
9. K. G. Gareev et al., “magnetochemistry Magnetotactic Bacteria and Magnetosomes: Basic Properties and Applications,” 2021, doi: 10.3390/magnetochemistry.
10. A. A. Khan, S. Khan, S. Khan, S. Rentschler, S. Laufer, and H. P. Deigner, “Biosynthesis of iron oxide magnetic nanoparticles using clinically isolated Pseudomonas aeruginosa,” Sci. Rep., vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2021, doi: 10.1038/s8-99814-021-41598.
11. V. Raguraman, M. A. Jayasri, and K. Suthindhiran, “Magnetosome mediated oral Insulin delivery and its possible use in diabetes management,” J. Mater. Sci. Mater. Med., vol. 31, no. 8, pp. 2020 ,1–9.
12. T. Matsunaga and Y. Okamura, “Genes and proteins involved in bacterial magnetic particle formation,” Trends Microbiol., vol. 11, no. 11, pp. 2003 ,536–541.
13. A. Komeili, H. Vali, T. J. Beveridge, and D. K. Newman, “Magnetosome vesicles are present before magnetite formation, and MamA is required for their activation,” Proc. Natl. Acad. Sci., vol. 101, no. 11, pp. 3839–3844, 2004.
14. A. Arakaki, J. Webb, and T. Matsunaga, “A novel protein tightly bound to bacterial magnetic particles in Magnetospirillum magneticum strain AMB1-,” J. Biol. Chem., vol. 278, no. 10, pp. 2003 ,8745–8750.
15. K. Arai et al., “Adsorption of Biomineralization Protein Mms6 on Magnetite (Fe_3O_4) Nanoparticles,” Int. J. Mol. Sci., vol. 23, no. 10, p. 2022 ,5554.
16. A. Arakaki, D. Kikuchi, M. Tanaka, A. Yamagishi, T. Yoda, and T. Matsunaga, “Comparative subcellular localization analysis of magnetosome proteins reveals a unique localization behavior of Mms6 protein onto magnetite crystals,” J. Bacteriol., vol. 198, no. 20, pp. 2016 ,2794–2802.
17. H. Nudelman and R. Zarivach, “Structure prediction of magnetosome-associated proteins,” Front. Microbiol., vol. 5, no. JAN, pp. 2014 ,1–17, doi: 10.3389/fmicb.2014.00009.
18. O. Kolaj-Robin, D. Russell, K. A. Hayes, J. T. Pembroke, and T. Soulimane, “Cation diffusion facilitator family:Structure and function,” FEBS Lett., vol. 589, no. 12, pp. 2015 ,1283–1295, doi: 10.1016/j.febslet.2015.04.007.
19. R. Uebe et al., “The dual role of MamB in magnetosome membrane assembly and magnetite biomineralization,” Mol. Microbiol., vol. 107, no. 4, pp. 2018 ,542–557, doi: 10.1111/mmi.13899.

20. C. T. Lefèvre et al., “Comparative genomic analysis of magnetotactic bacteria from the D eltaproteobacteria provides new insights into magnetite and greigite magnetosome genes required for magnetotaxis,” Environ. Microbiol., vol. 15, no. 10, pp. 2013 ,2712–2735.
21. T. R. Jobin, J. Jacob, and M. A. J. K. Suthindhiran, “Isolation and characterization of Magnetospirillum from saline lagoon,” World J. Microbiol. Biotechnol., pp. 2016 ,1–13, doi: 10.1007/s7-2075-016-11274.
22. M. Dziuba et al., “The Complex Transcriptional Landscape of Magnetosome Gene Clusters in Magnetospirillum gryphiswaldense,” Msystems, vol. 6, no. 5, pp. e2021 ,21-00893.
23. D. A. Bazylinski and C. T. Lefèvre, “Magnetotactic bacteria from extreme environments,” Life, vol. 3, no. 2, pp. 2013 ,295–307.
24. W. Lin et al., “Genomic expansion of magnetotactic bacteria reveals an early common origin of magnetotaxis with lineage-specific evolution,” ISME J., vol. 12, no. 6, pp. 2018 ,1508–1519.
25. C. T. Lefèvre and D. A. Bazylinski, “Ecology, diversity, and evolution of magnetotactic bacteria,” Microbiol. Mol. Biol. Rev., vol. 77, no. 3, pp. 2013 ,497–526.
26. C. L. Monteil et al., “Ectosymbiotic bacteria at the origin of magnetoreception in a marine protist,” Nat. Microbiol., vol. 4, no. 7, pp. 2019 ,1088–1095.
27. H. Mouritsen, “Long-distance navigation and magnetoreception in migratory animals,” Nature, vol. 558, no. 7708, pp. 2018 ,50–59.
28. C. L. Monteil et al., “A symbiotic origin of magnetoreception in unicellular eukaryotes,” Nat. Microbiol., vol. 4, no. 7, p. 2019 ,1088.
29. D. H. Nies, “How iron is transported into magnetosomes,” Mol. Microbiol., vol. 82, no. 4, pp. 2011 ,792–796, doi: 10.1111/j.2958.2011.07864-1365.x.
30. C. T. Lefevre et al., “Moderately thermophilic magnetotactic bacteria from hot springs in Nevada,” Appl. Environ. Microbiol., vol. 76, no. 11, pp. 2010 ,3740–3743.
31. C. T. Lefèvre, R. B. Frankel, M. Pósfai, T. Prozorov, and D. A. Bazylinski, “Isolation of obligately alkaliphilic magnetotactic bacteria from extremely alkaline environments,” Environ. Microbiol., vol. 13, no. 8, pp. 2342–2350 ,2011.
32. Y. Pan et al., “The detection of bacterial magnetite in recent sediments of Lake Chiemsee (southern Germany),” Earth Planet. Sci. Lett., vol. 232, no. 1–2, pp. 2005 ,109–123, doi: 10.1016/j.epsl.2005،01.006.
33. K. Grünberg, C. Wawer, B. M. Tebo, and D. Schüler, “A large gene cluster encoding several magnetosome proteins is conserved in different species of magnetotactic bacteria,” Appl. Environ. Microbiol., vol. ٦٧, no. 10, pp. 2001 ,4573–4582.
34. H. C. McCausland and A. Komeili, “Magnetic genes: studying the genetics of biomineralization in magnetotactic bacteria,” PLoS Genet., vol. 16, no. 2, p. e2020 ,1008499.
35. R. P. Blakemore, R. B. Frankel, and A. J. Kalmijn, “South-seeking magnetotactic bacteria in the Southern Hemisphere,” Nature, vol. 286, no. 5771, pp. 1980 ,384–385.
36. L. Yan, S. Zhang, P. Chen, H. Liu, H. Yin, and H. Li, “Magnetotactic bacteria, magnetosomes and their application,” Microbiol. Res., vol. 167, no. 9, pp. 2012 ,507–519.
37. S. J. Stohs and D. Bagchi, “Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions,” Free Radic. Biol. Med., vol. 18, no. 2, pp. 1995 ,321–336.
38. R. P. Blakemore, “Magnetotactic bacteria,” Annu. Rev. Microbiol., vol. 36, no. 1, pp. 1982 ,217–238.

اتاق فکر و کارکردهای آن

علی فرازمند
دانشگاه تهران، دانشکده زیست شناسی
afarazmand@ut.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

دیر زمانی نیست که موضوع «اتاق های فکر» در فرهنگستان علوم مطرح شده، چندین مورد هم برای بررسی مسائل مرتبط پیشنهاد و برپاشده است. با نگاهی به عناوین اتاق‌های پیشنهادی می‌بینیم که برخی اهداف همپوشان دارند و برخی دیگر نیز معیارهای تعریف شده اتاق فکر را ندارند. و صرفا می توانند یک گروه علمی تخصصی قلمداد شوند. در نتیجه با ذکر مقدمه‌ای بر اهداف یک اتاق فکر و کارکردهای آن، ضمن پیشنهاداتی برای ادغام/ تغییر عناوین موجود به لزوم تشکیل چند اتاق فکر اشاره می‌شود. امید که به این پیشنهادات توجه شود، و با تاسیس اتاق‌های فکر ضروری و فعالیت جدی آنها فرهنگستان علوم بتواند جایگاه شایسته خود را در کشور مرئی سازد.

علی فرازمند
عضو شاخه زیست شناسی فرهنگستان

اتاق فکر به سازمانی گفته می‌شود که با استفاده از نظریه پردازان و اندیشمندان به مسائل کلان جامعه می‌پردازد و با ارائه تحلیل‌های دقیق، مستند و جامع دستورالعمل‌هایی برای سیاست گذاری فراهم می‌کنند. اتاق فکر سازمانی متشکل از گروهی از افراد خبره صاحب فکر و اندیشه و نوآور است که بر اساس روش‌های جمع اندیشی و بهره‌گیری حداکثری از خرد جمعی و شبکه مشاوران تخصصی به ارائه راه حل‌های خلاقانه برای حل ریشه‌ای مشکلات موجود و تدوین سیاست‌ها و برنامه‌های کلان می‌پردازند. آنها نه تنها صاحب نظر و متخصص در قلمرو خود بلکه در بررسی وضع موجود و ترسیم اوضاع آینده دید باز، بصیرانه و نقادانه دارند. نقش آنها ایجاد پلی بین جهان ایده و عمل است و نقش مهمی در روند رشد و توسعه کشورها دارند. برای ارجاع به اتاق فکر در ادبیات فارسی از معادل‌های اندیشکده، اندیشگاه، مرکز مطالعات استراتژیک هم استفاده شده است.

تاریخچه تأسیس اتاق فکر به شکل رسمی به نیمه‌های قرن بیستم بعد از جنگ جهانی دوم برمی‌گردد. نیروی هوایی آمریکا اولین اتاق فکر رسمی را با عنوان اندیشگاه در سال ۱۹۴۷ با هدف تدوین سیاست‌های نظامی تأسیس کرد. این اندیشگاه را مادر اتاق‌های فکر جهان نامیدند. در سال ۱۹۶۰ واژه اتاق فکر به شکل رسمی مورد استفاده قرار گرفت و هدف از ایجاد آن برقراری ارتباط بین دانش و قدرت بود. بنابراین، اتاق فکر نهادی است برای اندیشیدن به یک مسئله یا موضوع بدون حضور عواملی که مانع آزاد اندیشی و یا محدودیت می‌شوند. در حالی که مدیران ارشد جامعه درگیر مسائل اجرائی و جلسات گوناگون و دائمی برای اجرائیات هستند کمتر مجال تفکر جدی و موثر برای انتخاب بهترین راه حل‌ها دارند و حتی به شرط داشتن بازوهای مشورتی بظاهر توانمند در سازمان تحت مدیریت خویش، چون در نهایت اغلب به فکر اجرا هستند احتمالا مجال فرصت اندیشه مبتنی بر تجزیه و تحلیلِ مستقل از فوریت‌ها و ضرورت‌های اجرائی پیدا نمی‌کنند. در حالی که اندیشمندان اتاق فکر با جمع اندیشی، به دور از مصلحت‌های ملازم انجام وظایف یا اجرائیات صرف، می‌توانند راهکارهای متنوعی پیشنهاد کنند که مبتنی بر دانش، تفکر، خلاقیت، همراه با پیش بینی‌های لازم از روند توسعه هر برنامه‌ای در آینده باشد. آنها در هر زمینه‌ای بنوعی در اندیشه «توسعه پایدار» هستند و راهکارهای پیشنهادی‌شان منحصر به زمان حاضر نیست و مصالح امروز و فردای جامعه را تواما در نظر دارند.

بدون آنکه نام اتاق فکر داشته باشند از گذشته و در حال حاضر نهادهای متعددی در کشور وجود دارند که در اصل وظایفشان محتوی اتاق فکر دارد. از نهادهائی که کارشان مستقیم‌تر با اهداف فرهنگستان(ها) گره می‌خورد شورای عالی انقلاب فرهنگی، شورای عالی آموزش و پرورش هستند. شوراهای

دیگر معطوف به سیاست گذاری‌های کلان کشور از جمله عبارت‌اند از شورای عالی انفورماتیک، شورای عالی اقتصادی، شورای عالی فضای مجازی، شورای عالی کار، شورای عالی هماهنگی اقتصادی، شورای عالی استان‌ها و ... . با نگاهی به ترکیب اعضای دو شورای یادشده در فوق که بر مسائل کلان آموزش و پژوهش کشور اهتمام دارند به خوبی پیداست که این جمع بسختی می‌توانند سرشت کاری اتاق فکر را دنبال کنند چراکه اعضای آنها هیبریدی از افراد احتمالا با تفکر آزاد و مستقل و آنهائی است که مدام درگیر مدیریت اجرائی، محدودیت‌ها و چالش‌های وزارت خانه‌های متبوع و نهادهای آموزشی تحت هدایت دو وزارت خانه بسیار بزرگ آموزش و پرورش و آموزش عالی هستند. قطعا در چنین شوراهائی، به خاطر حضور مدیران صاحب قدرت اجرائی اغلب تصمیمات تحت تاثیر دیدگاه‌ها و فوریت‌های عملی مورد تاکید و علاقه آنها گرفته می‌شود؛ و درنتیجه دیدگاه‌های کلان و ناظر بر مسائل و مشکلات حال و آینده مجال بروز و تصویب پیدا نمی‌کنند. در چنین شرایطی نقش نهادی مستقل‌تری چون فرهنگستان‌ها - بنا بر وظایف تعریف و تعیین شده آنها- اهمیت مضائف پیدا می‌کند.

خوشبختانه فرهنگستان علوم ما، جامع علوم پایه، مهندسی و کشاورزی و مهم‌تر اینکه دربردارنده گروه‌های علوم انسانی است. قطعا در چنین مجموعه‌ای با متخصصین و اندیشمندان رشته‌های گوناگون، در دنیائی که حل مسائل و مشکلات بیش از پیش مستلزم داشتن نگرش‌های یکپارچه بین- و ترارشته‌ای (و به عبارتی نگرش یکپارچه) است هر موضوع و مسئله مبتلابه کشور قابل طرح خواهد بود. در صورت شکل‌گیری اتاق‌های فکر برای نگرش یکپارچه و جامع به مسائل، درست‌ترین و کارسازترین دیدگاه‌ها می‌توانند از فرهنگستان‌ها برخیزد و در نتیجه در حل مسائل کلان کشور راهگشا باشد.

در برپائی اتاق‌های فکر دست یازیدن به عناوین و تیترهای مد روز لزوما کارگشا نیست و نباید خود را محدود به این عناوین کنیم. چرا که این عناوین اغلب به روش‌های نو، البته گاهی پارادایمی، دلالت دارند درحالی که مسائل کلان جامعه بیشتر همان مسائل آشنا و مشکلات نیز بسیاری اوقات دردهای مزمنی هستند که حل نشده باقی مانده‌اند. ملهم از این دیدگاه اتاق‌های فکر، که طبعا باید درگیر مسائل کلان جامعه باشند، باید با انتخاب نام و عنوانی عمومی‌تر، جمع موثر و متنوعی از تخصص‌ها و نگرش‌ها را در خود جای دهند و در حل مسائل و ارائه راهکارها تا حد امکان کل نگرانه و همگرایانه عمل کنند. اینکه افرادی با یک تخصص ویژه و شاید هم بسیار نو بخواهند همه مسائل را به شکل میکروسکوپی از دریچه تنگ تخصصی خود بنگرند راهگشا نیست و نمی‌تواند برازنده انتساب نام یک اتاق فکر باشد. در نتیجه با نام بردن و پیشنهاد چند اتاق فکر که در زیر می‌آید اتاق‌های فکری که اهداف و فعالیت‌های همپوشان دارند می‌توانند تحت این عناوین در هم ادغام شوند و اتاق‌های فکر جدیدتر نیز با نگرش‌های یکپارچه و همگرا تشکیل شوند.

۱. اتاق فکر آموزش. بی تردید آموزش درست یکی از ارکان اساسی پیشرفت هر جامعه‌ای است. آموزش رسمی در تمام سطوح همیشه یکی از نخستین مسائل مورد توجه دولت‌ها، جوامع، خانواده‌ها و تک تک انسان‌ها بوده است. در کنار آن آموزش غیررسمی (آموزش عمومی در شکل‌های گوناگون آن) باز هم از پایه‌های اساسی پیشرفت جوامع است. با تلفیق درست این دو نوع آموزش و هماهنگ کردن آنها می‌توان افق پیشرفت و آینده یک جامعه را تضمین کرد. پیشرفت پایدار هر جامعه‌ای به شکل گریزناپذیری به کیفیت آموزش کودکان، جوانان و عموم وابسته است. بنابراین وجود اتاق فکر آموزشی که علاوه از آسیب شناسی و رصد وضعیت فعلی آموزش (ابتدائی، متوسطه، آموزش عالی و نیز آموزش غیررسمی و عمومی) بتواند چشم انداز وضعیت آموزش کشور را در تمام سطوح آن در آینده دور و نزدیک ترسیم سازد خدمت بزرگی از سوی فرهنگستان به کشور خواهد بود.

۲. اتاق فکر پژوهش. پژوهش در تمام اشکال آن (پایه و کاربردی، نظری، توصیفی، تجربی و غیره ...) حداقل هرکجا که توسط دولت برنامه ریزی و پشتیبانی می‌شود- بویژه به خاطر محدودیت منابع تخصیص یافته- باید هدفمند و در چهارچوب مصالح امروز و فردای کشور باشد. بویژه آنکه معمولا هزینه تخصیص یافته برای این پژوهش‌ها در کشور ما خیلی چشمگیر نیست. اتاق فکر پژوهش باز مثل مورد اول ضمن آسیب شناسی و رصد مستمر وضعیت پژوهشی کشور باید در ترسیم دورنمای پژوهش‌های کشور به نحوی که پاسخگوی نیازهای دور و نزدیک کشور باشد اهتمام کند و در پیشنهاد برنامه‌های کلان پژوهشی کشور بینا و پیشگام باشد.

۳. اتاق فکر محیط زیست و توسعه. محیط زیست و خطراتی که آن را تهدید می‌کند از مسائل بحرانی دهه‌های اخیر در سرتاسر جهان است. در عصری که به خاطر تسلط بی‌چون و چرا و مخرب انسان بر طبیعت، پایش و ارزیابی پیوسته محیط زیست و تمام فعالیت‌هایی که انسان‌ها در آن درگیرند مسئله‌ای بسیار حیاتی است. بی شک هر آنچه می‌شود در سطح ملی برای حفظ و بقای پایدار محیط زیست کشور انجام داد نیازمند درک و عمل جمعی است. باز بنا به سرشت متفکرانه وظایف اتاق‌های فکر تشکیل چنین

اتـاق فکـری، بـه دور از منفعـت طلبی‌هـای دولتـی و خصوصـی، می‌توانـد پایـه‌ای بـرای ارائـه راهکارهـای لازم بـرای فعالیت‌های امـروز و فـردای همـگان – بـا ملاحظـات زیسـت محیطـی و بوم شناسـانه – باشـد.

۴. اتـاق فکـر اقتصـاد و توسـعه. اقتصاد و سـوگیری درسـت برنامه‌هـای اقتصـادی کلان کشـور نیـز مثـل آمـوزش از ارکان اصلـی توسـعه کشـور اسـت. در ایـن اتـاق بـا جمعـی از متفکران کارآمـد و دلسـوز می‌تـوان ضمـن آسـیب شناسـی برنامه‌هـای اقتصـادی گذشـته و حـال کشـور، دورنمـای برنامه‌هـای احتمالی توسـعه اقتصـادی کشـور را پیـش بینـی، پیشـنهاد و ترسـیم کرد. بازهـم اعضـای چنین اتاق فکری باید صاحب اندیشـه بـاز و تفکر نقادانـه باشـند و بـه دور از مصلحـت گرایی‌هـا و سـوگیری‌های روزمره افق اقتصادی روشـنی برای توسـعه کشـور ترسـیم سـازند.

۵. اتـاق فکـر زندگـی دیجیتـال و هـوش مصنوعـی. دوران کرونـا به شـکلی بسـیار ملموس اهمیت و تسـلط زندگـی دیجیتال را بـر ابعـاد زندگی فردی و اجتماعی در همه جوامع نشـان داد. این دوران بـرای آنهائـی کـه عینیت و اهمیـت موضوع چندان آشـکار نبـود درس‌هـای زیـادی داشـت. فرهنگسـتان علـوم انگلسـتان بـا توجـه بـه ابعـاد گوناگـون و گسـترده جهانگیـری کووید–۱۹ برنامه‌هـای چندگانـه‌ای را بـرای برخـورد و حل مشـکلات ناشـی از ایـن بیمـاری پیـش بینـی کرده اسـت. ایـن فرهنگسـتان برای مدیریـت آسـیب‌های ناشـی از ایـن بیمـاری عفونـی بـه دوره‌ای ده سـاله (دهـه کووید–۱۹) تاکیـد کـرده اسـت کـه کامـلا هـم بجاسـت. ضمنا برای ترسـیم اوضـاع حال و آینده زندگی در سـایه کرونـا چندیـن دسـتورالعمل و کتابچـه هـم در همان دوسـال اول دنیاگیری کرونا منتشـر سـاخت. نگارنده درسـخن سـردبیر یکی از شـماره‌های نامـه علـوم پایه پیشـنهاد کـردم که فرهنگسـتان‌های علـوم و پزشـکی نیـز کمیتـه (شـاید اتـاق فکـر) مشـترکی بـرای پرداختـن بـه مشـکلات گوناگون ناشـی از همه گیـری کووید–۱۹ و زندگـی در دوران پسـاکووید–۱۹ بپردازنـد کـه ضرورت تشـکیل آن همچنان پابرجاسـت.

