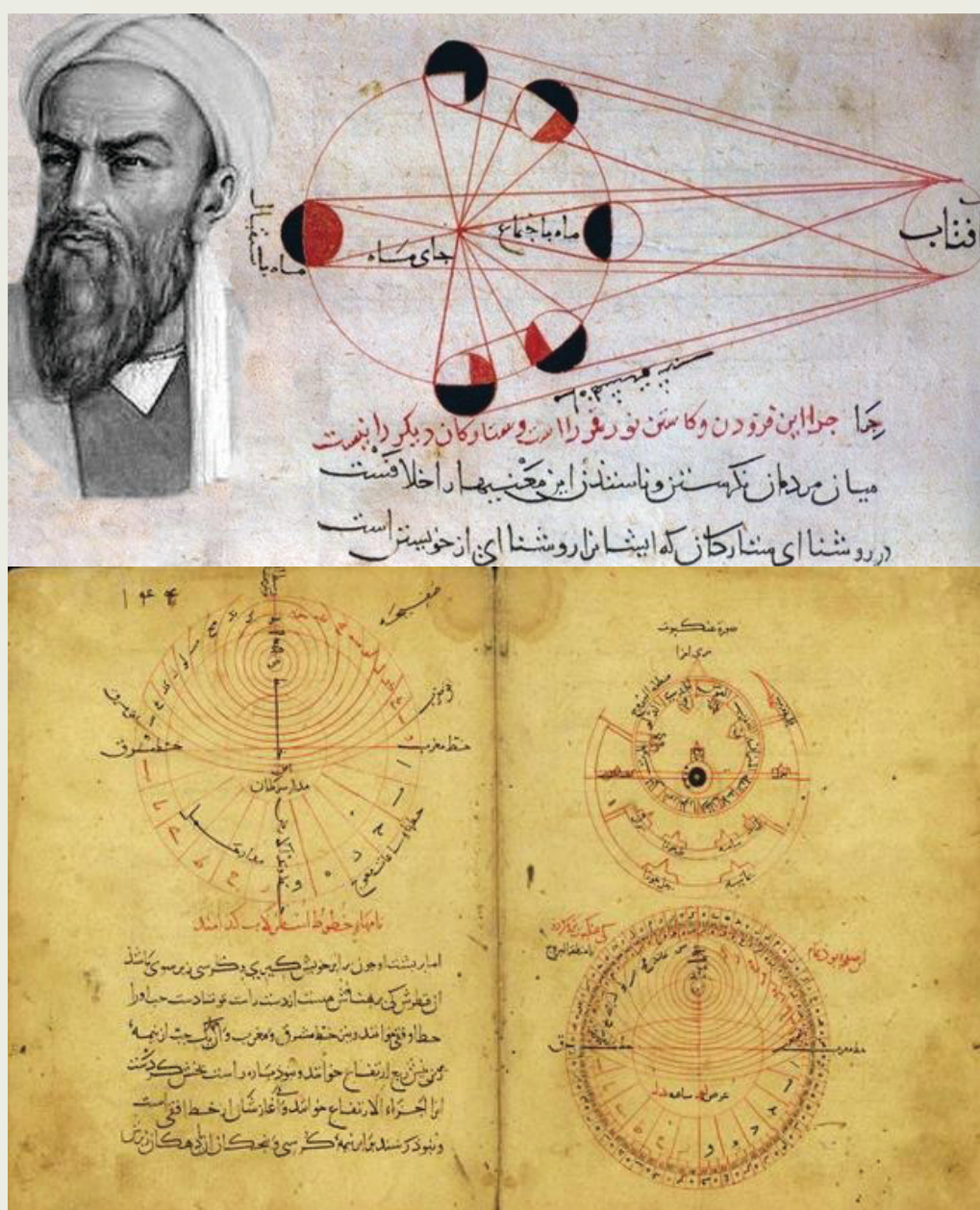


نامه علوم پایه

۱۰ و ۹
بهار و تابستان ۱۴۰۲

فصلنامه تخصصی گروه علوم پایه فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران





نامه علوم پایه

فصلنامه تخصصی گروه علوم پایه فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

شماره نهم و دهم، بهار و تابستان ۱۴۰۲

صاحب امتیاز: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

مدیر مسئول: مهدی زارع

سر دبیر: علی فرازمند

هیئت تحریریه: مسعود آراین نژاد، مهدی زارع، احمد شیخی، احمد شعبانی، علی فرازمند

ویراستار: علی فرازمند

کارشناس: هانیه ستوده

مسئول پشتیبانی سایت: آتنا فرخ

گرافیک و صفحه آرایی: یلدا آراین 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 ملی، فرهنگستان علوم

کد پستی: ۱۵۲۸۶۳۳۱۱۱ صندوق پستی: ۱۹۳۹۵-۵۳۱۸ تلفن و دورنگار: ۸۸۶۴۵۵۹۵

رایانامه: basic@ias.ac.ir

تارنما: www.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، درباره 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 زمینه 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 یکپارچه 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 صفحه 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 در طول خود متن به شماره‌گذاری پیاپی آورده شوند. منابع اینترنتی صرفاً شکل پانوش در صفحه مرتبط بیاید.
۱۰. نسخه 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، شماره آن و شماره صفحات بیاید. درمورد کتاب، نام نویسنده/نویسندگان، سال انتشار و سپس نام ناشر و بعد صفحات ارجاع می‌آید.

فهرست

- ۵ سخن سردبیر
- ۷ نقش عبدالسلام در پیش برد علوم در جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه و اسلامی
احمد شعبانی
- ۱۹ سردرگمی شمشیرشناسان معاصر از آشفته نویسی حکاکان عصر صفوی
مهدی رجبعلی پور
- ۴۴ کوری آموزشی و پژوهشی: بخش (۱) منطق اکتشاف علمی برای تشخیص پژوهش معطوف به کشف
دانش جدید از پژوهش تزئینی و حاشیه‌ای
کامران شریفی
- ۶۰ تب دنگی: زیست‌شناسی ویروس، و گسترش بیماری‌زایی
شکیبا درویش‌علی پور
- ۷۳ گیاهان و قارچ‌ها و چالش‌های غذا، دارو و انرژی
فرخ قهرمانی نژاد، حمید نظری
- ۹۰ چشم انداز اقتصاد جهانی صنعت کاتالیز و چالش‌های تامین و تولید کاتالیزگر در ایران
محمد حسین محسنی، فرانک منطقی
- ۱۰۲ مهربانی و خردورزی: هدیه تمدنی ریاضیات
آرزو رضایی
- ۱۲۱ کمی دقیق‌تر درخصوص آزمون تورینگ در دنیای هوش مصنوعی
بهرام صادقی بی‌غم
- ۱۲۵ معادل‌ها یا برابرهادهای فارسی اصطلاحات علمی: ابزارهایی شناختی - آموزشی
گفت‌وگو با دکتر رضا عطاریان
رادمان رسولی مهربانی
- ۱۳۳ مروری بر آثار ابوریحان بیرونی (۴۴۰-۳۶۲ خورشیدی)
شکوه یکپارچگی نخبگی و پختگی
علی فرازمند

سخن سردبیر

نوشتن این سخن همواره دشوارتر از وظایف دیگر این دبیر است. خیلی ساده به خاطر اینکه می‌مانید چه بنویسید که بازتابی از مسائل علمی جامعه و کشور باشد و برانگیزنده تفکر برای حل مسائل آموزشی و پژوهشی کشور که کم نیستند. در اغلب شماره‌های نامه علوم پایه با این سخن از اعضای فرهنگستان علوم و نیز همکاران دانشگاهی درخواست می‌شود که نوشته‌های خود را برای چاپ به ما سپارند تا از تاخیر در انتشار این نامه کاسته شود و شماره‌های مجله با روال و وعده مقرر منتشر شود. درخواستی که علی‌رغم پتانسیل عالی موجود در خود فرهنگستان و فراتر از آن در جامعه دانشگاهی توجه درخوری بدان نمی‌شود و شاید هم پس از قریب پنج سال انتشار، مجله‌مان در سطح وسیع دیده نشده است و باید در توزیع و معرفی آن کوشش بیشتری به عمل آید. نتیجه اینکه در این باب در تحریریه گفتگو شده، برآنیم به جای چهار شماره در سال به شکل انتشار دوفصلنامه‌ای اکتفا شود؛ انتشار دوشماره در یک جلد هم مقدمه این چرخش در کار مجله است مگر اینکه مخاطبین همت کنند و آنقدر دست‌مان پر باشد که بتوانیم فصلنامه‌ای وزین و پرمطلب داشته باشیم.