در کنـار آثـار منفـی ایـن همـه گیری در سـلامت و زندگـی غالب جوامـع و انسـان‌ها، از تبعـات مثبـت آن عیان شـدن نقـش بدیهی و بـی بدیـل برنامه‌هـای دیجیتـال در اداره زندگی روزمـره در تمام ابعـاد آن– از آمـوزش غیرحضـوری تـا تجـارت و یک خرید سـاده – بـوده اسـت. مثل خـود ویروس جدیـد کرونا که دنیای پزشـکی قدرتمنـد مـدرن را به چالشـی جدی کشـانید، همه گیری گسـترده بیمـاری ناشـی از آن حکمرانـان تمـام جوامـع را از یـک طـرف به ضعف‌هـای مدیریـت سـنتی بـرای حـل مسـائل نویـن و از طرف دیگـر بـا پارادکس بهره مندی و بـه کار گیری ابـزار دیجیتال –در جوامعـی که کمابیش اسـیر روش‌های سـنتی‌اند– آشـنا کـرد. این وضعیـت در هـردو دسـته کشـورهای به اصطـلاح توسـعه یافته و درحـال توسـعه به درجـات متفـاوت تجربه شـد و نگرانـی همه را از شـکاف دیجیتالـی موجود بیـن جوامع و در میان افراد با سـطوح آموزشـی متفـاوت هرجامعـه‌ای دامـن زد. یکـی از رهاوردهـای بسـیار مهـم دنیـای دیجیتـال هـوش مصنوعی اسـت. مثـل تمام یافته‌هـای نویـن هـم موجـب بیـم اسـت و هـم امیـد و جالـب اینکـه جفـری هینتـون «پدرخوانده» هـوش مصنوعـی تهدید این فنـاوری را بـرای نوع بشـر نگـران کننده‌تـر از مخاطـرات تغییرات آب و هوائـی دانسـته اسـت. دیدگاه‌هـای متمایـز و شـاید گاهـی متخاصـم از کاربردهـای هـوش مصنوعی در زندگی امـروز و آینده انسـان هـر انسـان هوشـمندی را وادار می‌کنـد کـه به تبعـات این کاربردهـا بیندیشـد و ضمـن اسـتقبال از کاربردهـای مفیـد از این فنـاوری، بـا وقوف بر سـوء اسـتفاده احتمالـی به تمهیـدات ممکن بـرای مقابله و کاسـتن از آسـیب‌های احتمالی آن بیندیشـد. شـاید بـه زبانـی کلـی برنامـه کاری و اندیشـه ایـن اتـاق فکـر پرداختن بـه بهـره منـدی از فناوری هـوش مصنوعی در سـایه عقل سـلیم باشد.

۶. اتـاق فکـر آینده پژوهی و توسـعه. هسـته اولیه ایـن اتاق فکـر از پیـش بـه شـکل یـک شـورا در فرهنگسـتان فراهم شـده اسـت و یکـی از نهادهـای فکـری مهـم به شـمار می‌رود کـه باید در ارتقـای جایگاه آن کوشـید.

۷. اتـاق فکـر سـبک زندگـی و سـلامت. بـا فائـق آمـدن بر اپیدمی‌های گسـترده و کشـنده بیماری‌های واگیر، اینک بسـیاری از بیماری‌هـا و ناخوشـی هـای مردم در زندگی مـدرن بیماری‌های غیرعفونـی، ماننـد سـرطان، بیماری‌هـای قلبـی عروقـی، دیابت و بیماری‌هـای روانـی اسـت کـه بـار هنگفتـی بـر بودجـه سـلامت جوامـع دارد. بخـش عمده‌ای از مـوارد ابتلای به ایـن بیماری‌ها – و در نتیجـه بـار سـنگین هزینه‌هـای دوا و درمان– با بهبود شـیوه و سـبک زندگـی قابـل پیشـگیری اسـت، موضوعـی کـه نیـاز بـه پژوهـش، و آمـوزش و ترویـج پیوسـته به مسـئولان و مـردم دارد.

۸. اتـاق فکـر آب، غـذا، انـرژی – و توسـعه. این سـه مقوله از ضروریـات بنیانـی توسـعه جوامـع بـه شـمار می‌رونـد و کمبـود هریـک از آنهـا می‌توانـد خُسـران‌ها و بحران‌هـای اجتماعـی گسـترده و ژرفـی ایجاد کنـد. بنابراین برای توسـعه پایـدار جامعه، همـواره بایـد از منابـع کافـی ایـن سـه برخـوردار بـود و در بهـره بـرداری درسـت منابـع موجـود نیـز بایـد کامـلا اندیشـمندانه و مقتصدانـه عمـل کـرد.

۹. اتـاق فکـر حکمرانـی خـوب و توسـعه. حکمرانـی خـوب وجـه ممیـزه یـک جامعـه سـالم، پویـا و پایـدار اسـت. مسـئله حکمرانـی بقـدری مـورد توجـه اسـت کـه اینـک دانشـکده‌ها و

برنامه‌های متعددی برای آموزش و ترویج آن برپا شده است. شاید فرهنگستان علوم هم بتواند با تشکیل یک اتاق فکر، در این زمینه نقشی منحصر و موثر ایفا کند.

...

بی‌شک اتاق‌های فکر بیشتری می‌توان پیش بینی کرد ولی هر پیشنهادی باید به دور از نام‌ها و کارهای بسیار تخصصی و محفلی باشد که خودبخود ترکیب اعضا را محدود به یک رشته و قلمرو خاص می‌سازد و مضمون اتاق فکر را بلااثر می‌سازد. پیشنهاد اتاق‌های فکر با عناوین بظاهر عمومی با این هدف است که هر اتاق فکری بتواند با نگاه یکپارچه – مجهز به همه دیدگاه‌های تمام قلمروهای مطالعاتی مرتبط– برای رسش به مسائل کلان جامعه دستاوردهای یکپارچه عرض کند. مثلا اتاق فکر آموزش اهتمامش موضوع آموزش در تمام سطوح و ابعاد آن است. آموزش صرفا یک موضوع علمی یا آموزش یک رشته داده‌ها و فکت‌ها نیست. آموزش در کنار انتقال دانش، و پرورش مهارت‌ها، شامل بحث در مورد نگرش‌ها و روش‌های آموزشی، رویکردهای، حرفه‌ای، تربیتی و اجتماعی است. در نظر داشتن کمیت و کیفیت آموزش برای رفع نیازهای امروز و فردای جامعه و آماده سازی افراد برای یک زندگی بامعنی و مفید به حال خود و جامعه‌ای که مقدر است در آن زندگی کنند در مدیریت جامعه اولویت جدی و بی‌بدیل دارد. آموزش مدرسه‌ای، آموزش دبیرستان و آموزش عالی سه مقوله ظاهرا جداگانه ولی درواقع کاملا به هم پیوسته‌اند. در هر سطحی باید ضروریات آموزش فرد، اینکه با استعدادی که نشان می‌دهد تا کجا و چه آموزشی ببیند و در نهایت تکلیف زندگی اجتماعی و حرفه‌ای دانش آموخته در جامعه چیست به شکلی هماهنگ دیده شوند. آیا همه باید یا ضرورتا می‌توانند تا عالی‌ترین درجات آموزش عالی پیش روند؟ اگر روند استعدادیابی در آموزش مدرسه ای– که در دیدگاه های آموزشی جدید هدف اصلی این مرحله ابتدائی آموزش به حساب می‌آید– درست دنبال شود آموزش دبیرستانی و یا حرفه‌ای تا سن نوجوانی کم هزینه‌تر و هدفمندتر دنبال می‌شود. به همین سیاق در آموزش عالی نیز برپایه آموزه‌های دوسطح قبلی و مبتنی بر استعداد واقعی، تربیت و آموزش دانشجویان هدفدارتر و هموارتر شده، به شکلی متوازن برپایه نیازهای واقعی کشور دنبال می‌شود. جه بسا چنین رویکردی به مسئله آموزش و یکپارچه دیدن آن در سطح فردی و اجتماعی، از هدر رفتن بیش از اندازه زندگی و استعدادهای فردی و هزینه‌های عمومی کشور امر آموزش جلوگیری کند و با تربیت درست نیروی انسانی کارآمد و قابل، در حد لازم و کافی برای نیازهای واقعی کشور فراهم سازد. این ترسیم رویائی قطعا نیازمند برنامه ریزی‌های دقیق و اجرای درست است. اتاق فکر آموزش با گرد آوردن متخصصان علوم و علوم انسانی مرتبط– با تدبر جدی و بسیار سنجیده – در حل معضلات فراوان آموزش رسمی کشور در تمام سطوح آن باید راهکارهای دائما نو اندیشانه و اساسی ارائه کند.

چند اشاره مفید در ترسیم کار اتاق‌های فکر

اتاق‌های فکر باید تا حد امکان از پتانسیل‌های فکری ناب در جامعه بهره گیرند و در انتخاب اعضای خود فرهنگستان و اندیشمندان غیرعضو دقت کافی شود تا برآیند کار آنها واقعا عالی و بی نقص باشد. حتی از فرهیختگان دلسوز ایرانی مقیم خارج نیز می‌توان استفاده کرد. اتاق‌های فکر باید با اندیشه باز مدیریت شوند و از سوی شرکت کنندگان نیز باید یک کار «جدی و پیوسته» تلقی شده، درکنار تخصصشان دلبسته و مفتون این کار باشند. جلسات خویش را با فواصل زمانی کوتاه تشکیل دهند تا از قافله رویدادها و نیازهای مخاطبین خود دور نیفتند. موضوعات و مسائل مورد نظر هر اتاق فکر را می‌توان با نشست‌های ماهانه– یا با مکاتبات متناسب– با اندیشمندان غیر عضو آن اتاق نیز درمیان گذاشت تا آرای خوب احتمالی دیگر هم شنیده و جذب شوند. نتایج مطالعات اتاق فکر لازم است در کوتاه‌ترین زمان ممکن به اطلاع سیاستمدارن و سیاست گذاران رسانیده شود تا آنها نیز بتوانند در موقع مقتضی از آنها بهره مند شوند. این برنامه‌ها باید دائما تجدیدنظرپذیر و بسته به شرایط قابل انعطاف، طراحی و پیشنهاد شوند و مجریان نیز تا حد ممکن در اجرا روحیه‌ای جسورانه، کاملا پذیرا و منعطف داشته باشند.

ترکیب فرهنگستان علوم خوشبختانه جامع علوم پایه و علوم انسانی است و مسائل و مشکلات کلان جامعه نیز اغلب نیازمند همفکری و همگرایی اندیشه‌های هردو جامعه فکری و علمی است. با پرهیز جدی از مرزگذاری‌های سنتی بین این دو بخش اصلی علوم، فرهنگستان علوم باید در تشکیل اتاق‌های فکر، متخصصان و اندیشمندان هر دو را کنار یکدیگر جمع کند تا برایند تفکر در باب موضوعات و مسائل کل نگرانه و تاحد امکان بی‌نقص باشد. نگارنده با اعتقاد به ضرورت این همکاری متقابل در شماره نخست نامه علوم پایه کتاب دو فرهنگ چارلز پرسی اسنو را به شکل مقاله‌ای خلاصه معرفی کرده است. نویسنده دو فرهنگ که یک فیزیکدان برجسته زمان خود است در دهه ۷۰ میلادی گُسستِ بین دانشمندان علوم پایه و علوم انسانی را مانع توسعه جدی در انگلستان معرفی می‌کند و به شکلی بسیار ملموس شکاف بین این دو قلمرو علوم را تشریح کرده، آسیب‌های آن را بر می‌شمارد. در شماره ۴ نامه علوم پایه نیزمقاله‌ای کوتاه با عنوان تنها علم برای نجات ما کافی نیست (شماره ۲۵ مارس ۲۰۲۱

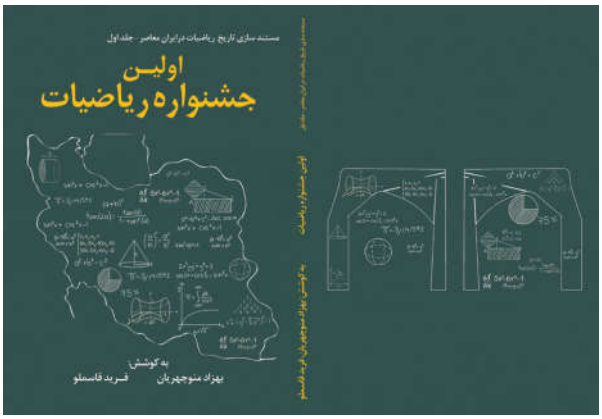
مجله نیچر) منتشر شد. نویسنده مقاله که خود مدیر اجرائی فرهنگستان علوم بریتانیاست از اینکه در بین ۸۰ عضو علمی کمیته عهده دار پرداختن به همه گیری کووید-۱۹ فقط یک نفر از علوم انسانی و چندتن از علوم اجتماعی شرکت داشته‌اند انتقاد می‌کند و برای حل مسائل کلان همکاری تنگاتنگ این دو قلمرو علمی و اصحاب آنها را یک ضرورت می‌داند.

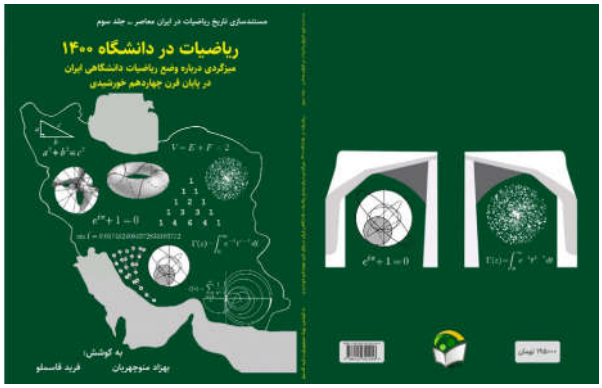
امید است مدیریت فرهنگستان و نیز تمام اعضای آن در لزوم این همبستگی و هماهنگی در تمام اتاق‌های فکر فرهنگستان متفق القول باشند و ترکیب اعضای این اتاق‌ها نیز از میان هردو دسته اندیشمندان علوم پایه و انسانی برگزیده و تکمیل شوند. برآیند کار اتاق های فکر باید تا آنجا که ممکن است بی‌نقص و در حدکمال باشد و در عین جهان شمول بودن نباید از مقتضیات بومی کشور غفلت ورزد. شاید به کار گیری واژه برساخته گلوکال برای چارچوب فکری اتاق‌های فکر روشنگر باشد. یعنی فعالیت پیوسته در چارچوبی عقلانی که در عین جهانی (گلوبال) اندیشیدن، محلی (لوکال) عمل کردن سرمشق کار آنها در تدوین و پیشنهاد برنامه‌ها باشد.

گسترش و تقویت اتاق‌های فکر ضروری در فرهنگستان علوم با جایگاه مهمی که دارد می‌تواند منبع پرورش افکار دولتمردان و تمام دلسوزان کشور باشد تا آنها هم بتوانند ضمن حل مسائل جاری، چشم انداز روشن‌تری برای فعالیت‌های آینده خود پیدا کنند. شاید برخی از این پیشنهادات رویائی به نظر رسند یا با عدم استقبال روبرو شوند ولی واقعیت این است که برای رسیدن به یک جامعه مطلوب گزیر و گریزی جز اندیشیدن بی‌وقفه به مشکلات و ارائه بهترین راهکارهای ممکن و موثر وجود ندارد.

طرح «مستندسازی تاریخ ریاضیات در ایران معاصر» و دستاوردها
گزارش و معرفی آثار منتشر شده

بهزاد منوچهریان
عضو هیئت علمی (بازنشسته) جهاد دانشگاهی
فرید قاسملو
مدیر گروه تاریخ علم بنیاد دایره‌المعارف اسلامی
behzadmanoochehrian1401@gmail.com
نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱





برای شناخت و بررسی تاریخ ریاضیات ایران در صد سال گذشته، به داده‌هایی نیاز است که ممکن است در برخی موارد به‌طور پراکنده در برخی از نشریات، کتاب‌ها و یا در فضای مجازی منتشرشده باشند و در بسیاری از موارد و رویدادها نیز اصلا گزارشی وجود ندارد. طرح «مستندسازی تاریخ ریاضیات در ایران معاصر» با هدف رفع کاستی‌هایی که مانع بررسی و تحلیل تاریخی جریان ریاضیات ایران معاصر شده‌اند، در پی تهیه و انتشار اسنادی است که به نحوی به آموزش، پژوهش، مقاله‌ها، سخنرانی‌ها، ترجمه و تألیف و فعالیت‌های انتشاراتی، ترویجی و جمعی مانند گردهمایی‌ها و تشکیل انجمن‌ها در زمینه ریاضیات در صد سال اخیر ارتباط داشته باشند. شیوه کار مجریان طرح بیشتر برگفتگو با نقش‌آفرینان هر عرصه از جریان ریاضیات ایران معاصر استوار است.

طرح مستندسازی تاریخ ریاضیات در ایران معاصر با اتکا بر تجربیات چنده‌ساله یکی از مجریان طرح و شناختی که مجریان از کاستی‌های موجود در این زمینه داشته‌اند، به‌صورت خودجوش تعریف شده و از حمایت مالی هیچ سازمان یا نهادی برخوردار نبوده و نیست و تاکنون هزینه‌های آن از سوی خود

مجریـان و سـپس بـا حمایت‌هـای مالی محـدود از سـوی چندتن از فرهیختـگان خیراندیـش تأمین شـده اسـت.

از نتایـج ایـن طـرح که تاکنون به صورت نوشـتاری منتشـر شـده اسـت می‌تـوان بـه جلـد اول اشـاره کـرد کـه گزارشـی از اولیـن جشـنواره ریاضیـات اسـت. عنـوان ایـن جلـد نیـز اولین جشـنواره ریاضیـات اسـت. گفتنی اسـت که این جشـنواره برای بزرگداشـت ریاضیـات و جلـب توجـه دانشـگاهیان و دانش‌آموزان بـه این امر، مدت سـه روز در اردیبهشـت سـال ۱۳۷۵ در دانشگاه تهران برگزار شـد و در ایـن مدت سـخنرانان به طرح مباحث متنوعـی پرداختند. چـون ایـن همایـش رویـدادی بی‌سـابقه بود و تـا زمان انتشـار در شـمایل جلد اول مجموعه کتاب‌های مستندسـازی ...، گزارشـی از آن منتشـر نشـده بود، مجریان طرح مستندسـازی تاریخ ریاضیات در ایـران معاصـر تصمیـم گرفتنـد ایـن سـند مهـم را در معـرض دیـد نسـل حاضر قـرار دهند و بـرای پژوهنـدگان بعدی بـه امانت بگذارنـد. البتـه پس از آن جشـنواره، دیگر هیچ مراسـمی مانند آن در ایـران برگزار نشـد.

بررسـی وضعیـت ریاضیـات ایـران در دو میزگـرد عنـوان جلد دوم کتاب‌هـای مستندسـازی ... اسـت کـه شـامل گفتگوهـای چهـار تـن از اسـتادان شناخته‌شـده و فعـال ریاضـی در دو میزگـرد بـه فاصلـه بیسـت و شـش سـال اسـت کـه دربـاره اوضـاع ریاضیات ایـران بـه بحـث و تبـادل نظـر بـا یکدیگـر پرداخته‌انـد. خواننـده ایـن جلـد بـا دقـت در آنچـه این اسـتادان دربـاره مسـائل آموزش ریاضیـات در مقاطع دبیرسـتان و دانشـگاه، پژوهـش در ریاضیات، امتحانـات ورودی و پـاره‌ای موضوعـات دیگـر مربـوط بـه جریان ریاضیـات ایـران در دو میزگـرد گفته‌انـد، می‌توانـد از رونـد تحوّل و فرازوفـرود برخـی از فعالیت‌هـای ریاضـی در کشـور در ربع قرن اخیـر آگاهـی پیـدا کند.

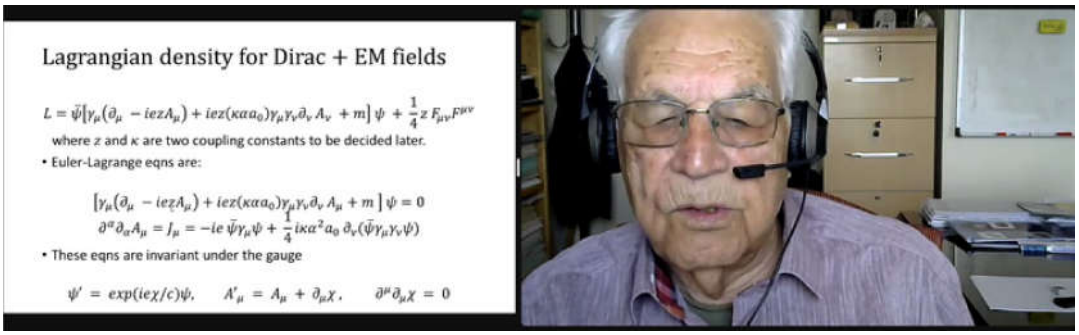
عنـوان جلـد سـوم ریاضیات در دانشـگاه ۱۴۰۰ اسـت که بـا الهام از آنچـه در جریـان آماده‌سـازی جلـد دوم انجام شـد و بـا هدف به امانـت گذاردن سـندی برای آیندگان، شـامل گفتگوهای اسـتادان نسـل بعـد از اسـتادانی اسـت کـه در بـالا بـه آنهـا اشـاره شـد. ایـن اسـتادان هـم دربـاره اوضـاع ریاضیات دانشـگاهی ایـران در سـال‌های پایانـی قـرن چهاردهـم خورشـیدی اظهارنظـر کرده‌اند. باشـد کـه آینـدگان بتواننـد در بیسـت سـال بعـد در میزگـردی نظـرات همیـن اسـتادان را دربـاره اوضـاع ریاضیـات دانشـگاهی ایـران بـا نگاهـی بـه گذشـته جویا شـوند.