اما در این سخن به موضوعی اشاره می‌شود که از جهات گوناگون باید مورد توجه جامعه علمی کشور و سیاست‌گذاران آن باشد. مجله نیچر در گزارشی به نقل از ژورنال Higher Education، که در ماه آگوست سال ۲۰۲۴ منتشر شده است، می‌نویسد یک‌سوم پژوهشگران پنج سال پس از انتشار اولین مقاله خود «علم» را ترک کرده دیگر هیچ مقاله علمی منتشر نمی‌کنند. این گزارش برگرفته از نتایج یک مطالعه بزرگ است که وضعیت نزدیک به ۴۰ هزار دانشمند را در ۳۸ کشور عضو OECD^۱ - شامل ایالات متحده، ژاپن، کره جنوبی و کشورهای سراسر اروپا- را بررسی کرده است. این گزارش از داده‌های پایگاه استنادی «اسکوپوس» برای پیگیری روند انتشارات علمی پژوهشگران به عنوان شاخصی برای فعالیت پژوهشی آنها استفاده کرده است. این نتایج حاصل مطالعه فعالیت‌های انتشاراتی در میان دو گروه از پژوهشگران، گروه اول شامل حدود ۱۴۳ هزار نفر با سابقه شروع انتشار مقاله از سال ۲۰۰۰ و گروه دوم شامل قریب ۲۳۳ هزار نفر با سابقه انتشار مقاله علمی از سال ۲۰۱۰، بوده است. پژوهشگران ۱۶ رشته علمی در میان کشورهای عضو OECD در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بعلاوه مطالعه نشان می‌دهد ترک کار علمی در بین زنان بیش از مردان بوده و این نسبت در بین رشته‌های علمی تفاوت نشان می‌دهد. برای مثال در رشته‌های علوم زیستی ترک کار علمی در میان زنان (۵۸ درصد) خیلی بیشتر از مردان (۴۹ درصد)، در حالی که تفاوت جنسیتی در رشته‌هایی مثل ریاضیات، مهندسی و علوم کامپیوتر - که زنان عموماً کمتر سراغ آنها می‌روند - کمتر است. در میان آنهایی که کار علمی‌شان را در سال ۲۰۰۰ آغاز کرده‌اند پس از ۱۵ سال کمتر از نیمی همچنان مقاله منتشر کرده‌اند که این میزان در سال ۲۰۱۹ تا یک سوم تقلیل پیدا کرده است.

هنوز مطالعه فراگیری در مورد علل دقیق خروج پژوهشگران از کار علمی صورت نگرفته است، کاری که پژوهشگران درصددند تا با نظرسنجی‌های گسترده بدان بپردازند. در یک مطالعه به سال ۲۰۲۳، که ۷۷۳ عضو هیئت علمی در مؤسسات دانشگاه آمریکایی را بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ مورد بررسی قرار داده‌اند دلایل خانوادگی، وضعیت شغلی و حقوق، از عوامل مهم دست کشیدن پژوهشگران از کار علمی بوده است. بی‌راه نیست که فکر کنیم برتری پیشرفت‌های تکنولوژی نسبت به علم و بعضاً استیلای آن بر پیشرفت کار علمی، و جاذبه‌های مادی در حرفه‌های فنی و مدیریتی نسبت به درآمد استادان دانشگاه از عللی است که باید در نظر گرفته شوند. پیشرفت‌های فنی چنان سرعت و گستردگی زیادی دارند که افسون به کارگیری آنها برای کسب سریع درآمد و ثروت هر صاحب اندیشه‌ای را به فکر وامی‌دارد که آیا بهتر نیست قافله علوم محض را کنار گذاشته، از رهاوردهای تکنولوژیک که در سرتاسر گیتی حکمفرمای جوامع مصرف زده است نمدی برای کلاه خویش بخواهد؟ جای مطالعات مشابه بررسی یاد شده در کشور ما خالی است، ولی تاسیس صدها استارت‌آپ و شرکت‌های دانش بنیان در کشور خود گواهی بر خروج چشمگیر استادان علوم پایه از کار علمی و انتشار مقالاتی است که تا چند سال گذشته تب بالاتری در میان آنها داشت. در کنار این مطالعه تخصصی باید جامعه‌شناسی علمی کشور و شرایط حاکم بر آن و نیز محیط‌های کسب و کار کشور برای دانش‌آموختگان را نیز در نظر داشت و به فکر ارائه راهکارهای بومی موثر برای اعتلای آموزش عالی کشور در تمام جنبه‌ها بود. در حالی که با اعلام سال ۲۰۲۲ از سوی یونسکو به عنوان سال علوم پایه و توسعه پایدار، در کشور ما نیز با برپائی ستادی به اهمیت اهداف توسعه پایدار در سایه پیشرفت‌های علوم پایه پرداخته شد، رویکرد خروج پژوهشگران از کار علمی بی‌شک می‌تواند بر رونق توسعه کارهای پژوهشی پایه تاثیر بگذارد. برپائی توازن بین کارهای علمی پایه و جنبه‌های کاربردهای تکنولوژیک که در ابعاد گوناگون زندگی روزمره مورد بهره‌برداری‌اند از ضروریات توسعه پایدار جوامع و خود جامعه علمی است.