بخـش یکـمِ چهارمیـن جلـد از کتاب‌هـای مستندسـازی ... کـه بـا عنـوان تاریـخ شـفاهی ریاضیـات در ایـران معاصـر به‌تازگـی منتشـر شـده نیـز شـامل گفتگوهـای دوسـتانه مجریـان طـرح مستندسـازی ... با دوازده تن از اسـتادان پیشکسـوت ریاضی و آمار دانشگاه‌هاسـت کـه به‌خصـوص برای دانشـجویان و دانشـگاهیان جـوان پـر از نـکات آموزنـده اسـت. ادامـه ایـن گفتگوها بـا پانزده تـن دیگـر از اسـتادان پیشکسـوت در بخش‌های دوم و سـومِ جلد چهـارم ظـرف چندمـاه آینـده منتشـر خواهد شـد.

بـا توجـه به گسـتردگی ایـن طـرح و تعـداد عنوان‌هایی کـه هنوز بـه آنهـا پرداخته نشـده اسـت، پیش-بینـی مجریان این اسـت که به‌شـرط تأمیـن بودجـه، اجـرای طـرح دسـت‌کم سـه الـی چهـار سـال زمان نیاز داشـته باشـد.

سخنرانی جناب آقای دکتر یوسف ثبوتی در وبینار ترویج ریاضیات و علوم به میزبانی اتحادیه انجمن‌های ایرانی علوم ریاضی (UIMS) و بنیاد علم اکو (ECOSF)

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

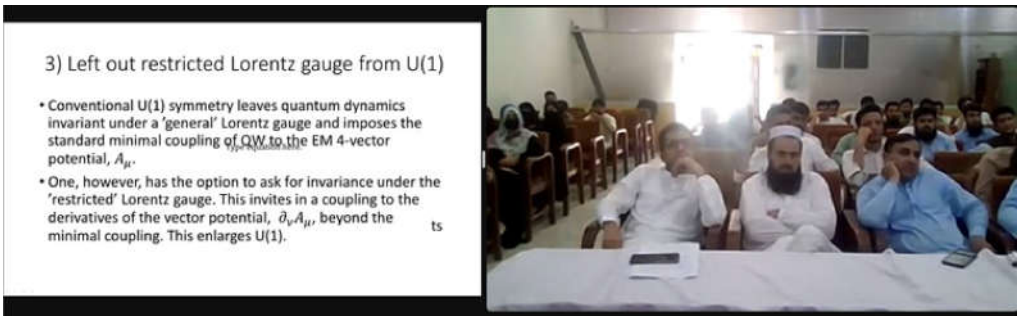


در اولین نشست از وبینارهای «ترویج ریاضیات و علوم» که در تاریخ ۳ مرداد ۱۴۰۲ به میزبانی اتحادیه انجمن‌های ایرانی علوم ریاضی (UIMS) و بنیاد علم اکو (ECOSF) برگزار شد، دکتر یوسف ثبوتی در یک سخنرانی جذاب و الهام‌بخش، به ایراد سخنان خود پرداختند.

دکتر یوسف ثبوتی، فیزیک‌دان برجسته ایرانی، بنیانگذار و استاد دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان است.

بیش از ۶۰ شرکت‌کننده علاقه‌مند از منطقه اکو در این رویداد آنلاین شرکت کردند و بیش از ۴۰ نفر به صورت حضوری در دانشگاه شهید بنظیر بوتو در شیرنگل حاضر شدند و در وبینار شرکت کردند.

سخنرانی در دو بخش ارائه شد. در بخش اول که با عنوان «تفاهم با دیگران به روش علمی» ارائه شد، دکتر ثبوتی بر تمایز اساسی بین علوم مبتنی بر مشاهده و معارف مبتنی بر نظر اشاره کرد. او تاکید کرد علوم مبتنی بر مشاهده اعتبار خود را از مشاهدات می‌گیرند. دانش‌های مبتنی بر مشاهده را می‌توان با هر زبان و فرهنگ در هر بازه زمانی و منطقه جغرافیایی آموخت و به کار برد. باب جدل و مشاجره در مورد آن‌ها بسته است. از سوی دیگر معارف مبتنی بر نظر اعتبار و تأثیر اجتماعی‌شان را مدیون اعتبار اجتماعی صاحبان نظران و تدوین‌کنندگان آن و حامیانش هستند. به طور مثال نظریه‌های اقتصادی و حکومتی و سیاسی و حقوق بشری ممکن است در همه فرهنگ‌ها و باورهای اجتماعی و منطقه‌های جغرافیایی یک‌سان فهمیده نشوند و موجب اختلاف‌های کوچک و بزرگ شوند. دکتر ثبوتی تأکید کرد مجموعه‌ی معارف انسانی را می‌توان در پله‌های یک نردبان از دقیق‌ترین آن‌ها، علوم «مبتنی بر مشاهده»، آغاز و به معارف «مبتنی بر نظر» که کم‌تر قابل توافق هستند چید. هر اندازه نظریه قابل آزمودنی‌تر و مشاهده‌پذیرتر باشد، تفاهم جهانی در مورد آن‌ها بیشتر و آسان‌تر است و جنگ و جدل در موردشان کمتر است.



در بخش دوم سخنرانی، دکتر ثبوتی از سه مفهوم قابل بحث سخن گفت: ۱- تَکینِگی فرض بار الکتریکی ذره نقطه‌ای؛ ۲- کنش نامتقارن میدان‌های الکترومغناطیسی روی توابع موج کوانتومی؛ و ۳- نادیده‌گرفته شدن پیمانه محدود لورنتز (Restricted Lorentz gauge) از پیمانه U(۱) و راهکار خود را برای چاره آن‌ها ارایه کرد.

سخنرانی با پرسش و پاسخ به پایان رسید که برای شرکت‌کنندگان امکان برقراری تعامل مستقیم با دکتر ثبوتی و بررسی بیشتر بینش‌ها را فراهم کرد. در پایان، دکتر سید کمیل طیبی، رئیس بنیاد علم اکو (ECOSF)، اهمیت ترویج ریاضیات و علوم را مورد تأکید قرار داد و از دکتر یوسف ثبوتی و دکتر علی رجالی، و همه شرکت‌کنندگان به خاطر مشارکت فعال‌شان قدردانی کرد. هدف از برگزاری و ادامه این وبینارهای مشترک، ایجاد کنجکاوی و زمینه‌سازی تفهیم عمیق‌تر از دنیای جذاب ریاضیات و علوم است.

سخنرانی جناب آقای دکتر یوسف ثبوتی در نشست دوازدهم مرجعیت علمی در حوزه علوم پایه و بنیادی

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

این‌نشست در تاریخ چهارشنبه، هفدهم آبان ماه ۱۴۰۲، ساعت ۱۵:۰۰ الی ۱۸ به ریاست دکتر علی‌اکبر موسوی موحدی، در مرکز مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، با حضور سخنرانان گرامی دکتر محمدجواد لاریجانی، دکتر یوسف ثبوتی و دکتر مجتبی شریعتی نیاسر برگزار شد.

دکتر ثبوتی: تجربه‌های من، حداقل در سی و چند سال گذشته، در علوم پایه زنجان و پیش از آن در سی و سه سال دیگر در دانشگاه شیراز شکل گرفته است. در هر دو بازه زمانی فکر و ذکرم گسترش علوم پایه و اعتلای تحصیلات تکمیلی بوده است. بنابراین بیشتر در باره ویژه‌گی‌های علوم پایه زنجان سخن خواهم گفت. ولی پیش از آن نظر کلی‌ام را در مورد دانشگاه‌های ایران بگویم. با صرف نظر از همه کاستی‌های مدیریتی، مالی، اجتماعی، سیاسی و مشکلات ارتباطی با دنیای دانش و تکنولوژی، من بر این باورم که دانشگاه‌های‌مان، نسبت به صنعت، اقتصاد، تجارت، خدمات و کشاورزی خوب عمل کرده‌اند. گواه این ادعایم این است که تولیدات دانشگاه‌های ما، که در درجه اول دانش‌آموخته‌هایمان هستند، اگر در درون مرزهای کشور خواهان ندارند، در بیرون از کشور مشتریان پر و پاقرص دارند و هم چون ورقِ زر می‌برند. چه بهتر که بکوشیم کنیم آنها را در داخل کشور نگه داریم و از توانایی‌هایشان استفاده کنیم.

مقام معظم رهبری فرموده‌اند مرجعیت علمی داشته باشید. یعنی چنان باشید که دیگران از شما بیاموزند. اجازه می‌خواهم شما را به مقاله زیر ارجاع دهم:

Theoretical and experimental study of optical diffractometry based on Fresnel diffraction from a transmission phase step

نویسندگان:

Luis M. Gonzalez,[1] Moises Cywiak,[1,*] AND David Cywiak[2]

1.Centro de Investigaciones en Óptica A.C., Loma del Bosque No. 115, León Gto., Mexico

2.Centro Nacional de Metrología, km 4.5 Carretera a Los Cués, Municipio El Marqués, Qro. C.P. 76246, Mexico *moi@cio.mx

منابع مقاله:

1. M. Amiri and M. T. Tavassoly, “Fresnel diffraction from 1D and 2D phase steps in reflection and transmission modes,” Opt. Commun.
272، 349-361 (2007).

2. H. Salvdari, M. T. Tavassoly, and S. R. Hosseini, “Fresnel diffraction from a step in the general case,” J. Opt. Soc. Am. A
34، 674-680 (2017).

3. M. T. Tavassoly and H. Salvdari, “Fresnel diffraction from phase steps and its applications,” Int. J. Opt. Photon. 14، 195-208 (2020).

4. M. T. Tavassoly, M. Amiri, A. Darudi, R. Aalipour, A. Saber, and A. R. Moradi, “Optical diffractometry,” J. Opt. Soc. Am. A

5. M. T. Tavassoly, M. Amiri, E. Karimi, and H. R. Khalesifard, “Spectral modification by line singularity in Fresnel diffraction from 1D phase step,” Opt. Commun. 255، 23-34 (2005).

6. A. Sabatyan and M. T. Tavassoly, “Determination of refractive indices of liquids by Fresnel diffraction,” Opt. Laser Technol.
41، 892-896 (2009).

7. M. T. Tavassoly, R. R. Naraghi, A. Nahal, and K. Hassani, “High precision refractometry based on Fresnel diffraction from phase plates,” Opt. Lett. 37، 1493-1495 (2012).

8. M. T. Tavassoly and A. Saber, “Optical refractometry based on Fresnel diffraction from a phase wedge,” Opt. Lett. 35، 3679-3681 (2012).

9. M. T. Tavassoly, S. R. Hosseini, A. M. Fard, and R. R. Naraghi, “Applications of Fresnel diffraction from the edge of a transparent plate in transmission,” Appl. Opt. 51، 7170-7175 (2012).

10. A. A. Khorshad, K. Hassani, and M. T. Tavassoly, “Nanometer displacement measurement using Fresnel diffraction,” Appl. Opt.
51، 5066-5072 (2012).

11. M. T. Tavassoly, I. M. Haghighi, and K. Hassani, “Application of Fresnel diffraction from a phase step to the measurement of film thickness,” Appl. Opt. 48، 5497-5501 (2009).

12. K. Hassani, M. Ashrafganjoie, and M. T. Tavassoly, “Application of white light Fresnel diffractometry to film thickness measurement,” Appl. Opt. 55، 1803-1807 (2016).

13. A. Motazedifard, S. Dehbod, and A. Salehpour, “Measurement of thickness of thin film by fitting to the intensity profile of Fresnel diffraction from a nanophase step,” J. Opt. Soc. Am. A
35، 2010-2019 (2018).

14. M. Dashtdar and S. M. A. Hosseini-Saber, “Focal length measurement based on Fresnel diffraction from a phase plate,” Appl. Opt.
55، 7434-7437 (2016).

15. M. Ghoorchi-Beygi and M. Dashtdar, “Single-shot measurements by Fresnel diffraction of divergent waves from a phase plate,” Appl. Opt. 59، 1968-1973 (2020).

16. A. Mahmoudi, “Application of Fresnel diffraction to fabrication and characterization of glass phase steps,” Appl. Opt.57، 4558-4562 (2018).

17. A. Mahmoudi, “Application of Fresnel diffraction from phase steps to measurement of etching rate of transparent materials,” Appl. Opt. 54، 7993-7996 (2015).

18. K. Hassani, A. Jabbari, and M. T. Tavassoly, “Application of Fresnel diffraction from a phase step to determination of the spectral line profile,” J. Opt. 20، 095606 (2018).

19. R. Aalipour, M. T. Tavassoly, and A. Saber, “Measuring source width and transverse coherence length using Fresnel diffraction from a phase step,” Appl. Opt. . 59، 7712-7719 (2020).

20. R. Aalipour and M. Aminjafari, “Phase shift calibration based on Fresnel diffraction from phase plates,” J. Opt. 14، 125706 (2012).

21. M. J. Siavashani, I. Naghedi, V. Abbasian, E. A. Akhlaghi, M. A. Charsooghi, M. T. Tavassoly, and A. R. Moradi, “3D imaging using scanning diffractometry,” Sci. Rep.11، 482 (2021).

22. H. Salvdari and M. T. Tavassoly, “Fresnel diffraction from the edge of a transparent plate in the general case,” J. Opt. Soc. Am. A
35، 496-503 (2018).

23. A. Sheveleva and C. Finot, “Temporal Fresnel diffraction induced by phase jumps in linear and nonlinear optical fibers,” Results Phys.
19، 103344 (2020).

24. L. Onural, “Sampling of the diffraction field,” Appl. Opt. 39، 5929-5935 (2000).

25. D. Mas, J. Garcia, C. Ferreira, L. M. Bernardo, and F. Marinho, “Fast algorithms for free-space diffraction patterns calculation,” Opt. Commun. 59، 7712-7719 (2020).

26. K. Falaggis, T. Kozacki, and M. Kujawinska, “Computation of highly off-axis diffracted fields using the band-limited angular spectrum method with suppressed Gibbs related artifacts,” Appl. Opt. 3288-3297 (2013 52،).

27. E. R. Freniere, G. G. Gregory, and R. A. Hassler, “Edge diffraction in Monte Carlo ray tracing,” Proc. SPIE 3780، 151-157 (1999).

28. M. Cywiak, A. Morales, J. M. Flores, and M. Servín, “Fresnel- Gaussian shape invariant for optical ray tracing,” Opt. Express
17، 10564-10572 (2009).

29. M. Cywiak, M. Servín, and A. Morales, “Diffractive and geometric optical systems characterization with the Fresnel Gaussian shape invariant,” Opt. Express 19، 1892-1904 (2011).

30. M. Cywiak, D. Cywiak, and E. Yáñez, “Finite Gaussian wavelet superposition and Fresnel diffraction integral for calculating the propagation of truncated, non-diffracting and accelerating beams,” Opt. Commun. 405، 132-142 (2017).

31. J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics (Roberts and Company, 2005), pp. 66–67.

32. K. Iizuka, Engineering Optics (Springer, 1986). pp. 68–71.

33. S. Anaya-Vera and A. Cordero-Davila, “Fast and exact diffraction integral calculus: a comparison with Fresnel approximation,” Optik 208، 164470 (2020).

34. S. Bahmanpour and A. Mahmoudi, “Application of Fresnel diffraction from the edge of a transparent plate to measurement of glucose concentration,” Appl. Opt. 59، 7712-7719 (2020).

35. E. Yáñez, M. Cywiak, and D. Cywiak, “Gaussian beam with high spherical aberration focused by a singlet lens-shaped container for glucose measurements,” Appl. Opt.
58، 2893-2897 (2019).

36. T. P. Meyrath, F. Schreck, J. L. Hanssen, C. S. Chuu, and M. G. Raizen, “A high frequency optical trap for atoms using Hermite–Gaussian beams,” Opt. Express 13، 2843-2851 (2005).

37. N. N. Lebedev, Special Functions and Their Applications (Dover, 1972), pp 136–139.

38. M. Cywiak and D. Cywiak, Multi-Platform Graphics Programming with Kivy (Apress, 2021), pp. 173–190.

39. M. T. Tavassoly, “Fresnel diffraction is a basic quantum mechanical effect,” J. Opt. Soc. Am. B -2052 (2021 38، 2043).

این مقاله در سال ۲۰۲۳ چاپ شده است. سی و نه رفرانس دارد. بیست و چهار تای آنها ارجاع به کارها و یافته‌های دکتر تقی توسلی و همکاران اوست. توسلی استاد دانشگاه تهران است. در سال‌های اولیه راه‌اندازی علوم پایه زنجان، برنامه اپتیک ما را به راه انداخته است. به مدت ۲۰ سال نیمی از وقت خود را در تهران و نیم دیگر را در زنجان گذرانده است. همکاران دکتر توسلی در این مقاله شاگردانش هستند. امروز در سال ۲۰۲۳ به کارهای ۲۰ سال پیش دکتر تقی توسلی ارجاع داده می‌شود. از ۳۹ ارجاع، ۲۴ تای آن نشانی علوم پایه زنجان را دارد. مرجعیت علمی معنایی جز این دارد که دیگران از شما یاد بگیرند؟ به بسیاری تکنیک‌های اندازه‌گیری‌های فاز و دامنه موج‌های اپتیکی که در مقاله آمده به تکنیک‌های دکتر تقی توسلی و شاگردانش ارجاع داده می‌شود. تقی توسلی و شاگردانش اندازه‌گیری فاز موج را به جای اندازه‌گیری انرژی موج پیشنهاد می‌کنند که دقیق‌تر و کم هزینه‌تر و آسان‌تر است. این تکنولوژی در زنجان و به اندیشه و دست توسلی و شاگردانش به وجود آمده است. آیا این مرجعیت علمی نیست؟ به سفارش جناب آقای دکتر لاریجانی اگر به دنبال عالمی می‌گردید که به دورش خیمه بزنید، من دکتر تقی توسلی را نشانی می‌دهم.

برابـر داده‌هـای آی‌اس‌سـی در سـال ۲۰۲۲، از ۱۵ شـیمی‌دان مـا در زنجـان هشـت نفـر در لیسـت دانشـمندان پراسـتناد ۲ درصـد جهـان هسـتند. اگـر بـه دنبـال مرجعیـت علمی هسـتید بـه علوم پایـه زنجـان بیاییـد. از ایـن دو در صدی‌ها در دانشـگاه‌های دیگر هـم هسـتند. مـن بـه اسـتناد همیـن آمارهاسـت کـه می‌گویـم دانشـگاه‌های مـا بـه خوبـی بـه وظایف‌شـان عمـل کرده‌انـد. مقالـه بایـد نوشـته شـده و طوری نوشـته شـود کـه خواننـده پس از خوانـدن آن احسـاس کنـد چیـزی بـه دانـش‌اش افـزوده شـده اسـت؛ دانشـگاهیان ما ایـن کار را می‌کنند. دانشـگاهیان را مذمت نکنیـم. کرده‌هـای کوچـک مثبت‌شـان را ببینیم. دانشـگاه‌های ما در حـد توانشـان خـوب عمـل می‌کننـد، تشویق‌شـان کنیـم.

بایـد محیـط را بـرای بـه وجـود آمـدن مرجعیـت علمـی آمـاده کـرد. آقـای دکتـر لاریجانـی از آزمایشـگاه و بودجـه و خدماتـی کـه بایـد بـه اسـاتید داده شـود گفتند و کامـلا درسـت گفتند. من اجـازه می‌خواهـم نکتـه‌ای را بـه ایـن فرمایـش بیفزایـم، سـر بـه سـر جوانان‌مـان بـه ویـژه در دانشـگاه‌ها نگذاریـم. کنترل‌هـای دسـتوری گفتـار و رفتـار و کردار آدم‌هـا هیچ وقـت نتیجه مطلوب کنترل‌کننده‌هـا را نـداده اسـت. جوانـی کـه در هـر گامـش کنترل می‌شـود جسـور و آفرینـنده بـار نمی‌آیـد. نیمـه پـر لیـوان را بایـد دیـد. بـه کارهـای خوب کوچکـی که در دانشـگاه‌ها به دسـت این و آن انجـام می‌گیـرد بایـد ارج نهـاد.

در ورود بـه دانشـگاه بـی در و دیـوار علـوم پایـه زنجـان کسـی را نمی‌بینیـد از شـما بپرسـد کجـا می‌روید و بـا چه کسـی کار دارید. درسـت برعکـس در روی یـک قله سـنگ چند تنی که به آسـانی نمی‌شـود جابجایـش کـرد، نوشـته شـده «از دانشـگاه فرزنـدان خودتـان دیـدن فرماییـد». مـا در زنجـان بـه همیـن سـادگی و بی‌هزینـه بـه مـردم احتـرام می‌کنیـم و احتـرام می‌بینیـم. ایـن شـگرد را می‌تـوان در جاهـای دیگر هـم به کار بـرد، از هزینه‌های مالـی و اجتماعـی کاسـت و از تنش‌هـای بیـن نسـلی پرهیـز کرد.

تعـداد نابغه‌هـا و ناخلف‌هـا در هـر جامعـه‌ای انـدک اسـت. دوام و شـکوفایی جوامـع وام‌دار آدم‌هـای متوسـط و معمولـی اسـت کـه سرشـان را پاییـن انداخته‌انـد و کار روزانه‌شـان را انجـام می‌دهند. اگـر جامعـه بـرای تشـویق و اکـرام متوسـط‌هایش آمـاده باشـد، نابغه‌هـای علمـی و صنعتـی و مالـی و مدیریتـی هـم در آن پیـدا می‌شـوند و مـالاً بـه مرجعیت علمی هم دسـت می‌یابند. از سـوی دیگـر آدم‌هـای ناباب ناخلـف هـم زمینـه را بـرای عـرض انـدام تنـگ می‌بیننـد و پـا پـس می‌کشـند.

از اسـتنفورد و دره سـلیکون کالیفرنیا سـخن نمی‌گویم که همیشـه غلغلـه‌ای از دانشـجویان و دانش‌پیشـه‌گان در آن‌هـا برپاسـت. بـه گذشـته‌ها و عمل‌کـرد گذشـته‌گان‌مان برگردیـم چـرا دارالحکمـه بغـداد، نیشـابور و بلخ می‌توانسـتند آدم‌هـا را دور هم جمـع کنند و ابـن سـیناها، زکریاهـای رازی و ابـن هیثم‌ها بپرورانـند. چرا امروز نتوانیـم چنیـن کاری را در تهـران و شـیراز و اصفهـان و تبریـز و شـهرهای دیگرمـان انجـام دهیـم؟ کافـی اسـت اندکی به سـبک مدیریت‌هـا و حمایت‌های‌مـان از دانشـگاه‌ها توجـه کنیـم و از میـراث گذشـته‌های‌مان الگـو بگیریـم.

از ایرادهـای مدیریتـی مـا در دانشـگاه‌ها و جاهـای دیگـر بـه پر و پـای پیـر و جـوان پیچیدن اسـت. جـوان در سـال‌های جوانی باید جوانـی کنـد. خلقـت خداوند تبـارک و تعالی ایجـاب می‌کند جوان بـالا و پاییـن بپـرد. اگـر ایـن جنـب و جـوش از آن‌هـا دریغ شـود سیاسـت‌ها و مدیریت‌هـا کنترل خـواه نتیجه معکـوس خواهد داد. از جملـه رسـیدن بـه مرجعیـت علمـی و خیلـی آرزوهـا را دشـوار خواهـد کرد.

گزارش برپایی همایش یک روزه تاریخ زمین شناسی در ایران معاصر در فرهنگستان علوم ۲۹ خرداد ماه ۱۴۰۲

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

مواجهۀ ایرانیان با هریک از شاخه‌های علوم جدید و جزئیات ورود این علوم به ایران بسیار کمتر از تاریخ کهن آنها، مورد توجه و کنکاش قرار گرفته است. اگرچه تا پیش از سدۀ نوزدهم میلادی هیئتهای سیاسی-تجاری متعددی از اروپا به ایران آمدند و اغلب نیز طبیعیدانانی به همراه داشتند اما تنها پس از آن و در دورۀ حکومت قاجارها بود که شکست‌های نظامی ایرانیان در مقابل روسها، طبقۀ حاکمۀ ایران را وادار به تأمل در چرایی کاستیها و ضعف‌هایشان کرد، و توجّه آنها را به فواید و اهمیت علوم و فنون جدید معطوف ساخت و این سرآغازی برای ورود این علوم به ایران گردید.

با هدف توجّه به کاستی‌های موجود در تاریخ‌نگاری دانش زمین‌شناسی دوران معاصر و تأکید بر اهمیت چنین تاریخ‌نگاری‌هایی، با همکاری و برنامه‌ریزی مشترک و سه جانبۀ گروه تاریخ علم بنیاد دایرۀالمعارف اسلامی، انجمن زمین‌شناسی ایران، و فرهنگستان علوم، گردهمایی یک روزه‌ای در تاریخ ۱۴۰۲/۳/۲۹ در محل فرهنگستان علوم برگزار شد، و در آن ضمن حضور چشمگیر متولیان، پیشکسوتان و پژوهشگران دانش زمین‌شناسی کشور، و نیز علاقه‌مندان دانش زمین‌شناسی و پژوهشگران تاریخ علم حضور یافتند. در آغاز برنامه، جناب آقای فرید قاسملو مدیر محترم گروه تاریخ علم بنیاد دایرۀالمعارف اسلامی، به عنوان رئیس نشست، گردهمایی را با خوشامدگویی به مهمانان، افتتاح کردند و پس از آن خانم دکتر مرضیه کاظمی، عضو گروه تاریخ علم نهاد پیش‌گفته، به عنوان دبیر علمی-اجرایی گردهمایی، به دنبال گزارشی دربارۀ تاریخچۀ ورود علوم نوین و از جمله دانش زمین‌شناسی به ایران، با ذکر شواهد تاریخی، و نمونه‌هایی از آثار مرتبط با دانش زمین‌شناسی در دورۀ قاجار، دربارۀ اهداف گردهمایی، برنامه‌ریزی‌ها، اقدامات و روند اجرایی آن توضیحاتی ارائه کردند. پس از پخش تصاویری از جلوه‌های زمین‌شناختی ایران، نشستهای علمی در دو بخش برگزار شد. سخنرانان با همفکری مراکزِ برگزار کننده انتخاب شده و کوشیدند از زوایای متفاوت بخشهایی از تاریخ زمین‌شناسی

مواجهۀ ایرانیان با هریک از شاخه‌های علوم جدید و جزئیات ورود این علوم به ایران بسیار کمتر از تاریخ کهن آنها، مورد توجه و کنکاش قرار گرفته است. اگرچه تا پیش از سدۀ نوزدهم میلادی هیئتهای سیاسی-تجاری متعددی از اروپا به ایران آمدند و اغلب نیز طبیعیدانانی به همراه داشتند اما تنها پس از آن و در دورۀ حکومت قاجارها بود که شکست‌های نظامی ایرانیان در مقابل روسها، طبقۀ حاکمۀ ایران را وادار به تأمل در چرایی کاستیها و ضعف‌هایشان کرد، و توجّه آنها را به فواید و اهمیت علوم و فنون جدید معطوف ساخت و این سرآغازی برای ورود این علوم به ایران گردید.

با هدف توجّه به کاستی‌های موجود در تاریخ‌نگاری دانش زمین‌شناسی دوران معاصر و تأکید بر اهمیت چنین تاریخ‌نگاری‌هایی، با همکاری و برنامه‌ریزی مشترک و سه جانبۀ گروه تاریخ علم بنیاد دایرۀالمعارف اسلامی، انجمن زمین‌شناسی ایران، و فرهنگستان علوم، گردهمایی یک روزه‌ای در تاریخ ۱۴۰۲/۳/۲۹ در محل فرهنگستان علوم برگزار شد، و در آن ضمن حضور چشمگیر متولیان، پیشکسوتان و پژوهشگران دانش زمین‌شناسی کشور، و نیز علاقه‌مندان دانش زمین‌شناسی و پژوهشگران تاریخ علم حضور یافتند. در آغاز برنامه، جناب آقای فرید قاسملو مدیر محترم گروه تاریخ علم بنیاد دایرۀالمعارف اسلامی، به عنوان رئیس نشست، گردهمایی را با خوشامدگویی به مهمانان، افتتاح کردند و پس از آن خانم دکتر مرضیه کاظمی، عضو گروه تاریخ علم نهاد پیش‌گفته، به عنوان دبیر علمی-اجرایی گردهمایی، به دنبال گزارشی دربارۀ تاریخچۀ ورود علوم نوین و از جمله دانش زمین‌شناسی به ایران، با ذکر شواهد تاریخی، و نمونه‌هایی از آثار مرتبط با دانش زمین‌شناسی در دورۀ قاجار، دربارۀ اهداف گردهمایی، برنامه‌ریزی‌ها، اقدامات و روند اجرایی آن توضیحاتی ارائه کردند. پس از پخش تصاویری از جلوه‌های زمین‌شناختی ایران، نشستهای علمی در دو بخش برگزار شد. سخنرانان با همفکری مراکزِ برگزار کننده انتخاب شده و کوشیدند از زوایای متفاوت بخشهایی از تاریخ زمین‌شناسی در ایران را بررسی کنند. ابتدا جناب آقای دکتر عسگر بهرامی، عضو هیئت علمی گروه زبان و ادبیات فارسی بنیاد دایرۀالمعارف اسلامی، داده‌های زمین‌شناسی در منابع ایران پیش از اسلام را بررسی کردند؛ به گفتۀ دکتر بهرامی، در نوشته‌های بازمانده از دورۀ باستان باورهایی دربارۀ زمین از جمله چگونگی پیدایش و شکل‌گیری سیمای آن و به تعبیر زمین‌شناسان، تحولات زمین‌ساختی و مسائلی نظیر پیدایش کانسارها آمده است. ایشان خاطرنشان کردند بخشی از کتاب بُندَهِش، که به زبان فارسی میانه نگاشته شده‌است، به موضوع آفرینش زمین اختصاص دارد و در آن شرحی دربارۀ چگونگی زمین، پیدایی کوه‌ها، دریاها، رودها، دریاچه‌ها، جانوران، مردمان، زنان، گیاهان، ابر، باد و نظایر آن آمده است. به گفتۀ ایشان در چند متن دیگر هم گزارش آفرینش آمده است که ما را در شناخت دانش زمین‌شناسی ایرانیان باستان به ویژه زمین‌ساخت، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی یاری می‌کند. سخنران بعدی خانم دکتر سارا فرض‌پور، عضو هیئت علمی گروه تاریخ علم بنیاد دایرۀالمعارف اسلامی، ضمن ارجاع به مقالات مختلف دانشنامۀ جهان اسلام، گزارشی از ساختار دانش زمین‌شناسی در دورۀ اسلامی ارائه دادند. به گفتۀ ایشان افرادی چون فارابی و فخر رازی که طبقه‌بندی علوم را در دورۀ اسلامی انجام داده‌اند، زمین‌شناسی را به عنوان یک شاخۀ مستقل مانند نجوم، هندسه، طب و داروشناسی تقسیم‌بندی نکرده‌اند و مطالبی که به زمین و موضوعات مرتبط با آن می پردازد را باید در منابع مختلفی که به این موضوعات ارتباط دارد، جستجو کرد. آخرین سخنران در بخش نخست، آقای دکتر محمد صدر، دیگر عضو هیئت علمی گروه تاریخ علم بنیاد دایرۀالمعارف اسلامی، پس از مقدمه‌ای دربارۀ مفهوم زمین‌شناسی در سه مقطع پیش از قاجار، دورۀ قاجار و پس از آن، و اشاره به علاقه‌مندی ناصرالدین شاه به معادن، با بررسی آراء شلیمر، پزشک هلندی و معلم دارالفنون، و کتاب او با عنوان معدن‌شناسی، به مرور وضعیت دانش زمین‌شناسی دورۀ قاجار پرداختند.

در حاشیۀ گردهمایی طبق برنامه‌ریزی قبلی، نمایشگاهی از انتشارات ارزشمند سازمان زمین‌شناسی برگزار و با استقبال کم‌نظیر حاضران روبه‌رو شد. تمامی کتابها و اطلسهای ارائه شده در این نمایشگاه به صورت رایگان در اختیار علاقه‌مندان قرار گرفت و بخشی از مهمترین آنها به کتابخانه‌های فرهنگستان علوم، بنیاد دایرۀالمعارف اسلامی، و انجمن زمین‌شناسی اهدا شد.

در بخش دوم سخنرانی‌ها آقای دکتر منصور قربانی رئیس محترم انجمن زمین‌شناسی ایران و عضو هیئت علمی دانشکدۀ علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی به تشریح تاریخ انقلاب‌های علمی- صنعتی جهان و نقش علوم زمین در آنها پرداختند. به گفتۀ ایشان در حال حاضر حدود ۴۰ درصد از درآمد ناخالص ملی کشورها وابسته به علوم زمین است و حداقل هشت مورد از عوامل توسعۀ پایدار یک کشور با اقتصادِ مبتنی بر علم و فناوری، شامل منابع آب، محیط‌زیست، مصالح ساختمانی، مخاطرات طبیعی، انرژی، منابع معدنی، کشاورزی و دریاها و منابع آن با علوم زمین مرتبط است. در ادامه جناب آقای دکتر مرتضی مؤمن زاده از مدیران مجموعۀ تولیدی-اکتشافی زر و از استادان پیشکسوت سازمان زمین‌شناسی که به صورت

برخـط حضور داشـتند بـه موضـوع ریشـه‌یابی جای‌نام‌هـای کهن در حـوزهٔ فرهنگـی ایـران پرداختنـد. جنـاب آقـای دکتـر مهـدی زارع، عضـو هیئـت علمـی پژوهشـکدهٔ زلزلـه شناسـی و عضـو هیئـت رئیسـه انجمـن زمین‌شناسـی ایـران، تاریخچـهٔ رشـتهٔ زمین‌شناسـی در ایـران را تشـریح کردنـد و جنـاب آقـای دکتـر منوچهـر قُرَشـی سـردبیر فصلنامـهٔ علمـی علـوم زمیـن، و عضـو هیئـت علمـی پژوهشـکدهٔ علوم زمیـن خاطرات خـود را از تدریس و پژوهـش در دانـش زمین‌شناسـی و زلزله‌هـای مهـم دهه‌هـای

خلاصه گزارش جلسه مشترک مدیران گروه‌های زیست شناسی کشور و شاخه زیست‌شناسی فرهنگستان علوم (۲۶ خردادماه ۱۴۰۲)

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

اولین نشست روسای دانشکده‌ها و مدیران گروه‌های زیست شناسی دانشگاه‌های کشور و شاخه زیست شناسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران در تاریخ ۱۴۰۲/۰۳/۲۶ با حضور مدعوین از جمله: دکتر امیر جلالی از دانشگاه اراک، دکتر جلیل خارا از دانشگاه ارومیه، دکتر زهرا اعتمادی فر از دانشگاه اصفهان، دکتر علی اصغر حاتم نیا از دانشگاه ایلام، دکتر رویا کرمیان از دانشگاه بوعلی سینا، دکتر مرتضی قربانی از دانشگاه بیرجند، دکتر رضا حاجی حسینی از دانشگاه ایلام، دکتر عطیه مهدوی از دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، دکتر خسرو خواجه و دکتر مینا سادات نادری و دکتر محسن شریفی و دکتر محمد جوان از دانشگاه تربیت مدرس، دکتر مهران حبیبی رضایی از دانشگاه تهران، دکتر رضاحاجی حسینی از دانشگاه پیام نور، دکتر تکتم حجار از دانشگاه حکیم سبزواری، دکتر امیرحسین احمدی از دانشگاه خلیج فارس، دکتر شهربانو عریان و دکتر اعظم سلیمی از دانشگاه خوارزمی، دکتر قاسم محمدی کاشانی از دانشگاه زنجان، دکتر داریوش مینایی طهرانی و دکتر حمیدرضا ملاصالحی و دکتر ناصر فرخی از دانشگاه شهید بهشتی، دکتر مصطفی سعادت از دانشگاه شیراز، دکتر سیف الله بهرامی کیا از دانشگاه لرستان، دکتر رضا معصومی جهاندیزی از دانشگاه مراغه، دکتر سید محمد مشتاقیون از دانشگاه یزد، دکتر مسعود حیدری زاده از دانشگاه کردستان، دکتر اطهرالسادات جوانمرد از دانشگاه یاسوج و نیز اعضای شاخه زیست شناسی فرهنگستان دکتر شمسی شهرآبادی، دکتر سعید سمنانیان، دکتر عباس شفیعی، دکتر علی فرازمند، دکتر سامان حسینخانی، دکتر علی متولی زاده اردکانی و دکتر یعقوب فتح اللهی به صورت حضور و مجازی در محل فرهنگستان علوم سالن استاد داوری اردکانی برگزار شد .

ابتدا پس از معرفی مقدماتی دستور جلسه توسط آقای دکتر سمنانیان، رئیس گروه آقای دکتر شمسی شهرآبادی ضمن خوش‌آمد گویی به اعضا اهم دستورات جلسه را ارایه فرمودند.

سخنرانان:

۱. دکتر یعقوب فتح الهی، عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

ایشان ضمن تشریح تحولات جهانی علمی به تغییر نگاه قدیمی به علم از واگرایی به سمت همگرایی اشاره کرد و گفت: امروزه علم و تکنولوژی از هم جدا نیستند. همگرایی، دارای سه لایه اصلی است که بسیاری از تغییرات بر پایه NBIC یا فناوری بر پایه چهار رکن اتم ، نورون، ژن و بیت (کامپیوتر) است. لایه اول NBIC، لایه دوم همگرایی علم و فناوری (Convergence of Science and Technology) و لایه سوم نیز آمیختگی دانایی، تکنولوژی و جامعه است. سیستم فعالیت انسانی با محوریت تحول دارای ۴ سکو است. سکوی بنیادین یا NBIC سیستم، پلت فرم دوم در مقیاس انسان، سوم در مقیاس کره زمین و محیط زیست و سکوی چهارم در مقیاس جامعه است.

انسان، زمین، تکنولوژی و جامعه با یکدیگر به صورت موزون، هماهنگ و همنوا در جهت ایجاد نفع اجتماعی در ارتباط هستند. انسان از رویکرد آمیختگی دانایی، تکنولوژی و جامعه، رشد و توسعه می‌یابد. علوم و فناوری و تکنولوژی‌های جدید که قادرند مسائل حل نشده را حل کنند، در نهایت به منظور تقویت توانایی‌های انسان به کار گرفته می‌شوند. به مدد علوم و تکنولوژی‌های همگرا توانایی‌های انسان تقویت می‌شود و قابلیت‌های بیولوژیک آن ارتقاء یافته و در فرم و ساختار بدن انسان تغییراتی ایجاد می‌شود.

در ادامه با اشاره به تسلط بر بنیادی‌ترین ساختار زیستی یا همان ژن‌ها و مداخله در آن گفت: انسان این دانش را کسب کرده و با روش‌های علمی جدید از سطح ژن تا سطح پروتئین‌ها مسلط و قادر به مداخله است. این توانمندی‌ها به ما کمک خواهد کرد که آزادانه به تغییر فرم (از راه تغییر ژنوتیپ) بپردازیم و سیستم‌هایی از طبیعت زنده را مثل بینی،

چشم و یا گوش در آزمایشگاه تولید کنیم. همان طور که در علوم مربوط به نانو تکنولوژی با پیشرفت‌های بسیار در سطح اتم به مواد مسلط شدیم و می‌توانیم با مداخله در چینش اتم‌ها به موادی دست یابیم که در طبیعت وجود ندارند. ساخت و به کارگیری سیستم‌های رباتیک نیز یکی دیگر از قابلیت‌های علوم و تکنولوژی‌های جدید است که ما توسط آن می‌توانیم در بدن انسان تغییراتی ایجاد کرده و آن را به شکل دلخواه درآورده و در اختیار ابزار قرار دهیم و در نهایت با تغییراتی که در قوای شناختی، جسمی بروز می‌کند، موجودی با قابلیت‌های بیشتر از انسان ایجاد می‌شود.

وی افزود: با بهره‌مندی از علوم همگرا می‌شود توانایی‌های انسان را تا جایی بالا برد که به تغییر زندگی (life customization) دست یافت. مرحله‌ای که انسان بتواند زندگی خود را به دلخواه طراحی کند. همگرایی بیوتکنولوژی، نانوفناوری و فناوری اطلاعات این قابلیت را ایجاد می‌کند که به بهینه‌سازی انسان (Human optimization) دست یافت .علوم و فناوری‌های همگرا نه تنها منجر به تغییرات بر روی انسان و قوای جسمانی و شناختی آن می‌شود، بلکه با استفاده از علوم و فناوری‌های همگرا می‌توان محیط‌های هوشمند را طراحی کرد و ارتباط انسان با محیط پیرامون و ماشین را هوشمند کرد و به سطح جدیدی از ارتباطات رسید.

۲. دکتر مهران حبیبی رضایی، استاد دانشگاه تهران

ایشان نیز ضمن تاکید بر تحولات جدید در عرصه زیست‌شناسی به خصوص تحولات تکنولوژی بر پایه NBIC ضرورت آمادگی گروه‌های زیست شناسی جهت رویارویی با این تحولات را ضروری دانست. ایشان به فعالیت‌های انجام شده توسط اتحادیه انجمن‌های علوم زیستی ایران در این زمینه اشاره کرد. ایشان به اهمیت توجه به مشکلات جهانی نظیر کمبود آب، غذا و آلودگی محیطزیست و... از طریق راهکارهای علمی نیز اشاره فرمودند.

۳. مطالب ارائه شده توسط مدیران گروه‌های زیست شناسی دانشگاه‌های کشور:

اهم مطالب:

– کاهش کیفیت دانشجویان ورودی مقاطع مختلف و ورود دانشجویان با عقبه تحصیلی متفاوت در رشته زیست شناسی سبب مشکلات جدی در آینده خواهد شد.

– تاکید بر اتحاد مجدد حوزه علوم پایه پزشکی و ارتقای سلامت با علوم پایه در وزارت علوم.

– تاکید بر آموزش زیست شناسی و تربیت دبیران زیست‌شناسی در گروه‌های مختلف در دانشگاه‌های مختلف و جلوگیری از انحصار یک تا دو دانشگاه در امر تربیت دبیران.