علی فرازمند

نقش عبدالسلام در پیش برد علوم در جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه و اسلامی

احمد شعبانی

استاد دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
a-shaabani@sbu.ac.ir

نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

پدیده مهاجرت، بویژه مهاجرت نخبگان، از مسائل روز و مهم در دنیای کنونی است. این پدیده در اغلب کشورهای جهان بویژه در کشورهای در حال توسعه به شدت رو به افزایش است. از جمله سوالات مهم این است: زبان‌ها و فواید مهاجرت نخبگان برای کشور مبدأ، مقصد و جامعه جهانی چیست؟ آیا برآیند سود و زیان مهاجرت به نفع جامعه جهانی نیست؟ با چه سازوکاری نگه‌داشت/ بازگشت نخبگان علمی را می‌شود فراهم کرد؟ برای پاسخ گویی به این سوالات زندگی علمی یکی از شاخص‌ترین نخبگان جامعه اسلامی یعنی دکتر محمد عبدالسلام و اولین مسلمان برنده جایزه نوبل در فیزیک انتخاب و مورد واکاوی قرار گرفته است. البته در مورد ایشان سوالات اختصاصی‌تری نیز مطرح می‌شود: آیا عبدالسلام دانشگاه پنجاب همانند عبدالسلام دانشگاه امپریال کالج می‌توانست به اخذ جایزه نوبل موفق شود؟ آیا عبدالسلام دانشگاه پنجاب نیز می‌توانست نقش و تاثیر گذاری عبدالسلام دانشگاه امپریال کالج را ایفا کند؟ نقش مهمی که عبدالسلام امپریال کالج در روشنگری و توسعه علم در کشورهای در حال توسعه و اسلامی ایجاد کرد، آیا توسط عبدالسلام دانشگاه پنجاب نیز امکان پذیر بود؟ به عبارتی آیا تاثیرگذاری عبدالسلام دانشگاه پنجاب بر جامعه علمی جهان و علم جهانی قابل قیاس با عبدالسلام دانشگاه امپریال کالج می‌بود؟

در این مقاله با معرفی عبدالسلام، نقش ایشان در پیش‌برد علوم در جهان و به ویژه در کشورهای در حال توسعه و اسلامی مورد بررسی قرار گرفته و با اشاره به پدیده مهاجرت در کشورهای آسیایی و اروپایی به سوالات مطرح پاسخ داده شده است.

مقدمه

بزرگترین آزمایشگاه فیزیک ذرات در جهان، که برای یافتن پاسخ بسیاری از پرسش‌های بنیادین فیزیک طراحی شده است، یک سازمان بین‌دولتی است که ۲۳ کشور در آن عضو هستند و بودجه آن توسط همه اعضا تامین می‌شود. از جمله برای نصب شتاب دهنده در سرن، بیش از دو و نیم میلیارد دلار هزینه شده است. با توجه به اینکه تحقیقات سطح بالا و پاسخ گویی به مسائل علمی پیچیده و بزرگ در بسیاری از رشته‌های نظری و بویژه تجربی نیازمند تجهیزات بسیار گران قیمت است، سرمایه گذاری در این حوزه‌ها بسیار حائز اهمیت بوده، یکی از عوامل اصلی مهاجرت نخبگان علمی که به دنبال نام و نشان‌اند، فقر چنین مراکزی در کشور متبوع‌شان است.^۴

هیچ کشوری راضی به از دست دادن افراد شایسته و با استعداد خود نیست، اما انسان‌ها ذاتاً کنج‌کاو و تعالی طلب و مشتاق‌اند

علم و دانش جهان شمول است و دانشمندان فراتر از مرزهای جغرافیایی کشور خود و به شکلی بین‌المللی کار می‌کنند. یک جوان دانش‌آموخته با آغاز به کار در یک آزمایشگاه تحقیقاتی در گوشه و کنار دنیا عملاً به جامعه پژوهشگران جهانی می‌پیوندد. طبیعت و کیفیت کارهای پژوهشی به زیر ساخت‌ها و ابزارها و تجهیزات مراکز و موسسات پژوهشی وابسته است. حتی در حوزه پژوهش‌های نظری از قبیل فیزیک نظری و... که روزگاری یک محقق با یک خط کش، مداد و کاغذ به سر منزل مقصود می‌رسید، اکنون به کامپیوترهای نیرومندی نیاز دارد که صرفاً در مراکز با پشتیبانی مالی زیاد یافت می‌شود.^۱ پاسخ گویی به بسیاری از مسائل بنیادی علمی و به‌بوته آزمایش گذاشتن آنها آنچنان پر هزینه است که بعضاً از توان مالی یک کشور خارج است. به عنوان مثال سازمان اروپایی تحقیقات هسته‌ای^۲، معروف به سرن^۳،

۱. به یاد دارم در رابطه با بخشی از رساله دکتری خود در دانشگاه تربیت مدرس نیازمند به انجام کار نظری بودم و انجام آن در تهران تنها در مرکز کامپیوتر وزارت جهاد کشاورزی در بلوار کشاورز امکان پذیر بود.

2. The European Organization for Nuclear Research

3. Conseil Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN)

۴. ضروری است بودجه تجهیزات در کشور-البته اگر دریاچه‌ای باز شود- مثل گوشت قربانی بین مراکز علمی تقسیم نشود، بلکه به احداث و تجهیز آزمایشگاه‌های مرکزی مجهز اختصاص یابد. در حال حاضر جای آزمایشگاه‌های مرکزی مجهز در کشور خالی است.

در مراکز تحقیقاتی برخوردار به آموزش و تحقیق بپردازند. کما اینکه در فرهنگ اسلامی نیز مهاجرت برای کسب علم توصیه شده است.^۱ این امر بویژه برای کسب علم نوین در دنیای امروز ایده‌ای جهانگیر است. بدیهی است عبدالسلام از مهاجرت حداکثر بهره را برد و در یک دانشگاه و کشور برخوردار تحصیل کرد. عبدالسلام پس از اتمام تحصیلات به کشور خود مراجعت کرد و در مدت کوتاه اقامت خود در پاکستان، زیر ساخت‌های علمی و فناوریانه مهمی ایجاد کرد. با توجه به شرایط پیش آمده برای پیروان فرقه احمدی که عبدالسلام نیز یکی از پیروان آن بود، او مجبور به مهاجرت مجدد شد. گرچه ایشان پس از مهاجرت نیز ارتباط خود را با مراکز علمی پاکستان قطع نکرد، اما سوال مهم این است: اگر ایشان مهاجرت نمی‌کردند آیا می‌توانستند برنده جایزه نوبل در فیزیک شوند؟ مهمتر اینکه تاثیر گذاری عبدالسلام دانشگاه امپریال کالج برای پاکستان، کشورهای در حال توسعه و اسلامی و جامعه جهانی قابل قیاس با عبدالسلام دانشگاه پنجاب می‌بود؟ قطعا پاسخ هر دو سوال منفی است و گر نه نمونه‌هایی از این دست - موفقیت در اخذ جایزه نوبل - باید در یکی از کشورهای اسلامی رخ می‌داد. لازم به ذکر است، احمد زویل مسلمان مصری برگزیده جایزه نوبل شیمی نیز در پی مهاجرت و با دسترسی به تجهیزات پیشرفته توانست این موفقیت را به دست آورد. لذا اصل مهاجرت را نباید کاملاً منفی دید؛ و ملاک مهم را باید عرق ملی و وطن پرستی و میزان باور انسان‌ها برای خدمت به کشور خود دانست. چنانچه ذکر شد علم جهان شمول است و بسیاری از دانشمندان کشورها از جمله در ایران از منابع مالی کشور خویش هزینه می‌کنند و عایدی آن نیز جهان شمول است و برخی کشورهای از نتایج آنها بیشتر بهره می‌برند. کما اینکه دانشمندان ایرانی نیز از نتایج تحقیقات و دستاوردهای علمی و فنی سایر کشورها بسیار بهره مند می‌شوند. به عنوان مثال ایران در تولید ۲ درصد دانش جهانی نقش دارد، اما از ۹۸ درصد تولید دانش درجهان که توسط سایرین انجام می‌شود حداکثر بهره را می‌برد. لازم به ذکر است کشورهای اسلامی در تولید حدود ۸ تا ۱۰ درصد دانش جهانی نقش دارند.