– مشکلات پژوهشی حوزه‌های مختلف زیست شناسی و کمبود مواد معتبر و عدم وجود مراکز ذی‌صلاح در شناسایی شرکت‌های معتبر.

– عدم وجود شرکت‌های ذیصلاح در تعمیرات دستگاه‌ها و ایجاد سامانه یکپارچه تعمیرات دستگاه‌های آزمایشگاهی.

– عدم وجود آزمایشگاه‌های ملی برای پیشبرد فعالیت‌های پژوهشی در مرز دانش.

– آسیب شناسی مشکلات اجتماعی مرتبط با فضاها و شبکه‌های آزمایشگاهی و...

– گسترش رشته‌های جدید و همگرا باید با حفظ رشته‌های قدیم و ریشه دار همراه باشد.

– مشکلات پژوهشی در دانشگاه‌های شهرستان خیلی بیشتر است.

– همگرایی در حوزه‌های مختلف با برنامه باشد، و همچنین عدم وجود متولی مشخص برای امور مختلف.

– بازنگری در سرفصل‌ها و عناوین رشته‌ها و بروز رسانی رشته‌ها و دروس و قرار گرفتن دروسی مانند bio-economy در سر فصل دروس.

– هم‌افزایی و همکاری با رشته‌های دیگر به منظور دسترسی به سرویس و نگهداری و حتی تولید دستگاه‌های تحقیقاتی دانشگاه‌ها.

– عدم انطباق امکانات پژوهشی با انتظارات دانشگاه‌ها از اعضای هیات علمی و دانشجویان می‌تواند منجر به تخلفات پژوهشی بشود.

– وضعیت بغرنج آزمایشگاه‌های اموزشی و کمبود امکانات برای تربیت مناسب دانشجویان دوره کارشناسی.

– کاهش سطح علمی دانشجویان و افت سطح علمی دانشجویان که عمدتاً به دلیل عدم امنیت شغلی است.

بعضی از فعالیت‌های اعضا شاخه شیمی فرهنگستان علوم

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

۱- دکتر علی اکبر موسوی موحدی رئیس شاخه شیمی فرهنگستان علوم ایران در بیست و چهارمین همایش و نشست آکادمی علوم جهان اسلام که در تاریخ ۱۴-۱۷ اسفند ماه سال ۱۴۰۱ در موسسه بین المللی شیمی و علوم زیستی دانشگاه کراچی برگزار شد شرکت و سخنرانی نمودند. سخنرانی ایشان تحت عنوان: «علم زیست مولکولی محصولات حلال و زندگی سالم» ارائه شد. Halal Products Biomolecular Science and Healthy Life

اهمیت این سخنرانی بیان راهبرد و نگرش جدید در خصوص مکانیزم مولکولی در محصولات غذایی «حلال» می‌باشد. در این سخنرانی اصطلاح جدید علمی تحت عنوان سبک زندگی مولکولی و یا سبک زندگی با مولکول‌ها "Molecular Lifestyle" بکار برده شد که در متون علمی تا کنون بکار برده نشده بود.

۲- دکترعلی اکبر موسوی موحدی رئیس کرسی یونسکو در تحقیقات بین رشته‌ای در دیابت، تحت عنوان «بیوفیزیک دیابت مولکولی» در هفته جهانی بیوفیزیک که توسط انجمن بیوفیزیک آمریکا اعلام شده است به صورت حضوری-مجازی به زبان فارسی و انگلیسی سخنرانی نمودند. این برنامه به صورت حضوری-مجازی در مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران در ششم اسفند ماه سال ۱۴۰۱ برگزار شد. لازم به ذکر است در این برنامه جهانی، آزمایشگاه بیوشیمی فیزیک برنامه‌ای تحت عنوان «مرزهای جدید ساختار پروتئین» را اعلام کرده بود که حاوی هشت سخنرانی کوتاه هرکدام به مدت ربع ساعت به زبان انگیسی به صورت حضوری-مجازی ارائه شد. ضمنا ایشان در تاریخ سوم فروردین سال ۱۴۰۲ در خصوص «نقش دولت‌ها و بخش خصوصی در پیشرفت رویکردهای علم بیوفیزیک» به صورت مجازی به زبان فارسی و انگلیسی در این مراسم سخنرانی نمودند.

شایان ذکر است کرسی یونسکو در تحقیقات بین رشته‌ای در دیابت مستقر در دانشگاه تهران اخیرا برای دور سوم توسط سازمان یونسکو در پاریس تا سال ۱۴۰۵ تمدید شده است. دوره کرسی یونسکو چهار ساله است که حسب فعالیت مطلوب تمدید می‌گردد.

۳- علی اکبر موسوی موحدی، شیرین محمدی، مهدیه رهبان، پرویز نوروزی» دما نمای ثبت کننده اطلاعات سیال» ثبت اختراع، شماره ۱۰۸۵۹۰ مورخ ۱۴۰۱/۱۰/۲۸ دارای گواهی ثبت اختراع از سازمان ثبت اسناد و املاک کشور ، دی ماه ۱۴۰۱

۴- علی اکبر موسوی موحدی، نامه به سردبیر «نقش بیوفیزیک در شناخت علم پزشکی» نشریه فرهنگ و ارتقای سلامت فرهنگستان علوم پزشکی، دوره ششم ، شماره چهارم، صفحات۷۱۴-۷۱۵، زمستان ۱۴۰۱

۵- رقیه ستاری، علی اکبر موسوی موحدی «سلامت دیجیتالی» نشریه نشا علم، مجلد۱۳، شماره۱، صفحات۵۴-۵۹ سال۱۴۰۱

در نتیجه گیری این مقاله آمده است:
امروزه دیجیتالی شدن به تمام جنبه‌های زندگی رسیده است. هم‌گرایی فناوری‌های نوآورانه و علم زیست پزشکی در حال تغییر نحوه ارائه و مصرف خدمات بهداشتی به جامعه است. مدل‌های فعلی مراقبت‌های بهداشتی پایدار نیستند و در حال گذار هستند و به تدریج به مراقبت‌های بهداشتی دیجیتال تبدیل می‌شوند. آنچه در حال ظهور است، یک اکوسیستم مراقبت‌های بهداشتی است که فراتر از سلسله مراتب سنتی حرکت می‌کند و خدمات ارزشمند را به بیماران ارائه می‌دهد. مسئولان ذی‌ربط برای دستیابی به اهداف راهبردی سلامت دیجیتال می‌باید کوشش نمایند تا علم پزشکی را با هوش مصنوعی و سیستم‌های دیجیتالی پیوند دهند. شایان ذکر است این جایگاه نیاز به سواد دیجیتالی در سلامت دارد که هم سیستم پزشکی و هم بیمار می‌باید آموزش داده شوند. موضوع قابل اهمیت این است که سواد دیجیتالی فقط کاربری آن نیست بلکه پیوند و هم‌گرایی بین رشته‌ای نیاز دارد که موتور

محرکه آن در علوم پایه و علوم بنیادی شکل می‌گیرد. لذا آینده خدمات پزشکی بسوی پزشکی فردی نیل می‌یابد و زیرساخت سیستم‌های دیجیتالی بستگی به سواد آن دارد. اصل سواد در گسترش مرزهای دانش شکل خواهد گرفت که بنیان آن در علوم پایه و طراحی و ساخت آن به علوم مهندسی برمی‌گردد تا سیستم پزشکی بتواند بهتر و راحت‌تر استفاده نماید.

۶- احمد شعبانی، ارائه سخنرانی تحت عنوان «جایگاه علوم شیمی و نقش آن در توسعه پایدار: نقشه راهی برای آینده،» (در تاریخ ۲۳ آذر ماه ۱۴۰۱): به مناسبت سال بین المللی علوم پایه در سمینار یک روزه «علوم پایه، اهمیت، نقش، چالش‌ها و فرصت‌ها» در دانشکدگان علوم دانشگاه تهران.

۷- احمد شعبانی، انتشار مقاله‌ای تحت عنوان «لزوم بازنگری در سازوکار پژوهشگاه‌ها با هدف افزایش بهره وری و کارآمدی آنها در جامعه و صنعت» در فصلنامه نامه علوم پایه فرهنگستان علوم (شماره ۶ - تابستان ۱۴۰۱- صفحات ۲۱-۳۸)

۸- خشایار کریمیان، آینده علم و فناوری در شیمی و صنایع شیمیایی ایران. نامه علوم پایه ۱۴۰۱، ۵، ۶۲-۴۸

۹- خشایار کریمیان، جواد مختاری، حسن زرنانی، علی اکبر موسوی موحدی، مریم نوری صفت، بیتا ضمیری، لیلا فتوحی ثبت اختراع در آمریکا تحت عنوان «روشی ساده و عمومی برای جداسازی و خالص‌سازی مولکول‌های هدف از محیط‌های بیولوژیکی با انتقال فاز عوامل شناسایی پگیله شده» را ثبت نمودند. در این روش جدید مولکول‌های کوچک بیولوژیکی، پروتئین‌ها یا اسیدهای نوکلئیک از محیط‌های بیولوژیکی مانند سرم خون، سیتوپلاسم، نوکلئوپلاسم و غیره توسط یک فرآیند جدید پگیله شدن به شکل خالص جدا می‌شوند.
US Patent Application US 0411463/2022 A1 Dec. ,29 2022

۱۰- حسام منتظری عضو علمی گروه بیوانفورماتیک، مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک در ۲۸ اردیبهشت در شاخه شیمی سخنرانی تحت عنوان « معرفی ChatGPT و بررسی کاربردهای آن در پژوهش و مطالعات دانشگاهی» نمودند. نظر به اهمیت استفاده درست از این نرم افزار هوش مصنوعی، در این سخنرانی استفاده های مجاز و غیر مجاز آن مورد بررسی و هم اندیشی در شاخه شیمی قرار گرفت.

گزارش شرکت گروهی از استادان ریاضی دانشگاه‌های کشور در برنامه همکاری‌های بین فرهنگستان علوم ج. ا. ایران و آکادمی علوم آمریکا

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

۱- در این برنامه که از تاریخ ۲۲ دی‌ماه لغایت ۱۴ بهمن‌ماه ۱۳۹۲ بطول انجامید، پانزده نفر از استادان ریاضی دانشگاه‌های کشور شرکت کردند.

در اولین روز یعنی دوشنبه ۲۳ دی‌ماه در شهر واشنگتن با آقای دکتر لاری مودی[1] مسوول برنامه، از دفتر بازدیدکنندگان بین‌المللی دیدار صورت گرفت. ایشان برنامه کلی را که از طرف مؤسسه آموزش جهانی[2] و آکادمی علوم آمریکا تنظیم شده بود، اعلام کردند. همکاران دیگر این برنامه انجمن ریاضی آمریکا[3] و برنامه بین‌المللی مدیریت بازدیدکنندگان[4] بودند.

آقای دکتر مودی در مورد فرهنگ و سنت‌های آمریکا توضیح دادند. سپس اعضای گروه خود را معرفی کردند و علاقه تحقیقاتی خود و انتظاراتی که از این دیدار داشتند را اعلام کردند. بعد از آن آقای دکتر نیل لندنمان[5]، رئیس مؤسسه آموزش جهانی در مورد سابقه تاریخی چنین برنامه‌هایی صحبت کردند و گفتند که این برنامه سابقه ۷۵ ساله دارد و این گروه سیزدهمین گروهی است که از ایران شرکت می‌کند. در این برنامه‌ها از مؤسسات آموزشی، فرهنگی و اجتماعی بازدید به عمل می‌آید و تجربه نشان داده است که این دیدارها تأثیر مثبتی در فرهنگ‌های دو کشور بر جای می‌گذارد. سپس آقای دکتر اندرو مگ‌وایر[6] و کلاریس پریمون[7] از همکاران مؤسسه آموزش جهانی، برخی نکات اجرایی و مالی مربوط به این دوره را تشریح کردند. در ضمن آقایان دکتر اصلان اصلانیان، محمد عزیز و خانم شهناز که محجبه هم بودند، مترجمی، همراهی و تدارکات گروه را از بدو ورود در فرودگاه واشنگتن تا هنگام ترک فرودگاه واشنگتن به عهده داشتند (البته به مترجم نیازی نبود).

در برنامه بعدی، خانم دکتر دایان بری‌آرز[8]، رئیس منتخب انجمن ملی معلمان ریاضی[9]، در مورد نظام آموزشی آمریکا و سیستم غیرمتمرکز آن صحبت کردند و گفتند که سیستم ۶، ۳، ۳ برای مدارس و چهار سال کالج و در مواردی دو سال کالج و مدارس حرفه‌ای وجود دارند. سیستم واحدی در مدارس وجود ندارد و ایالت‌ها، شهرها و حتی مدارس می‌توانند برنامه‌های خود را داشته باشند و به همین دلیل سطح مدارس در آمریکا یکنواخت نیست. ناحیه‌هایی که درآمد زیادی دارند، مدارس بهتر و مدرسین بهتر دارند و شهرهایی که درآمد کمتری دارند، دارای مدارسی با امکانات کمتر هستند. ایشان از این سیستم اظهار رضایت نکردند و گفتند که اخیراً طرح همسان‌سازی پایه استانداردهای ایالتی[10] را ۴۴ ایالت پذیرفته‌اند که مطابق آن حداقل‌هایی را همه مدارس باید اجرا نمایند و روش‌های ارزیابی مانند SMARTER، PARSE و SBAC برای یکنواخت‌کردن سطح علمی مدارس در نظر گرفته شده‌اند. ایشان برنامه جدید علم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی[11] را معرفی کردند که به تقویت علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی می‌پردازد. سپس آقای دکتر گلن شوایتزر[12]، رئیس دفتر اروپای مرکزی و اروپا-آسیا[13] از آکادمی علوم آمریکا و دکتر اسکات ویدمن[14]، رئیس بخش ریاضی آکادمی به معرفی آکادمی علوم آمریکا پرداختند. ایشان گفتند که نقش عمده آکادمی علوم، مشاوره به تصمیم‌گیرندگان در دولت مخصوصاً ریاست جمهوری است.

در آکادمی علوم، توجه به علوم ریاضی و کاربرد ریاضی در صنعت بسیار چشمگیر است. از جمله مؤسساتی که از مشورت‌های علمی آکادمی بهره می‌گیرند، NSF، NASA، DOE، NOAA و غیره می‌باشند.

تاریخ تشکیل آکادمی علوم آمریکا به جنگ‌های داخلی این

1. Lary Moody
2. World Learning
3. The Mathematical Association of America (MAA)
4. International Visitors Leadership Program (IVLP)
5. Neal Lendenman
6. Andrew Maguir
7. Clarice Primon
8. Dian Briars
9. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)
10. Common Core State Standards (CCSS)
11. Science,Technology,Engineering and Mathematics (STEM)
12. Glenn Schweitzer
13. Director, Office for Central Europe and Eurasia
14. Scott Weidman

کشور برمی‌گردد که در سال ۱۸۶۳ میلادی از طرف آبراهام لینکلن برای رفع مشکلات کشتی‌های جنگی و بررسی عواقب جنگ ایجاد گردید و شامل علوم، مهندسی، پزشکی، ادب و هنر می‌باشد. حدود ۵۰۰۰ عضو و ۱۰۰۰ کارمند دارد. از اهداف آن یادگیری از دیگران است. از جمله مسائل اجتماعی که در آکادمی مطرح است می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

– کتابخانه‌های آینده چگونه باید باشند

– بایگانی‌ها چگونه باید صورت گیرند

جلسات عمومی آکادمی سالی دو بار تشکیل می‌شود. هر سال یک کنفرانس پنج روزه برای ریاضی‌دانان جوان برگزار می‌گردد. یکی از دغدغه‌های نظام آموزشی آمریکا چگونگی به هم پیوستن علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات است که تحت عنوان علم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی مطرح می‌شود. از جمله اهداف این رویکرد، افزایش تعداد دانش–آموزانی است که در نهایت به دنبال تحصیل در حوزه علم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی باشند یا در این حوزه به کار مشغول شوند. در عین حال زمینه‌سازی مناسب برای شرکت بیشتر زنان در این برنامه است.

برنامه علوم ریاضی در سال ۲۰۲۵ بر اهمیت بیشتر به آمار، ریاضیات محاسباتی، ریاضیات گسسته، مدل‌سازی ریاضی و چگونگی بکارگیری آنها در برنامه علم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی است.

همچنین آموزش معلمان در قالب پیوستاری از آموزش پیش از خدمت تا آموزش‌های ضمن خدمت با تأکید بر دانش ریاضی برای تدریس، مهارت تدریس ریاضی و شناسایی دانش‌آموزان به عنوان یادگیرندگان ریاضی معرفی شد. با تأکید بر اهمیت دانش موضوعی و دانش حرفه‌ای معلمان در ارتقای کیفیت آموزش ریاضی، برنامه‌های متنوعی که در جهت رشد حرفه‌ای معلمان اجرا می‌شوند، مورد اشاره قرار گرفت. از جمله این برنامه‌ها برنامه آموزش ریاضیات بیشتر[1] و ریاضی برای آمریکا[2] می‌باشند.

۲– روز سه‌شنبه ۲۴ دی‌ماه در ساختمان جامعه ریاضی آمریکا با آقای دکتر رونالد روزایر[3] از شورای عالی کنوانسیون‌های علوم ریاضی[4] در مورد سند مرور وضعیت دانشجویان کارشناسی که هر پنج سال یکبار تهیه می‌شود، سخن گفتند. این مؤسسه برگزاری کنفرانس‌های علوم ریاضی در آمریکا را به عهده دارد و ۱۶ شعبه در آمریکا دارد. هدف آن رشد و توسعه ریاضی، آموزش ریاضی، پژوهش و کاربردهای آن است. در هر سال دو جلسه عمومی برای تعیین سیاست کلی و برنامه‌ریزی در سازمان‌های ریاضی کشور برگزار می‌کند. در هر تابستان یک کنفرانس پنج روزه برگزار می‌کند که دست‌کم ۱۰ ریاضی‌دان برجسته که تحقیقات تأثیرگذار داشته‌اند، در این کنفرانس دعوت می‌شوند. این شورا هر پنج سال یکبار گزارش وضعیت علوم ریاضی آمریکا را منتشر می‌کند و به مقامات مسئول مملکتی ارائه می‌نماید.

آقای دکتر دیوید لِورمور[5] از انجمن ریاضی آمریکا[6] در مورد تشکیل و وظایف جامعه ریاضی آمریکا و ماهنامه ریاضی آمریکا[7] صحبت کردند و نظام آموزشی دانشگاه‌های آمریکا را معرفی کردند. ایشان در مورد انجمن ریاضیات صنعتی و کاربردهای آن[8] و اهداف آن صحبت کردند و گفتند که هدف، افزایش تعامل ریاضیات با جامعه علمی و صنعتی کشور است. اضافه کردند که انجمن به این نتیجه رسیده است که برای ارتقای جایگاه ریاضیات در صنعت و کاربردها نیاز به آموزش جدی است. انجمن ریاضی آمریکا مسابقات متعددی را شبیه المپیاد ریاضی و پروژه‌های ریاضی‌دانان جوان که تازه دکترا گرفته‌اند، برگزار می‌گردد. شعار انجمن ریاضی آمریکا عبارت است از: Participate, Investigate, Educate

سپس آقای دکتر گیلبرت استرانگ[9] به عنوان نماینده جامعه ریاضی آمریکا در مورد این جامعه صحبت کردند. آقای دکتر علی عرب (ایرانی) در مورد انجمن آمار آمریکا[10] و ارتقای جایگاه آمار در سیاست‌گذاری‌های کلان، خدمات حرفه‌ای، تحقیقات آماری و مشاوره‌ها در مسائل گوناگون دولتی و خصوصی در صنعت صحبت کردند. خانم دکتر لیندا گوجاک[11]، رئیس انجمن ملی معلمین ریاضی[12] در دفتر انجمن ریاضی آمریکا قریب یک ساعت در مورد این انجمن و فعالیت‌های آن برای تقویت و تربیت معلمین ریاضی صحبت کردند.

۳– روزهای چهارشنبه ۲۵ و جمعه ۲۷ دی‌ماه در شهر بالتیمور، در بزرگترین کنفرانس ریاضی آمریکا[13] که از طرف جامعه ریاضی آمریکا، انجمن ریاضی آمریکا، و انجمن آمار آمریکا تشکیل شده بود و بیش از ۳۰۰۰ نفر از ریاضی‌دانان کشورهای مختلف در آن حضور داشتند، شرکت کردیم. در سالن ورودی میزهای رزروشده‌ای برای گروه ایرانی مهیا شده بود. نمایندگانی از انجمن‌ها همچنین افرادی از شرکت‌کنندگان به خصوص استادان ایرانی در دانشگاه‌های آمریکا برای دیدار

1. The further Mathematics Support Program (TFM)
2. Math for America (MfA)
3. Ronald Rosier
4. Conference Board of the Mathematical Science (CBMS)
5. David Levemore
6. American Mathematical Society (AMS)
7. American Mathematical Monthly (AMM)
8. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM)
9. Gilbert Strong
10. American Statistical Association (ASA)
11. Linda Gojak
12. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)
13. Joint Mathematical Meeting (JMM)

گروه حضور یافتند. گفته شد که در حدود ۶۰۰۰ استاد ایرانی در دانشگاه‌های آمریکا مشغول تحقیق و تدریس هستند. با نماینده انجمن ریاضی آمریکا که برای دیدار گروه و خوش‌آمدگویی آمده بود، در مورد اشکالات موجود در پذیرش مقالات محققان ایرانی در مجلات معتبر آمریکایی بحث گردید و ایشان قول دادند که موضوع را پیگیری خواهند کرد. استادان ایرانی از حضور گروه ایرانی بسیار خوشحال شدند و اظهار امیدواری کردند که راه برای رفت و آمدهای علمی بین دو کشور هموار گردد.