۲- معرفی عبدالسلام

۲-۱- زندگی نامه عبدالسلام^۲

عبدالسلام^۳ در سال ۱۳۰۵/۱۹۲۶ در جانگ^۴، شهر کوچکی در استان پنجاب^۵ پاکستان به دنیا آمد. پدر او معلم و مادرش خانه

دار بود و در یک خانواده پرجمعیت که وضعیت اقتصادی چندان خوبی نیز نداشت با شش برادر و یک خواهر بزرگ شد. او با بورس تحصیلی در دانشگاه دولتی کالج لاهور^۶ تحصیل کرد. عبدالسلام پس از اخذ مدرک کارشناسی و کارشناسی ارشد از دانشگاه دولتی کالج لاهور، بورسیه دولتی برای تحصیل در خارج از کشور را دریافت کرد. او مدرک لیسانس را در رشته ریاضی و فیزیک از کالج سنت جان^۷ در کمبریج گرفت و در آنجا تا دکترای در فیزیک نظری ادامه داد. سلام، جایزه اسمیت^۸ را پیش از اخذ درجه دکتری به منظور کمک به پیشرفت فیزیک دریافت کرد. ایشان حتی قبل از اخذ درجه دکتری در سال ۱۳۳۰/۱۹۵۱، در فیزیک نامی برای خود دست و پا کرده بود.

عبدالسلام برای نشان دادن وضعیت آموزش در یک کشور در حال توسعه نقل می‌کند: «زمانی که در سال ۱۳۱۵/۱۹۳۶ در مدرسه بودم، یاد می‌آید معلم در مورد نیروهای اصلی در طبیعت در کلاس آموزش می‌داد. او با جاذبه زمین شروع کرد که البته همه ما با آن آشنا بودیم. سپس ادامه داد: نیروی الکتریسته (برق)، اکنون نیرویی به نام الکتریسته وجود دارد و در شهر جیانگ که ما زندگی می‌کنیم یافت نمی‌شود، اما در شهر لاهور وجود دارد. او به نیروی سوم بنام نیروی هسته‌ای اشاره کرد و گفت: این نیروی هسته‌ای فعلاً فقط در اروپا وجود دارد.» یعنی از سه نیرو فقط با یکی آشنا و شناخت پیدا کردند.

عبدالسلام پس از اتمام تحصیلات، دو مسیر در پیش داشت. اینکه در خارج از کشور بماند، جایی که بتواند به راحتی به تحقیقات خود ادامه دهد، یا برای ادامه کار در کشور خود به پاکستان بازگردد. عبدالسلام تصمیم گرفت به پاکستان بازگردد و رئیس گروه‌های ریاضیات هر دو دانشگاه کالج دولتی و دانشگاه پنجاب را عهده دار شد. عبدالسلام عزم راسخ داشت توسعه تحقیقات در پاکستان را علی‌رغم مشکلات نهادی و فارغ از کمبود امکانات و عدم دسترسی به جامعه علمی فیزیکدانان و مجلات بین‌المللی فیزیک گسترش و ارتقا دهد. کمبودهای زیرساختی و امکانات تحقیقاتی تنها چالش‌هایی نبودند که عبدالسلام با آنها مواجه بود. عبدالسلام مسلمان و از پیروان احمدیه بود؛ در سال ۱۳۵۳/۱۹۷۴ مجلس پاکستان قانونی تصویب کرد که طی آن فرقه احمدیه^۹ را کافر شناخت. سلام با دیگر پیروان آن گروه مذهبی، با آزار و اذیت فزاینده در پاکستان مواجه شدند. لذا عبدالسلام به همراه خانواده

۱. اَطْلُبُوا الْعِلْمَ وَ تَوَالَصُّوا فَإِنَّ طَلَبَ الْعِلْمِ قَرِيبَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ (پیامبر (صلی الله علیه و آله) فرموده‌اند: دانش را بجوید هر چند در چین باشد که طلب دانش بر هر مسلمانی واجب است).
۲. Prepared by the Center for the History of Physics at AIP (American Institute of Physics) برای تدوین این بخش از این منبع استفاده شده است.