اعضای گروه هر یک دست‌کم در ۱۰ سخنرانی در دو روز و بر حسب علاقه و تخصص خود شرکت کردند. از نمایشگاه بسیار وسیع از کتابها و مجلات دیدار و کتاب‌هایی را خریداری کردند. متوجه شدیم که زنان ریاضی‌دان غرفه جداگانه‌ای دارند. دریافتیم که اصولاً توجه زیادی به زنان ریاضی‌دان وجود دارد که بسیار جالب بود. دلیل این توجه، کم‌بودن تعداد استادان ریاضی در آمریکا است. این کمبود حتی در کلاس‌های دانشگاه هم مشاهده می‌شود. ضمن صحبت با مسئولین گفتیم که در ایران برعکس است و در کلاس‌های ریاضی در دانشگاه‌ها بیش از ۶۰ درصد و در مواقعی بیش از ۸۰ درصد خانم‌ها هستند.

۴- روز پنجشنبه ۲۶ دی‌ماه از مدرسه توماس جفرسون که گفته می‌شود بهترین مدرسه در آمریکا می‌باشد، دیدن کردیم. در مورد برنامه‌های درسی توضیحاتی داده شد. این برنامه‌ها بسیار گسترده و از طرف دانش‌آموزان تماماً انتخابی است. برای دانش‌آموزان برجسته دروس پیشرفته ارائه می‌شود. معلمان ریاضی دارای مدرک دکتری ریاضی هستند. برای دانش‌آموزان ضعیف‌تر کلاس‌های فوق‌العاده توسط معلم مربوطه در مدرسه تشکیل می‌گردد. هر دانش‌آموز در هر درس یک پروژه تحقیقاتی انجام می‌دهد که نتیجه آن در مجله مدرسه چاپ می‌شود. معلمان پنج روز هفته از ساعت هشت صبح لغایت چهار بعدازظهر در مدرسه حضور دارند. معلمان هر سه سال یکبار ارزیابی علمی می‌شوند. برای آموزش ضمن خدمت معلمان از استادان دانشگاه کمک گرفته می‌شود.

برحسب توانایی علمی دانش‌آموزان چند دیپلم مختلف داده می‌شود. دیپلم ساده، دیپلم پیشرفته و دیپلم توماس جفرسون. این مدرسه آزمون ورودی دارد که از حدود ۳۰۰۰ نفر داوطلب، ۴۵۰ نفر پذیرفته می‌شوند. تجار محلی و خانواده جفرسون بودجه‌هایی را برای آزمایشگاه‌ها و ساخت و ساز مدرسه اختصاص می‌دهند.

بعدازظهر در مؤسسه کارنگی با مسئولان برنامه ریاضی برای آمریکا دیدار داشتیم. این مؤسسه در شهرهای بزرگ شعبه دارد و از معلمین ریاضی حمایت می‌کند. بدین ترتیب که سالانه ۱۰ تا ۱۵ معلم ریاضی از بین ۳۰۰ داوطلب انتخاب و ضمن پرداخت هزینه به اندازه نصف حقوق (علاوه بر حقوق کامل)، برای آنان کلاس‌های ریاضی دایر می‌کند و در عین حال با همکاری دانشگاه آنان را جهت تحصیل به دانشگاه معرفی می‌نماید. این معلمان پس از گذراندن دروس و موفقیت در آزمون در مدت پنج سال به اخذ مدرک مجوز معلمی و مدرک بالاتر نائل می‌آیند.

۵- همانطوری که گفته شد روز جمعه ۲۷ دی‌ماه در شهر بالتیمور به فاصله حدود ۱۰۰ کیلومتر از واشنگتن، در کنفرانس ریاضی آمریکا شرکت کردیم.

۶- روز شنبه ۲۸ دی‌ماه به شهر بسیار سرد، برفی و یخبندان شیکاگو در ایالت ایلی نوی پرواز کردیم.

۷- روز یکشنبه ۲۹ دی‌ماه و دوشنبه ۳۰ دی‌ماه که تعطیل عمومی بود، مطابق برنامه از آثار هنری، موزه‌ها و مخصوصاً موزه علوم بازدید داشتیم. لازم به ذکر است که در تمام موارد بلیت‌های ورودی و وسیله نقلیه مهیا بود. این برنامه در تمام روزهای شنبه و یکشنبه در شهرهای مختلف تکرار می‌شد.

۸- روز سه‌شنبه اول بهمن‌ماه از مدرسه علوم تربیتی در دانشگاه نُرث وِسترن شهر شیکاگو بازدید به عمل آمد. شعار این مدرسه، «یادگیری و رشد در طول زندگی» است. مسئول مدرسه در مورد تغییر برنامه‌های درسی در آمریکا توضیح داد و مجدّداً اشاره کرد که هر ایالت حتی هر شهر و مدرسه برنامه‌های خود را تنظیم می‌کند.

برنامه «هیچ بچه‌ای نباید بدون آموزش بماند[1]»، یک برنامه سراسری جهت تعلیم، تربیت و آموزش است. برنامه ملی ارزشیابی سطح آموزش[2] و برنامه همسان‌سازی پایه استانداردهای ایالتی که از طرف اکثر ایالت‌ها پذیرفته شده است، بسیار مورد توجه جهت هماهنگی آموزش در مدارس کشور است.

سپس به بخش ریاضی دانشگاه نُرث وِسترن رفتیم و توسط رئیس بخش ریاضی و استادان ریاضی مورد استقبال قرار گرفتیم. آقای دکتر جیرد وانچ[3] در مورد رشته‌های موجود در بخش ریاضی توضیح دادند و گفتند که بیشتر دانشجویان دو رشته‌ای هستند مثلاً ریاضی و اقتصاد، ریاضی فیزیک، ریاضی علوم اجتماعی، و غیره. سالانه حدود ۲۳۰ داوطلب دکتری وجود دارند که حدود ۱۰ نفر پذیرفته می‌شوند. بخش ریاضی این دانشگاه جزء ۲۰ بخش ریاضی برتر در کشور است.

1. No Child Left Behind (NCLB)
2. National Assessment of Education Program (NAEP)
3. Jared Wunsch

سپس آقای دکتر اِریک زاسلو[1] گفت من افتخار می‌کنم که استاد راهنمای من یک ایرانی به نام پروفسور وفا (فیزیکدان معروف و یکی از کاندیداهای جایزه نوبل) بوده است. سپس دو نفر دیگر از استادان ریاضی در مورد موضوع تحقیقات خود مطالبی را ارائه کردند.

۹- روز چهارشنبه دوم بهمن‌ماه به شهر استین تگزاس[2] پرواز کردیم.

۱۰- روز پنجشنبه سوم بهمن‌ماه به دپارتمان ریاضی دانشگاه استین رفتیم و با مایکل استادبرد[3]، یکی از ابداع-کنندگان روش جدید «آموزش بر مبنای کنکاش[4]» که پروژه ملی است، دیدار کردیم. در این روش استراتژی تدریس چنان است که مشارکت دانشجویان را بیشتر می‌سازد و تقریباً ۹۰ درصد آموزش توسط خود دانشجو انجام می‌گیرد و استاد فقط یک راهنما می‌باشد.
سپس آقای دکتر گیلبرت اِستاد[5] در مورد درس آموزش باز اینترنتی گروهی[6] صحبت کردند که پروژه‌ای است که در آن برای دانشجویان در اینترنت اجرا می‌شود. این برنامه در دانشگاه‌های هاروارد، ام. آی. تی، و تگزاس برگزار می‌شود. فیلم این برنامه‌ها در کیفیت تدریس در مدارس و دانشگاه‌ها بسیار مفید واقع می‌شوند. سپس با خانم ساویتا راج[7] از مؤسسه همکاری‌های تگزاس برای اقلیت‌ها (اسپانیایی‌ها، زنان و سیاهان) دیدار داشتیم. ایشان گفتند که حدود ۴۰ درصد جمعیت تگزاس اسپانیایی هستند ولی فقط یک درصد نیروی کار ماهر و مهندسین و ریاضی‌دانان اسپانیایی هستند. در عین حال نسبت درصد زنان و سیاهان در حوزه‌های علوم و فنون بسیار کم است، به همین دلیل این مؤسسه برنامه‌هایی با نام علم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی را با هدف ارتقای سطح آموزش فنی مهندسی و ریاضی برای این اقلیت ایجاد شده و توسط کارخانه‌ها و به دلیل آماده‌سازی نیروی کار ماهر آینده حمایت می‌شود.

در این برنامه کتاب‌های متنوع و آموزنده چاپ و به رایگان توزیع می‌شود، که در مواردی به کمک تریلرها در سطح شهرها همراه با برنامه‌های آموزشی ساده توزیع می‌شود. همچنین کلاس‌های حضوری برای راهنمایی و تقویت و تدریس دائر می‌شوند.
بعدازظهر از دبیرستان فناوری جدید[8] که طبق برنامه علم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی کار می‌کند، بازدید داشتیم. مدیر مدرسه در مورد سیستم آموزش این مدرسه که کاملاً بر حسب اجرای پروژه‌ها می‌باشد، توضیح دادند. ایشان سال ۲۰۰۷ را سال انقلاب بزرگ آیفون و سال ۲۰۱۰ را سال انقلاب آیپد می‌دانستند. دانش‌آموزان در این مدرسه در گروه‌های سه تا پنج نفری سالانه ۵۰ تا ۶۰ پروژه انجام می‌دهند. ایشان گفتند که این نوع آموزش نیاز جامعه مدرن را بیشتر و بهتر برآورده می‌کند. دانش‌آموزان در هنگام انجام پروژه نه فقط مفاهیم علمی بلکه نحوه همکاری گروهی، تعامل، ارتباط، تحقیق و ارائه نتایج تحقیق را یاد می‌گیرند. مدرسه امکانات آزمایشگاهی بسیار خوبی داشت، معلمان نیز ضمن تماس با صنعت از نیاز به روز آنان مطلع می‌شوند و دانش‌آموزان را به یادگیری مسائل روز راهنمایی می‌کنند. در یک پروژه که در حال اجرا بود آشنا شدیم. به هر گروه سه نفری از دانش‌آموزان یک میوه داده شده بود و هدف، تعیین تمام مواد غذایی و ویتامین‌ها، املاح و غیره این میوه بود. در پروژه دیگر، تعیین طول خط ترمز وسیله نقلیه در سرعت‌های متفاوت و نوع وسیله و نوع جاده، هدف بود. دانش‌آموزان پس از یادگیری اطلاعات مورد نیاز و اجرای پروژه، یک گزارش تهیه و به استاد تحویل می‌دهند. در این مدرسه، از گچ و تخته و کتاب درسی خبری نبود.

۱۱- روز جمعه چهارم بهمن ماه، به علت بارندگی شبانه و یخبندان صبحگاهی شهر تعطیل شد. (امکانات شهر برای ایمن‌سازی جاده‌ها و خیابان‌ها کم است. با مقایسه به اینکه در برف، کولاک و یخبندان در شهر شیکاگو، صدها وسیله برف روب، نمک‌پاش در فرودگاه، مانع لغو پروازها شدند.)

۱۲- روز شنبه پنجم بهمن‌ماه، به طرف لوس‌آنجلس پرواز و از آنجا با اتوبوس به شهر ایروایِن رفتیم.

۱۳- روز دوشنبه هفتم بهمن ماه، در مرکز بکمن[9]، آکادمی علوم آمریکا، ابتدا رئیس دانشگاه کالیفرنیا خوش‌آمد گفتند و در پاسخ، سرپرست گروه تشکر کردند. سپس آقای دکتر دون ساری[10] از اساتید ریاضی دانشگاه کالیفرنیا، برنامه‌های سه روز، دوشنبه، سه‌شنبه و چهارشنبه را که سخنرانی‌های اعضای گروه و اساتیدی از دانشگاه‌ها و مؤسسات مختلف را شامل می‌شد، ارائه دادند. برخی از اعضای گروه دو سخنرانی ارائه کردند. برنامه سخنرانی‌ها به شرح ذیل بود:

Opening Remarks
Prof. Michael V. D. M.D
Chancellor, University of California
Megerdich Toomanian
Delegation Head, The Academy of Sciences of IR Iran

1. Eric Zaslo
2. Austin Texas
3. Michael Stardbird
4. Inquiry Based Learning
5. Gilbert Stad
6. Massive Open Online Course (MOOC)
7. Savita Raj
8. Manor New Technology High School
9. Beckman Center
10. Don Saari

Speaker	Title of talk
M. Toomanian The Academy of Sciences of IR Iran	1- Continuity creates topology 2- A brief report on mathematical education in Iran
Prof. Don Saari University of California	Using continuity and topology to model human behavior
M. Mirzavaziri Ferdowsi University of Mashhad	A mathematical style in fictions
E. Reyhani Shahid Rajaee University	Problem solving and problem posing in mathematical education
N. Asghari Azad University	Early algebraic thinking
G. Haghighatdoost University of Bonab	Technique of mathematics in high schools-positions of mathematics, goals, programs, methods and teacher trainings
D. Braise President Elect National Council of Teachers of Mathematics	Creating and selecting mathematics textbooks that support effective teaching and student learning
G. Duncan NAS School of Education	Good in math, good in life
R. Heidary Ministry of Education	Dynamic Mathematics software and Mathematical modeling
R. Devaney MAA, Boston University	The Fractal Geometry of the Mandelbrot Set
R. Z. Nahandi Institute for Advanced Studies in Basic Sciences, Zanjan	1-Mathematics competitions for university students in Iran 2- Constructive Algebra
M. Jones Editor, Mathematical Magazine and Math Reviews	Opportunities for pre-college student; Circles, Competitions, Fairs, and Longer Programs
A. Rastegar Sharif University of Technology	Mathematics education and cognition types
D. Haunsperger Chair, Math. Department Carleton College	Building supportive communities in mathematics

A. H. Asghari Shahid Beheshti University, Tehran	The use of historical comics strips to engage students in mathematics and to help them to appreciate mathematics as human endeavor
A. Rafiepour Shahid Bahonar University, Kerman	1- Modeling and application in Iranian mathematics education community: research and practice 2- Mathematics houses in Iran (joint)
S. Levin NAS, Princeton University	Modeling of infections diseases
Speaker	**Title of talk**
S. Eichhorn University of California	Preparing Students for STEM
A. Abdollahi Shiraz University	How to teach matrices in information technology era
M. Ariannejad University of Zanjan	The necessity of philosophical approaches in teaching advanced pure mathematics
S. Gholamazad Research Institute for Education Ministry of Science, Research and Technology	Exploring Mathematical proof thoughts self-dialogue
K. Alishahy Sharif University of Technology, Tehran	TBA
M. Rezaie Shaid Beheshti University, Tehran	1- The nature of combinational thinking 2- Mathematics houses in Iran (joint)
J. C. Falmagne University of California	Learning spaces: the mathematical foundation of ALEKS system
H. Baker Director, Customer Support, ALEKS	Demonstration of ALEKS
Representative: International Visitors Leadership Program	Final administrative details Evaluation of Mathematics Education Program

پس از اتمام سخنرانی‌ها، آقای دکتر لاری مودی، نظر اعضای گروه را در مورد تمام برنامه‌های اجرا شده جویا شد که همگی اظهار رضایت کردند و مواردی را یادآور شدند. در نهایت گواهی شرکت اعضای گروه در این برنامه‌ها، به اعضای گروه داده شد. آقای دکتر ساری گفتند که مایلند ناشری را پیدا کنند که مطالب ارائه شده در این برنامه را به صورت کتابی چاپ کنند. ۱۴- در روز پنجشنبه دهم بهمن ماه، با ماشین عازم لوس‌آنجلس شدیم (حدود ۷۰ کیلومتر). در دانشگاه یو. سی.

ال. ای. لوس‌آنجلس، مارک گرین و اریک فریدلندر، مؤسسه ریاضیات محض و کاربردی[1] را معرفی کردند. این مؤسسه با شعار «ریاضی همه چیز را تغییر می‌دهد» با مأموریت زیر شکل گرفته است:

۱- ایجاد تعامل بین ریاضیات با طیف گسترده در علوم و تکنولوژی
۲- ایجاد حوزه تحقیقات بین‌رشته‌ای
۳- ارتقای نوآوری‌های ریاضی

آقای راسل کافلیش[2] در مورد ارتباط ریاضی با مهندسی پزشکی، علوم اجتماعی و فیزیک صحبت کردند و به تلاش‌هایی برای برگزاری کنفرانس‌ها در این زمینه اشاره کردند. مؤسسه ریاضیات محض و کاربردی کلاس‌هایی را در تابستان برای محققین جوان و دانش‌آموزان دبیرستانی در مورد کاربرد ریاضیات در صنعت دائر می‌کند. همچنین برنامه‌های مشترکی را با کشورهای هنگ‌کنگ، چین، کانادا و آلمان در دست اقدام دارد. برنامه سالانه، شامل کنفرانس‌ها و دوره‌های تابستانی در دست اجرا دارند، به عنوان مثال:

- تعامل آنالیز و هندسه در بهار ۲۰۱۳
- جنبه‌های جبری هندسه ترکیباتی و محاسباتی در پاییز ۲۰۱۴
- ریاضی مالی در بهار ۲۰۱۵
- مدیریت ترافیک در پاییز ۲۰۱۵

در ادامه، به ساختار نظارتی مؤسسه و ترکیب اعضای آن اشاره گردید.

۱۵- روز جمعه یازدهم بهمن ماه، با مدیرکل آموزش و پرورش ایالت کالیفرنیا، آقای نادر دلنواز (ایرانی)، دیدار داشتیم. ایشان وضعیت کلی آموزش و پرورش آمریکا را تشریح کردند و گفتند که هر شهر، دفتر آموزش و پرورش جدایی دارد که زیرمجموعه اداره کل ایالت است ولی به طور مستقل عمل می‌کنند. در هر ایالت، اتحادیه معلمان ریاضی وجود دارد که اداره کل با مشورت با این اتحادیه، وضع استخدام، حقوق و مزایا و شرایط کاری معلمان را تعیین می‌کند. حقوق معلمان بستگی به امکانات مالی هر ایالت و شهر و درآمد و مخارج خانواده‌ها در آن شهر دارد. در برخی ایالت‌ها، معلمان مجازند در غیر از مدرسه خود، تدریس داشته باشند. مدیر هر مدرسه سالی دو یا سه بار در کلاس درس هر معلم شرکت می‌کند و روش تدریس، رفتار معلم و پیشرفت دانش‌آموزان را ارزیابی می‌کند. نتیجه این ارزیابی در تمدید قرارداد هر معلم مؤثر است. در عین حال، سالی یکبار هیأتی از طرف اداره کل، به مدارس مراجعه و کار معلمان را ارزیابی می‌کنند.

معمولاً اداره آموزش و پرورش هر شهر اختیارات خود را به مدارس واگذار می‌کند و مدارس در استخدام معلم و برنامه آموزش در مدرسه مختار است. اخیراً در اداره کل ایالت‌ها، از طرح همسان‌سازی پایه استانداردهای ایالتی پیروی می‌کنند ولی هنوز سراسری نشده است. دانش‌آموزان در منزل از طریق ویدئو، وب و اینترنت دروس خود را مرور می‌کنند و در کلاس بیشتر پروژه‌های گروهی تحت نظر معلم اجرا می‌کنند. پس از تعیین سرفصل‌های دروس در مدارس و یا با پیروی از طرح همسان‌سازی پایه استانداردهای ایالتی، مؤسسات و شرکت‌های خصوصی، کتاب‌های درسی چاپ می‌کنند و معلم حق انتخاب کتاب درسی را دارد. البته کمیته مخصوص، محتوای کتاب‌های درسی را ارزیابی می‌کند. هر معلم ریاضی ابتدا باید لیسانس ریاضی از یکی از دانشگاه‌ها داشته باشد، سپس به مدت یک تا دو سال در دوره‌های آموزشی معلمان شرکت نماید و پس از قبولی در این دوره مجوز معلمی دریافت نماید. هر دانش‌آموز در هر شرایطی باید تحت تعلیم اداره آموزش و پرورش شهر باشد. اگر دانش‌آموزی مشکل خانوادگی یا جسمی داشته باشد، اداره آموزش و پرورش موظف است که برای تعلیم او اقداماتی راحتی به صورت تدریس در منزل به عهده بگیرد و چنانچه دانش‌آموزی به دلایلی در زندان باشد، اداره آموزش و پرورش باید وسایل تعلیم و تربیت ایشان را مهیا سازد. به طور کلی آقای دلنواز اطلاعات بسیار جالبی را در اختیار گروه قرار دادند.

به طور کلی

۱- کنفرانس ریاضی بالتیمور با شرکت ۳۰۰۰ محقق ریاضی در سطح بسیار خوب و قابل استفاده بود.

۲- نام برنامه «آموزش ریاضی» بود ولی کمتر با متخصصان آموزش ریاضی بحث و گفتگو انجام گرفت و اصولاً دانشگاه‌هایی که بازدید کردیم، دوره‌های دکتری آموزش ریاضی نداشتند.

۳- از نکات عمده، احساس مسئولیت و علاقه به کار در سطح بسیار خوبی در مدارس و دانشگاه‌ها دیده می‌شد. با ریاضی‌دانانی که برخورد داشتیم، تعهد نسبت به کار به وضوح مشاهده می‌شد، به علاوه، علاقه به کار، حتی در مشاغل پایین جامعه به خوبی احساس می‌شد.