3. Abdus Salam

4. Jhang

5. Punjab

6. Government College University of Lahore

7. St. John's College, Cambridge

8. Smith's Prize

9. Ahmadi

عبدالسلام برنده جایزه نوبل و سرشناس در فیزیک، اغلب از ایمان خود صحبت می‌کرد. به عنوان مثال، او در سخنرانی خود در یونسکو در مورد دریافت مدال انیشتن گفت: «قرآن کریم ما را به تفکر در حقایق قوانین طبیعت آفریده خداوند سفارش می‌کند.^۷» او در ضیافت نوبل خاطرنشان کرد: «ایمان همه فیزیکدانان به کمال آفرینش است که شگفتی را به دنبال دارد.^۸»

عبدالسلام کارهای پیشگامانه‌ای در زمینه فیزیک انجام داد، انعطاف‌پذیری و تعهدکاری را نسبت به ایمان خود نشان داد و به طور سخاوتمندانه به جامعه علمی جهانی و کشورهای در حال توسعه به ویژه کشورهای اسلامی کمک کرد. لذا زندگی عبدالسلام چند وجهی و مملو از جنبه‌های مثبت و ستودنی است.

۲-۲- عبدالسلام موسس مرکز بین‌المللی فیزیک نظری و فرهنگستان علوم جهان

مرکز بین‌المللی فیزیک نظری یک سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد است که بودجه‌ی آن عمدتاً توسط دولت ایتالیا، آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و خیرین تامین می‌شود. این مرکز در سال ۱۳۴۳/۱۹۶۴، با همت و کوشش عبدالسلام در تریت ایتالیا تأسیس و او تا سال ۱۳۷۲/۱۹۹۳ مدیر آن مرکز بود. در سال ۱۳۷۶/۱۹۹۷، دانشمندان مرکز بین‌المللی فیزیک نظری به مناسبت گرامی داشت عبدالسلام آن را به «مرکز بین‌المللی فیزیک نظری عبدالسلام» تغییر نام دادند.

عبدالسلام با الهام از اعتقاد خود مبنی بر اینکه علم میراث مشترک بشریت است، حمایت دولت ایتالیا، سازمان ملل متحد و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی را به عنوان حامیان مالی مؤسسه به دست آورد. مرکز بین‌المللی فیزیک نظری با تبدیل به یک مرکز برتر دانشمندان کشورهای در حال توسعه را با دانشمندان سراسر جهان پیوند می‌دهد. بر انزوای فکری دانشمندان فائق آمده، به عنوان یک پایگاه علمی جامع به دانشمندان و محققان سراسر جهان کمک می‌کند تا همه کشورها بتوانند نقش شایسته خود را در جامعه علمی جهانی ایفا کنند. انتخاب تریت، شهری با موقعیت استراتژیک در ایتالیا که تاریخ آن با تغییر مرزهای سیاسی تعریف می‌شود، نماد تعهد مرکز به همکاری بین‌المللی از طریق علم است. این تعهد زمانی بیشتر تقویت شد که یونسکو مرکز را به عنوان یک مؤسسه

پس از سه سال از بازگشت به پاکستان، مجدداً به انگلستان مهاجرت کرد. علی‌رغم اینکه عبدالسلام پاکستان را ترک کرد، اما ارتباط خود را با کشورش قطع نکرد و به دعوت دانشمندان پاکستانی به همکاری خود ادامه داد و یک برنامه مدون تحقیقاتی برای آنها تدوین کرد. او قبل از گرفتن سمت در امپریال کالج لندن، جایی که او تا پایان دوران حرفه‌ای در آنجا به فعالیت علمی خود ادامه داد، دوره کوتاه مدتی در کالج سنت جان مشغول به کار شد. با این حال، از تعهد او به فیزیک پاکستان کاسته نشد و به عضویت کمیسیون انرژی اتمی، موسسه علوم و فناوری هسته‌ای و کمیسیون علمی پاکستان درآمد. در ضمن او مشاور علمی رئیس جمهور پاکستان بود و همچنین در تعدادی از کمیته‌های سازمان ملل در رابطه با پیشرفت علم و فناوری همکاری نزدیک داشت.