۴- با اساتیدی که در تماس بودیم هرچند متخصص آموزش ریاضی نبودند، ولی به مسائل آموزش ریاضی به ویژه در مدارس علاقه داشتند و مطلع بودند.

۵- توجه زیادی به کیفیت تدریس ریاضی وجود دارد، معلمان مدارس باید ابتدا لیسانس ریاضی بگیرند، سپس طی دوره‌هایی

1. Institute for Pure and Applied Mathematics (IPAM)
2. Russell Calfish

مجـوز معلمـی بگیرنـد، کـه بسـیار جالـب بـود. (ایـن نکتـه بارها بـه آمـوزش و پـرورش ایـران توصیه شـده ولـی مورد قبـول واقع نشـده است)

۶- ایالت‌هـا، شـهرها و مدارس، آزادی عمل زیـادی در برنامه‌های درسـی، کتاب‌هـای ریاضـی و امـور مدرسـه دارنـد کـه باعث عدم هماهنگـی تحصیلات در آمریکا شـده اسـت، ولی اخیـراً ۴۴ ایالت بـه طـرح همسان‌سـازی پایـه اسـتانداردهای ایالتـی پیوسـته‌اند، کـه حداقل‌هایـی را بـرای محتـوای دروس مـدارس در نظر گرفته می‌شـود.

۷- برنامه‌هـای آمـوزش ریاضـی در دانشـکده‌های علـوم تربیتـی اجـرا می‌شـود کـه بهتـر اسـت در گروه‌هـای ریاضی باشـند.

۸- در دانشـگاه اسـتین، روش تدریـس بسـیار جالبـی در حال اجرا بـود. معلـم بیشـتر به چگونگـی یادگیـری اهمیت می‌دهـد و نه به اینکـه چـه چیزی یـاد بگیریم. این اسـتاد دسـت‌یابی دانشـجویان بـه اثبـات توسـط خـود دانشـجو را مقـدم بـر اثبات توسـط اسـتاد می‌دانـد و از یادگیـری پژوهـش محـور بهـره می‌گیرد.

۹- بازدیـد از مجموعه‌هـای فرهنگـی و موزه‌هـا بسـیار جالـب و آموزنـده بـود و هماننـد آزمایشـگاه مدرسـه بـود. هنـگام بازدید از دانش‌آمـوزان حاضـر در مـوزه علـوم خواسـته شـد که با وسـایل و امکاناتـی کـه در اختیـار قـرار داده می‌شـوند، دی. ان. ای. خـود را مشـخص کننـد و یـا پدیـده گردبـاد را از نزدیک ببیننـد و یا روش تشـخیص زلزله‌هـای خفیـف را یـاد بگیرند.

۱۰- از ویژگی‌هـای برجسـته جامعـه علمـی آمریـکا، نـگاه رو به جلـو و انجـام تحقیقـات گسـترده در بخش‌هـای علـوم ریاضـی اسـت. برنامـه ۲۰۲۵ از ایـن جملـه اسـت.

۱۱- از نکات برجسـته که توسـط مسـئولین انجمن ریاضی‌آمریکا تأکیـد شـد، دوره‌هـای آماده‌سـازی بـرای افـرادی کـه بـه تازگی فارغ‌التحصیـل شـده و دکتـری ریاضـی اخـذ کـرده بودنـد، در برنامه‌هـای مناسـب روش تدریـس و تعلیـم ریاضـی بـود کـه بـا همـکاری دانشـگاه‌ها صـورت می‌گیـرد کـه بـا اتمـام ایـن دوره مجـوز معلمـی دریافـت می‌دارنـد.

۱۲- اختـلاف سـطح آمـوزش بیـن سـیاهان، اسـپانیایی‌ها و زنان وجـود داشـت کـه برنامه‌هایـی توسـط سـازمان‌های غیـر دولتـی بـرای رفـع ایـن نقیصه تـدارک شـده بود.

سرپرست گروه
مگردیچ تومانیان
رئیس شاخه ریاضی

گزارش سمینار یک روزه شاخه شیمی فرهنگستان علوم
عنوان سمینار: نقش و جایگاه صنایع شیمیایی در تولید ناخالص ملی کشورها
سوم اسفند ماه ۱۴۰۲ از ساعت ۸ الی ۱۳

نامه علوم پایه شماره ۷و۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

سخنرانان

۱- احمد شعبانی عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی و رئیس پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران
۲- مجید پورمقدم پژوهشگر وزارت صمت، مدرس دانشگاه
۳- ابوالفضل کیانی بختیاری عضو هیات علمی سازمان مدیریت صنعتی و رئیس هیات مدیره هولدینگ فنی- مهندسی تام
۴- پیمان صالحی عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی و معاون پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

خلاصه مباحث ارایه شده توسط سخنرانان در سمینار

صنایع شیمیایی – دارویی تواما دومین صنعت بزرگ جهان محسوب می‌شود که بیش از هفت تریلیون دلار از تولید اقتصاد جهانی و به عبارتی حدود ۱۰ درصد از تولید ناخالص داخلی جهان را به خود اختصاص می‌دهد. این صنایع برای کشور ایران با توجه به نیروی انسانی متخصص و جوان در کلیه علوم و مهندسی مرتبط بویژه شیمی و رشته‌های وابسته، منابع طبیعی سرشار از نفت و گاز(۱۰ درصد ذخایر نفت خام و ۱۷ درصد ذخایر گاز طبیعی جهان و به عبارتی ۱۳ درصد ذخایر نفت خام و بیش از یک سوم ذخایر گاز طبیعی اوپک به ایران اختصاص دارد)، به عنوان تأمین کننده خوراک و انرژی فرایندها پتروشیمیایی، وسعت سرزمینی که لازمهٔ صنایع ماهیتاً عظیم پتروشیمی است، همچنین دسترسی به آب‌های آزاد و کشتیرانی، مزیت مطلق محسوب می‌شود. اما سهم صنایع شیمیایی – دارویی در تولید ناخالص ملی و میزان ارز آوری از صادرات آنها در مقایسه با برخی کشورهای منطقه‌ای، آسیایی و غربی که از چنین مزیت‌هایی برخوردار نیستند، چندان شایسته و مناسب نمی‌باشد. در این سخنرانی با ترسیم وضعیت موجود و آسیب شناسی آن در ایران در مقایسه با سایر کشورهای پیشرو و منطقه در حوزه صنایع شیمیایی- دارویی، راهکارها و راهبردهای مناسب در دست‌یابی به وضعیت مطلوب ارایه خواهد شد.

ایران به بهشت زمین شناسی دنیا شهرت دارد و از ذخایر بالقوه معدنی و طیف گسترده تنوع مواد معدنی در صنایع مختلف و هم چنین از قانون معادن با قدمت بیش از صد سال و فعالیت‌های معدنی چند هزار ساله از مردان نمکی تا سنگ‌های تخت جمشید و ... برخوردار است. کشورمان بر اساس منابع معتبر جهانی با شناسایی ۶۰ میلیارد تن ذخایر قطعی و احتمالی مواد معدنی، به ترتیب در رتبه دهم جهان، اول خاورمیانه و سوم آسیا قرار دارد. هم‌چنین با شناسایی ۷۵ نوع ماده معدنی، رتبه چهاردهم الی پانزدهم جهان را به خود اختصاص می‌دهد. استفاده از مواد معدنی در طیف گسترده از ساختمان‌سازی، پروژه‌های راه، تونل، انبوه و سد سازی، صنایع الکترونیک از ساخت لامپ تصویر تلویزیون تا خازن‌های نسوز و تمام مواد اولیه گوشی‌های همراه، صنایع دفاعی و نظامی استراتژیک و هوایی از ساخت بدنه هواپیما تا جنگ افزارهای نظامی، علوم پزشکی و حوزه سلامت از خواص درمانی سنگ‌ها تا داروسازی و دندانپزشکی و فلزات گرانبها و صنایع معدنی از کارخانجات فولاد، آهن، آلومینیم، سیمان، کاشی، سرامیک، آسفالت و بتن و صنایع شیشه و کاغذسازی (کاغذ سنگی) و ... تنها بخشی از کاربردهای مواد معدنی هستند.

نکته مهم این است که هنوز دانش فنی ایجاد ارزش افزوده برای تعداد زیادی از این مواد معدنی در کشور وجود ندارد، لذا مجبور به خام فروشی می‌شود، لذا ضروری است با فراخوان نخبگان دانشگاهی، پژوهشگاهی و صنعتی طرح‌های بومی‌سازی نهادینه شود. در این راستا بخش معدن کشور مشمول مغفولیت ملی به لحاظ ضعف شدید اطلاع رسانی به آحاد جامعه علی‌رغم شهرت جهانی مواد معدنی گردیده است.

در حال حاضر سهم معادن (بدون صنایع معدن) در مقایسه با بخش‌های دیگر اقتصادی مانند ساختمان و صنعت و ... بسیار ناچیز و حدود یک درصد از اقتصاد کشور است (گزارش بانک مرکزی – خرداد ۹۹). ولی سهم ساختمان و صنعت به ترتیب در تولید ناخالص ملی ۵/۸ درصد و ۱۵/۱ درصد (علی رغم تامین کننده تمام مواد اولیه ساختمان و صنعت) می‌باشد. متاسفانه زنجیره ارزش مواد معدنی بصورت پیوسته از معدن تا انتهای آخرین مرحله (حلقه) صنایع معدنی در نظر گرفته نمی‌شود و بخشی (مرحله کنسانتره به بعد) از نظر صنایع معدنی و ارزش افزوده و بخش دیگر در حوزه بازرگانی به حساب می‌آید. این اشتباه باعث پایین آمدن سهم معادن در ارقام اقتصادی خواهد شد.

از ویژگی‌های بارز محیط سرشار از پیچیدگی و عدم قطعیت، تغییر و تحول است. یکی از تغییرات اساسی در صنعت، ظهور پارادایم‌های انقلاب صنعتی چهارم، جامعه و صنعت نسل پنج است که بواسطه درهم‌آمیزی و ظهور فناوری‌های نوین در حوزه رباتیک، هوش مصنوعی، زنجیره بلوکی، نانوفناوری، پردازش کوانتومی، زیست فناوری، مواد و صنایع شیمیایی، اینترنت اشیا و... کل نظام تولید، مدیریت و حکمرانی را در هر صنعت و هر کشوری متحول کرده است. شهرهای هوشمند، صنعت هوشمند، کشاورزی هوشمند، حمل و نقل هوشمند و بهداشت و درمان هوشمند، مواد شیمیایی پیشرفته، دستکاری‌های ژنی، کسب و کارهای پلتفرمی، پلتفرم‌های مالی و ارز دیجیتال ... مصادیقی از پیشرفت‌های انقلاب صنعتی نسل ۴ هستند که غلبه ابزار بر انسان را نمایان ساخته‌اند.

بعضی از کشورهای دنیا برای برون رفت از تبعات سلطه مولفه‌های بنیادین انقلاب صنعتی چهارم رویکردهای جدیدی را توسعه داده‌اند؛ از جمله: رویکرد جامعه ۵ در ژاپن و نسل پنج صنعت در اروپا که علاوه بر استفاده از مظاهر فناوری‌های پیشرفته، انسان محوری، تاب‌آوری و پایداری را مورد توجه و تأکید قرار می‌دهند. در این فرصت مغتنم، روندهای فوق به تفصیل ارائه شد.

پیچیدگی اقتصادی نشانگری است که میزان سهم علم و فناوری در تولیدات یک کشور را نشان می‌دهد. این شاخص بر اساس تنوع و پیچیدگی فناوریِ بکار رفته در محصولات و اقلام صادراتی کشورها محاسبه می‌شود. تولید ناخالص داخلی دارای یک جسم و یک روح است. جسم آن میزان و عددی است که همواره برای کشورهای مختلف محاسبه و اعلام می‌شود. اما روح آن میزان خوداتکایی، پیچیدگی اقتصادی و ارزش افزوده کالای تولیدی و صادراتی است. به عبارت دیگر ممکن است کشوری دارای تولید ناخالص داخلی بالایی باشد ولی این مبلغ را از خام فروشی و استفاده از منابع زیرزمینی کسب نماید. کشورهایی در دنیای اقتصاد موفقند که با استفاده از نیروی انسانی توانمند (منابع روی زمین)، فناوری بومی و تولید محصولات استراتژیک به کسب درآمد پایدار مبادرت ورزند.

نتیجه گیری و پیشنهادات:

-لازمه افزایش تولید ناخالص ملی ضرورت همگرایی و مشارکت فعال وزارت نفت، وزارت صمت و وزارتین آموزش عالی طی یک برنامه راهبردی و استراتژیک در افزایش بهره‌وری و زنجیره ارزش در صنایع پتروشیمیایی است.

-ایجاد کشش بازار و افزایش پیچیدگی اقتصادی باعث برقراری تعادل با طرف عرضه و کاهش فاصله دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها با صنعت و جامعه خواهد شد.

-آموزش عالی می‌بایست با مطالعه مستمر بازار جذب و استفاده از اهرم‌های آمایشی و ایجاد انعطاف در فرآیندها، نسبت به تربیت نیروی انسانی مورد نیاز اقدام نماید.

-در آینده نزدیک خام فروشی در حوزه معادن و حامل‌های انرژی هیچگونه ارزش افزوده نخواهد داشت و کشورهایی که به سمت افزایش سهم تولید ناخالص ملی از پیچیدگی اقتصادی نباشند، دچار ضعف در توسعه یافتگی خواهند شد.

-ضرورت تدوین سند و برنامه راهبردی صنعت پتروشیمی، و مواد اولیه و موثره دارویی با سرمایه گذاری پتروشیمی‌ها.

-ضروری است با فراخوان نخبگان دانشگاهی، پژوهشگاهی و صنعتی طرح‌های بومی‌سازی در حوزه معادن نهادینه شود با سرمایه گذاری وزارت صمت.

-زنجیره ارزش مواد معدنی بصورت پیوسته از معدن تا انتهای آخرین مرحله (حلقه) صنایع معدنی در نظر گرفته نمی‌شود و بخشی (مرحله کنسانتره به بعد) از نظر صنایع معدنی و ارزش افزوده و بخش دیگر در حوزه بازرگانی به حساب می‌آید. این اشتباه باعث پایین آمدن سهم معادن در ارقام اقتصادی می‌شود.

-تدوین اسناد استراتژیک الزام آور، فرهنگ سازی، جریان سازی و آگاهی رسانی در خصوص مفهوم صنعت ۴، جامعه ۵ و مولفه‌های صنعت ۵ در مقاطع گوناگون آموزشی و بنگاه‌های پیشران کشور

-ارزیابی وضع موجود صنایع از نظر میزان آمادگی برای پذیرش انقلاب صنعتی چهارم، سرمایه گذاری و برنامه ریزی در راستای توانمندی‌های فناورانه تولید و توسعه قابلیت‌های جدید با هدف حمایت از تاب آوری صنعتی برای رشد اقتصادی و اجتماعی

گسترده‌تر و پایدارتر آنها

-حمایت از توسعه مدل‌های کسب و کار نوظهور و بازاریابی دیجیتال صنایع

-توسعه تعاملات بین المللی با هدف اکتساب فناوری و نوآوری

-عزم راسخ وزرای بهداشت، عتف، صمت و نفت در ایجاد زنجیره ارزش در فرآورده‌های پتروشیمیایی با اولویت در حوزه صنایع دارویی، کشاورزی، و بهداشتی و غذایی با توجه به ارزش افزوده بالا.

- وظیفه صنعت پتروشیمی: حمایت مالی از تولید دانش فنی توسط مراکز علمی اعم از دانشگاهی و پژوهشگاهی و در اختیار گذاشتن مواد اولیه به تولید کنندگان و شرکت‌های دانش‌بنیان،

-وظیفه وزارت بهداشت: تسهیل در صدور مجوزهای تولید مواد اولیه، میانی و موثره دارویی و تضمین خرید آنها توسط شرکت‌های دارویی،

-وظیفه وزارت صمت و سندیکای تولید کنندگان: ارایه لیست اقلام وارداتی مواد اولیه، میانی و موثره صنایع دارویی و غذایی و تشویق بخش خصوصی برای سرمایه گذاری در تولید مواد اولیه، میانی و موثره دارویی و زنجیره ارزش.

-وظیفه مراکز علمی اعم از دانشگاهی و پژوهشگاهی تولید دانش فنی با حمایت صنایع پتروشیمی و سندیکای تولیدکنندگان مواد اولیه دارویی.

-نگهداری از نیروی انسانی دانا و تعدیل مهاجرت استعدادهای علمی با نهادینه کردن فرایندهای پتروشیمیایی تا لایه آخر در داخل کشور با تضمین رعایت بالاترین زنجیره ارزش که نه تنها افزایش بهره وری، اشتغال فراوان و بالطبع کاهش نرخ بیکاری را نیز به دنبال خواهد داشت.

Think Tank and its Functions

Ali Farazmand

Faculty of Biology, University of Tehran
Biology Branch of the Iran Academy of Sciences

afarazmand@ut.ac.ir

Abstract

In recent years, the topic of «thinking rooms» is raised by the Academy of Sciences, and some were proposed and set up to investigate related issues. Looking at the titles of the proposed rooms, we see that some have overlapping goals and others do not have the defined criteria of a think tank and can only be considered a specialized scientific group. As a result, with an introduction on the goals of a think tank and its functions, as well as suggestions for merging/changing the existing ones, the necessity of forming several think tanks is pointed out. It is hoped that these suggestions will be heeded, and with the establishment of necessary think tanks and their serious activity, the Academy of Sciences will be able to make its worthy position more observable in the country.

to a highly specialized laboratory in the field of medicinal plants in food science and engineering, which has been ongoing since 2017 and has been presented to the Academy of Sciences during two consecutive sessions.

Keywords: nanoemulsions, encapsulation, low-energy methods, bioactive compounds, biodegradability

Magnetotactic Bacteria Research and Nobel Prizes

Niku MohebAlizadeh[1] , Ali Akbar Moosavi-Movahedi[1,2,3]*

1. Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Chemistry Division, Academy of Sciences of the Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran
3. Fellow, The World Academy of Sciences (TWAS); Fellow, Islamic World Academy of Sciences

fmohammadipanah@ut.ac.ir

Abstract

Nowadays, magnetotactic bacteria have attracted the attention of scientists due to their green synthesis of nanoparticles. Magnetic nanoparticles enclose within the magnetosome; the bacterial intracellular organelle with a double-layered membrane which causes them to taxi the south and north poles of the earth. Bacteria synthesize magnetosomes in low oxygen conditions. Magneto-tactic bacteria are often isolated from the water sediments.

All the magnetosome-forming bacteria are Gram-negative. Until now all of the identified Magnetotactic bacteria are among 13 phyla of 34 culturable phyla: Proteobacteria, Nitrospirota, Omnitrophota, Latescibacterota, Planctomycetota, Nitrospinota, Hydrogenedentota, Elusimicrobiota, Fibrobacterota, Riflebacteria, Bdellovibrionota, UBA1019, and desulfobacterota. The origin of magnetic behavior and magnetosome genes among all MTB is supposed to be acquired by horizontal gene transfer in different phyla. Magnetotactic bacteria have an ~891gene core genome related to magnetotaxis named the magnetosome island. Some of the genes associated with proteins as Mam B, MamQ, MamT, MamM, MamK, and MamA (Mam: magnetosome membrane) are essential for magnetosome formation.

Magnetosomes have various applications, such as sensing, diagnostics, remediation, immobilization of catalysts, and targeted delivery. Biosynthetic magnetite nanoparticles compared to those synthetic chemicals have exciting properties: they are permanently magnetic at room temperature, have high purity, and illustrate a uniform shape and size, low toxicity due to their membrane envelope, ferrimagnetic attributes, and dispersal capability, which are essential for their potential industrial applications. Due to the importance of magnetosomes in various applications and their unique characteristics, it is necessary to find and identify new sources and new bacteria

Application of Basic Science in the Sustainable Development of Fisheries and Food Security of the Country

Mostafa Sharif Rohani

Research professor of Iranian Fisheries Science Research Institute(IFSRI)

mostafasharif@yahoo.com

Abstract

An expert in basic sciences in the fields of biology, ecology, physiology, nutrition, chemistry, biophysics, genetics, breed improvement, statistics and probabilities, microbiology, food hygiene, along with researchers in fisheries sciences, veterinary medicine, and animal sciences focused on the sustainable development of the country›s fisheries and aquaculture fields. The Fisheries Science Research Institute (IFSRI)of the country is considered as the largest fishery research network in the Middle East, West Asia and North Africa. In this article, while honoring the important place of basic sciences in the sustainable development of the country, some effective and stream-forming actions of these experts in the field of fisheries sciences and aquatic environment are mentioned.

Keywords: Basic science, fisheries research, sustainable development, aquatic environment

From an Idea to an Invention, and the Establishment of a Highly Specialized Laboratory in the Field of Nanoemulsion Technology of Medicinal Plant compounds

Hamed Ahari

Islamic Azad University Science and Research Branch

DR.H.AHARI@gmail.com

Abstract

With the advancement of science, people around the world are seeking healthy and safe food, and extensive and advanced research is being conducted daily in this regard. Currently, nanoemulsions have received significant attention in various industries, especially the food industry, and pose valuable challenges to researchers. Awareness of emulsion systems is vital for researchers, especially in the food industry. Nanoemulsions have small droplet sizes, and emulsions with particle sizes ranging from 5 to 100 nanometers are classified as nanoemulsions and are known as stable colloidal systems. They have better functional properties compared to conventional emulsions. Increasing the surface area by reducing the particle size of nanoemulsions can enhance the utilization of phytochemicals present in nanoemulsions. The composition and structure of nanoemulsions can be controlled for encapsulating and effectively delivering bioactive lipid compounds. The use of nanoemulsion formulations has the potential application in the food industry for adding nutritional value, improving shelf life, ensuring safety, reducing costs, and enhancing nutritional benefits. They can improve the quality of food, such as colors, flavoring agents, preservatives, or antimicrobial agents in foods, and can be used for the production of biodegradable coatings and packaging films to enhance the quality, functional properties, nutritional value, and shelf life of foods. They also have applications in various other industries such as agriculture, pharmaceuticals, environmental, and oil recycling. This review article discusses the terminology and formulation of nanoemulsions, various approaches for producing nanoemulsions using high-energy and low-energy methods, and describes their physical properties, stability, and concentrated microstructures. From an idea to an international invention

theorizes on the subject of Biophysics and its deep philosophies, accurate measurement tools are mostly available for that theory and it can even take laser photographs of the depth of objects in a very short time (e.g. zeptosecond is a trillionth of a billionth of seconds). This science is equipped with precise experimental instruments and data science tools in the form of computing and artificial intelligence to investigate the past and present phenomena and has a lot of deep vision in the future of science research. That is why it has won precious Nobel Prizes in Chemistry (23), Physics (1), Physiology or Medicine (11). A significant part of diagnostic tools in science and medicine have been included the Nobel Prize, which has been in the field of biophysical research.

In Iran, this great body of science has remained unknown, which is in the realm of basic and fundamental sciences and has many applications in engineering and especially in the field of medical sciences. Therefore, it is appropriate that the importance of Biophysics is better known so that it can be better used in the recognition and analysis of diseases and in-depth knowledge of biological and natural phenomena.

Keywords: Biophysics, Nobel Prizes, Accurate Measurement Tools, Deep and Precise Science, Diseases Diagnoses

Hydrogen as Clean and Renewable Energy on Earth, An Overview

Mehdi Zare

Engineering Seismology Department

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES), Tehran, Iran

Associate Member, Geology Division, Academy of Sciences of the I.R.Iran.

mehdi.zare.iran@gmail.com

Abstract

Hydrogen is recognized as a clean alternative to carbon-based fuel because it does not emit CO2 when releasing its energy. In addition, large-scale subsurface hydrogen storage supports the energy transition in several ways: 1) Decarbonization of energy storage in a zero-carbon future. 2) Reducing the main forms of wind and solar, i.e. its dependence on atmospheric fluctuating events by storing green hydrogen in times of low energy demand. and 3) increasing energy security by replacing imported fuel with locally produced hydrogen. The physical properties of hydrogen pose several challenges for storage, leading to potentially different flow behavior in storage compared to other subsurface gases. Natural or golden hydrogen, which can be produced from subsurface deposits, has recently attracted much attention. Its detection and production, as well as the use of naturally stored hydrogen as an analogue for engineered storage, may change the way we think about hydrogen storage in the future. With its important oil and gas reserves, Iran has a high potential for hydrogen exploration in the future.

and taking advantage of content developments and new educational theories and methods, a suitable ground for creating a noble structure should be provided in school education. School mathematics is the basic and main subject of most academic branches: basic sciences, engineering and even humanities and medicine. Undoubtedly, the transformation in school education and the improvement and promotion of school mathematics will promise to improve the level of many related sciences and knowledge.

The Global Rank of Chemical Industries in terms of Gross Domestic Product of Countries

Ahmad Shabani

Faculty of Chemistry, Shahid Beheshti University
Member of the Chemistry Branch of the Academy of Sciences of the Islamic Republic of Iran
a-shaabani@sbu.ac.ir

Abstract

One of the important indicators of countries› soft power is the amount and share of their national gross domestic product (GDP) in the world gross product. Iran›s share of about 86 trillion dollars in global gross product is about half a percent, which is expected to be at least one percent based on the population index alone. Chemical industry accounts for %10 of global GDP on average, and in some countries such as America and China, this share is %24 and %16 of their GDP, respectively. Considering Iran›s many advantages in chemical industries, such as having expert manpower, providing feed and fuel (energy) for petrochemical processes such as gas and oil, which rank first and third, respectively, even the second according to some reports. There is, the vastness of the territory that is necessary for large chemical-petrochemical industries, as well as access to open waters and shipping, chemical industries in Iran can have a large contribution to the gross national product. Iran›s export in the field of petrochemicals currently is around 12 billion dollars; and according to some reports 20 billion dollars, and 100 million dollars in the field of medicine, includes less than %5 of the country›s gross national product. In this article, by drawing the current situation of chemical industries (petrochemical and pharmaceutical), in Iran and the world, by analyzing the situation in Iran we suggest some solutions to increase the share of chemical industries in the national GDP.

Biophysics Research and Nobel Prizes

Niku MohebAlizadeh[1] , Ali Akbar Moosavi-Movahedi[1,2,3*]

1. Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Chemistry Division, Academy of Sciences of the Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran
3. Fellow, The World Academy of Sciences (TWAS); Fellow, Islamic World Academy of Sciences

DR.H.AHARI@gmail.com

Abstract

Biophysics is an interdisciplinary field of science that takes a deep and multifaceted look at biological, natural, and paleontological phenomena. The roots of Biophysics are embedded in the basic and fundamental sciences which deal with discovery of molecular, cellular, organ and system of biological and natural phenomena. One of the important advantages of this field of science is that when a researcher

A Perspective on the Educational System of Schools in Finland

Elmira Rezaei Pajouhesh[1], M. R. Mokhber Dezfoli[2,3], Ali Akbar Moosavi-Movahedi[1,3]*

1. Institute of Biochemistry and Biophysics (IBB), University of Tehran, Tehran, Iran .
2. Faculty of Veterinary, University of Tehran, Tehran, Iran . Islamic Republic of Iran Academy of Sciences, Tehran, Iran
3. Islamic Republic of Iran Academy of Sciences, Tehran, Iran

***Corresponding author:**
Institute of Biochemistry and Biophysics (IBB), University of Tehran, Iran.
Fellow; I.R. Iran Academy of Sciences, Fellow; The World Academy of Sciences (TWAS), Fellow; Islamic World Academy of Sciences
moosavi@ut.ac.ir

Abstract

Finland as a member of the European Union, has a relatively young population of about 5.6 million people. One of the most recognized achievements of Finland during the last four decades is the achievement of an equity and qualitative education system, which has been achieved as a result of gradual changes and reforms after the Second World War. After Finland›s success in the international pupils' assessment test in 2002, the education system of this country was specialized by other countries. After that, extensive research was conducted to identify the content and educational policies of this country, which resulted in significant issues. According to these factors such as equality education conditions for all, employing professional teachers and granting them the authority to act, active and continuous revision of the educational program, mutual accountability of school managers and officials and educational policy makers to each other in relation emplaned to the quality of education system. Used an «open» model in the design of classrooms that allow pupils to discuss and participate with each other and strengthen their physical and mental abilities through making physical education compulsory play a role in the success of the Finnish educational system. The educational system of Finland has had a tremendous impact on the economic stability and social development of this country. This issue has made the educational policies of Finland and suitable model for other countries. In this article, the effective factors in the success of the Finland education system are briefly discussed.

Keywords: Finland, Comprehensive schools, International education assessment program, Equity education system, Physical and mental education

Development of School Mathematics in Iran

Alireza Medghalchi

Kharazmi University, Tehran, Iran
Academy of Sciences of the I.R.Iran
a-medghalchi@khu.ac.ir

Abstract

The article deals with the national curriculum of school developments and its content, examining the evolution of school education and the history of mathematics books in the contemporary era. Our main goal is to look at the developments of the past as a beacon for the future, so that by using the past experiences

Mathematics: Building and Dwelling

Khosrow Monsef Shokri

Faculty of Mathematical Sciences, Shahid Beheshti University

k_shokri@sbu.ac.ir

Abstract

Exploring the profound influence of mathematics and language on human existence, this article discuss the interconnected origins of these fundamental aspects of knowledge. Drawing on historical evidence and the deep principles and theorems of arithmetic and logic, we argue that both mathematics and language stem from a common source. Exploiting Gödel›s incompleteness and Plato›s theory, we explore the existential nature of arithmetic and numbers. In conclusion, we address contemporary scientific crises, drawing insights from Heidegger›s concept of being to propose a solution.

A look at the Motivation of Iranian Students to Enter the World of Basic Sciences

Salim Vosoughi Kiasari

Mathematics Teacher at Allameh Helli High School (1), Tehran, Iran. salimvosooghi@gmail.com

Gholam Reza Rokni Lamouki

School of Mathematics, Statistics and Computer Science, College of Science, University of Tehran, Iran.

rokni@ut.ac.ir

Abstract

Entering the basic sciences and pursuing a career in is one of the vital needs of the Iranian scientific community. However, the motivation of Iranian students to enter and stay in the world of basic sciences has declined both quantitatively and qualitatively. To overcome the situation, we need to examine how a person›s inclination towards basic sciences forms within the framework of Iran›s scientific community. In this regard, the concept of motivation requires careful consideration. In this article, we view motivation as a part of an event explaining the nature and extent of a person›s relationship with basic science in society. Then, we explore the role of various factors in influencing the motivation to enter and continue in the field of basic sciences.

An Introduction to Popper's Thoughts In Scientific Approach, Biology and Evolution

Ali Farazmand

Faculty of Biology, University of Tehran
Biology Branch of the Iran Academy of Sciences

afarazmand@ut.ac.ir

Abstract

Karl Popper, as a philosopher of science and sociology, is a well-known figure, especially for his two thoughtful works, The Logic of Scientific Discovery and The Open Society and Its Enemies. He is less well known for his views on biology and specifically on evolutionary theories. His other prominent works, including his two works with the titles Self and Brain and Body-Mind Problem deal with the mind, the issue of consciousness and how the individuals affect evolution. Popper is generally considered one of the greatest philosophers of science of the 20th century. John Eccles says about his work, «Science is nothing more than its method, and its method is nothing more than Popper.» This article reviews Popper›s thoughts on the scientific method, the falsifiability hypothesis, and his views on biology, and evolution. Popper, as a philosopher approaching biology and evolution, with a critical view of Darwinism, has very thought-provoking views that biologists may even need to address in some university courses. After nearly 200 years of publication Darwin›s lasting work (Origin of Species), in the official teaching of evolution in the biology curriculum, not all critical views are adreesed, while Darwin himself in the same work many times respectfully considers some of Lamarck›s opinions as worthy of consideration, Darwin's old and new followers have less such an attitude. In the history of science, thinkers who look at issues outside of the specialized and professional field, propose concerns with a critical attitude, the awareness of which can be enlightening in the development of scientific hypotheses and theories. Popper›s deep thinking in every subject he deals with, usually leaves an incomparable role in its richness, and his works on the functions of the mind, biology itself and evolution are no exception to this rule.

Science as a Vocation

Ata Kalirad

Max-Planck-Institut für Biologie Tübingen, Germany

ata.kalirad@tuebingen.mpg.de

Abstract

Max Weber, the famed German sociologist, historian, jurist, and political economist, is ranked among the most notable theoreticians in the realm of history. This text is an abridged translation of a lecture on the nature of science, delivered by Weber in 1917 at the Munich University. Despite being more than a century old, a plethora of relevant ideas can be found in this text. Weber dedicated a substantial part of this lecture to the difficulties associated with science as a vocation. These difficulties reflect the academic milieu in fin-de-siècle Germany. However, a number of these difficulties are familiar to scientists and researchers in the 21st century. Apart from his detailed description of the academic life, in this lecture, Weber addressed the nature of science, the role of inspiration in research, and the ability of science to answer the most fundamental questions of life. The Farsi translation of this text is based on the original German text and Rodney Livingstone's English translation.

Keywords: Purpose of science, Academic life, Specialization, Intellectualization

Abstract of Contents

Human in the Post-Anthropocene Era: A Reassessment of the Relationship between Human, Non-Human, and Inhuman from a Bio-art Perspective

Seyed Mehdi Alavi

Plant Molecular Biotechnology Group, Agricultural Biotechnology Department, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology, Pajoohesh Blvd., 22th district, Tehran, Iran.

mealavi@nigeb.ac.ir

Abstract

Among the challenges facing the postmodern man, issues such as his power, future and even the possibility of his extinction have received the attention of academics. Man›s success in science and technology, and consequently, his mastery over the components of nature, has led to the emergence of unprecedented consequences, not only in geological history but also in the history of human species. This is why the current era is referred to as the Anthropocene. One of the most significant and challenging achievements of postmodern man is the advancements in biological sciences, particularly biotechnology and genetic manipulation, which have caused tremendous transformations in various areas, including the realm of arts and philosophy. Jan Jagodzinski (b. 1948), a social sciences expert at the University of Alberta, has provided an anthropological and ontological view on this great achievement of postmodern human which was published as an essay on Bio-art. The Persian translation of this article, which was published in issue 6 of Nãme-ye-Oloom-e Pãye in 2022, has been criticized by Dr. Reza Davari Ardakani, the former head of the Academy of Sciences of the Islamic Republic of Iran. This present article is developed in response to his concerns and arguments.

Keywords: Post-Anthropocene era, Human Power, Human Future, Biotechnology, Technologism, Bio-art

Nāme-ye-Oloom-e Pāye

Quarterly Review of Basic Sciences

The Academy of Sciences (Islamic Republic of Iran)

Director in Charge: Zare, Mehdi
Editor in Chief: Farazmand, Ali

Editorial Board:

Ariannejad, Masoud. Professor, Mathematics, University of Zanjan, Zanjan, Iran
Farazmand, Ali. Professor (retired), Genetics, University of Tehran, Tehran, Iran
Rafii-Tabar, Hashem. Professor, Theoretical and Computational Nano-Science, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Shaabani, Ahmad. Professor, Chemistry, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran
Zare Mehdi. Professor, Geology, International Institute of Earthquake Engineering & Seismology, Tehran, Iran

Editor: Farazmand, Ali
Executive Management: Sotoudeh, Hanieh
Layout & Graphics: Ariannamazi, Yalda

Nāme-ye-Oloom-e Pāye, the quarterly Journal of Iran's **Academy of Sciences** focuses on publishing articles on fundamental sciences topics, including biology, chemistry, geology, mathematics and physics, with the priority given to studies dealing with main educational and research issues on these fields. The journal aims at promoting the communication between basic science authorities with scholars of other academic fields and the public. Articles with integrative, inter-, multi-, and trans-disciplinary views in science education and research with respect to sustainable development are also considered with primacy. The journal welcomes manuscripts highlighting broad aspects of basic sciences' formal and informal education, concerned with the advancement .of scientific knowledge and attitude in the society

---

Mailing Address: The Academy of Sciences, Shahid Haqani Highway, Tehran, Iran,
ZIP code: 1538633111, **P O Box:** 19395-5318, **Tele Fax:** 88645595

Website: **www.ias.ac.ir**

Email: **basic@ias.ac.ir**

ISSN 2783-3666

از این گونه رُستن

تصویر روی جلد از تابلویی با نام *از این گونه رُستن*، یکی از آثار نقاش نامدار معاصر کشورمان، ایران درّودی (۱۴۰۰-۱۳۱۵) است. در نقاشی‌های درّودی از چهره انسان خبری نیست ولی نام تابلوهایش با تمنیات و ذهنیات انسانی در آمیخته، عشق به ایران، عشق به هستی، طبیعت و انسانیت در آنها موج می زند. نگاهی به نام برخی از آثارش کاملا گویای این احوال است: *طغیان کویر*، *مرثیه آب*، *بلور طلوع*، *خون یخزار*، *محرم راز*، *لبریز جان*، *چشم شنوا*، *سلطه بودن*، *گل عشق در کویر*، *اشراق*، *جاودانه خلیج فارس*، *وهم*، *گسستن*، *بیکرانگی*، *بودن و نبودن*، *پایداری*، و *از این گونه رُستن* (به بهانه اشاره به اهمیت یکی از مقالات این شماره در باب *عصر انسان سالاری* زیب جلد این شماره است) از آن جمله‌اند. خود او در این باره می‌گوید: «در آثار بدون حضور انسانم در جستجوی او هستم، نه با نمایاندن عینیت او، بلکه با نمایش شعور انسان و عشقی که در وجودش برای سرشار کردن جهان انباشته دارد.» سوژه گل عنصری نمایان در تابلوهای درّودی است؛ گل‌هایی با نمایشی انتزاعی، روئیده در هر سطحی میان زمین و آسمان – در فضاها و نماهایی باورناپذیر- ، شاید تمثیلی از رویش و جاودانگی و توجه او به طبیعت باشد. گویی او ناخواسته از *عصر انسان سالاری*، با وجه ممتاز تخریب طبیعت و نزار از معنویات زندگی انسانی، فاصله می‌گیرد و با نقش و بافت‌های گل و نور در تابلوهایش امید به پایداری و زیستن و زندگی در دنیایی دیگر را ترسیم می‌سازد. هرچند آثارش را سورئالیستی و سمبولیک می‌دانند، آنتونیو رودریگز منتقد مکزیکی درباره او می‌گوید که درّودی گریزان از محدود شدن در چارچوب‌ها و سبک‌ها، ضمن ترسیمِ دنیای تصاویر ذهنی و رویاهای بلند پرواز خود در میان گل‌های روئیده در دورنماهای غریب نورانی، مفاهیمی برخاسته از فرهنگ خود را بیان می‌دارد که درک آنها در هیچ قالبی نمی‌گنجد. خودِ درّودی می‌گوید وقتی وارد آتلیه نقاشی‌اش می‌شود، دنیا و مسائل مربوط به آن را پشت سر می‌گذارد و به دنیای دیگری پا می‌گذارد که با جهان ماورا و باورهایش سروکار دارد؛ طوری که نقاشی‌هایش به‌گونه‌ای تجلی گاه دنیای ذهنیات وی می‌شوند. همچنین گفته است که ذهنش تحت تأثیر مولانا، سهروردی، بایزید بسطامی، عطار و دیگر عرفای بزرگ ایران زمین، توانسته است از نور تعالیم این عرفا در نقاشی بهره بگیرد. درمورد دلبستگی خاصش به اثر *طغیان کویر* می‌گوید که این اثر روند کار و رسیدن به هدفش، یعنی رسیدن به نور، را نشان می‌دهد و در پایانِ کارِ این اثر در پی این احساس بوده که با نور آن چقدر قلبش روشن و روانش از سیل جاری در کویرِ این اثر خیس خورده است! باز گفته است که «زندگی درد را به من شناساند، عشق را به من آموخت، شور و شیدایی خلاقیت را به من داد و به من باوراند که سهم انسان از خوشبختی به اندازه عشقی است که ایثار می‌کند.»

ایران درّودی جدا از نقاشی که کار اصلی اوست، فعالیت‌های قابل توجه دیگری از جمله ساخت فیلم‌های مستند از زندگی هنرمندان ایران و جهان، تدریس در دانشگاه، نگارش چند اثر، ازجمله زندگینامه شخصی‌اش را در کارنامه دارد. او در سال ۱۳۵۰ با آندره مالرو که ازشخصیت‌های فکری نامدار جهان در سده بیستم به شمار می‌آید، مصاحبه برانگیزنده‌ای دارد. سوالاتی که درّودی می‌پرسد نشانه بارز شخصیت اندیشمندانه او و پاسخ‌های هوشمندانه مالرو به آنها نیز جای تامل دارد چراکه همچنان پرسش‌هایی پایدار از داستان ناتمام حیات امروزه بشری به شمار می‌آیند . برای نشان دادن ارزش این مصاحبه چکیده چند سوال و جواب از این مصاحبه در پی می‌آید. درّودی از جمله می‌پرسد «غیرممکن» را در چه می‌دانید؟ مالرو جواب می‌دهد در ناتوانی. اینکه آدم آرزوی انجام کاری را در سر بپروراند، ولی توانایی انجام آن را نداشته باشد. در پاسخ به پرسش اینکه آیا به رستاخیز در هنر اعتقاد دارد مالرو می‌گوید که وی مسئله را از هنرِ تنها به کُلّ تمدن تعمیم می‌دهد. و ادامه می‌دهد که ما در پایان تمدنی هستیم که قابل توجه و بسیار مهم بوده است، ولی به زودی عمیقا تحول خواهد یافت. اشاره می‌کند از اینکه چه تمدنی جانشین خواهد شد ایده‌ای ندارد ولی توضیح می‌دهد ... وقتی در حال تحول هستیم، که البته این تحول عمیق هر هزار سال یک بار ضرورت می‌یابد ... اتفاقاتی روی می‌دهد که غیرقابل پیش‌بینی‌اند و همین عامل مهم در تغییر تمدن‌هاست. در پاسخ به اینکه او بشر را، در سطح فردی و اجتماعی، چگونه می‌بینید و اینکه آیا بشر خود خالق جهانی است که در آن به سر می‌برد با گفتن اینکه درحال‌حاضر نمی‌توان بشر را توصیف کرد تاکید می‌ورزد که بشر امروز از چنان قدرتی برخوردار است که پیش‌تر سابقه نداشته؛ به [تسخیر] ماه و بمب اتمی دست یافته، اما دچار ضعفی بزرگ، یعنی ضعف معنوی است که هیچ‌گاه تا این میزان گریبان‌گیرش نبوده است و مثال می‌زند رفتن به ماه اگر به خودکشی بشر منجر شود چه سود؟

ISSN 2783-3666