دکتر عبدالسلام برنامه‌ای را طراحی و تدارک دید تا دانشمندان سایر کشورها ضمن اقامت در کشور خود، مشارکت فعال با جامعه علمی جهان داشته باشند. سلام در سال ۱۳۴۳/۱۹۶۴، موسس و اولین مدیر مرکز بین‌المللی فیزیک نظری^۹ در تریت ایتالیا شد و زمینه‌ای را فراهم کرد تا دانشمندان و محققان سایر کشورها در قالب سفرهای کوتاه مدت تحقیقاتی در آن مرکز در یک شبکه بین‌المللی به تحقیق و پژوهش به پردازند. از این طریق بستری فراهم شد تا دانشمندان و محققان سایر کشورها بدون نیاز به ترک دائم کشور خود در این مرکز تحقیق و پژوهش کنند. عبدالسلام توانست با موفقیت زمینه سیاسی و راه‌های تأمین مالی برای تأسیس مرکز و ادامه فعالیت آن را فراهم کند. او علاوه بر آن، برای تقویت علم جهانی، دسترسی به چکیده مجلات را برای موسسات سراسر جهان که اشتراک مجلات اصلی فیزیک را نداشتند، تأمین کرد.

تقریباً در همان زمانی که دکتر عبدالسلام مرکز را تأسیس می‌کرد، تحقیقات خود در رابطه با نظریه نیروی الکتروضعیف را با همکاری «جان وارد»^{۱۰} ادامه می‌داد و به خاطر همین کار، در سال ۱۳۵۷/۱۹۷۹ به طور مشترک با استیون واینبرگ^{۱۱} و شلدون گلاشو^{۱۲} موفق به اخذ جایزه نوبل در فیزیک شد.^{۱۳} عبدالسلام تمام جایزه خود را برای کمک به هزینه‌های تحصیلی فیزیکدانان در کشورهای کمتر برخوردار اختصاص داد. عبدالسلام اولین مسلمان برنده جایزه نوبل بود، اگرچه پاکستان به دلیل عضویت سلام در جامعه احمدیه او را به عنوان مسلمان قبول نداشت.

1. Imperial College

2. International Centre for Theoretical Physics (ICTP)

3. John Ward

4. Steven Weinberg

5. Sheldon Glashow

6. NobelPrize.org, "The Nobel Prize in Physics 1979," <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1979/summary>.

7. H. R. Dalafi and M. H. A. Hassan (editors). Renaissance of Sciences in Islamic Countries: Muhammad Abdus Salam (World Scientific, Singapore, 1994).

۷. لَوْ أَنزَلْنَا هَذَا الْقُرْآنَ عَلَى جَبَلٍ لَّرَأَيْتَهُ خَاشِعًا مُّتَصَدِّعًا مِّنْ خَشْيَةِ اللَّهِ وَ تِلْكَ الْأُمُثَالُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ (آیه ۲۱ سوره حشر). اگر این قرآن را بر کوهی نازل کرده بودیم، بی شک آن کوه را از خشیت خداوند، خاشع و فرو پاشیده می‌دید. ما این مثال‌ها را برای مردم می‌زنیم، شاید بیاندیشند.

۸. لَدَى خَلْقٍ سَبِّحَ سَمَافَاتٍ طَبَاقًا مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَافُوتٍ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ «۳» ثُمَّ ارْجِعِ الْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنْقَلِبْ إِلَيْكَ الْبَصَرُ خَاسِئًا وَ هُوَ حَسِيرٌ (آیه ۴، سوره ملک). همان کسی که هفت آسمان را طبقه طبقه آفرید. در آفرینش خداوند رحمان هیچ خللی نمی‌بینی. بار دیگر دیده باز کن، آیا هیچ شکافی می‌بینی؟ باز، پی در پی چشم خود را برگردان (و تماشا کن، خواهی دید که) چشم در حالی که خسته و ناتوان است به سوی تو بازمی‌گردد (بدون آن که نقص و خللی مشاهده کند).

یکبار در سال ۱۳۸۳/۲۰۰۴ به فرهنگستان علوم برای کشورهای در حال توسعه^۹ و بار دیگر در سال ۱۳۹۱/۲۰۱۲ به نام فعلی یعنی فرهنگستان علوم جهان برای پیشرفت علم در کشورهای در حال توسعه^{۱۰} تغییر نام پیدا کرد. دبیرخانه تواس در مرکز تحقیقات فیزیک نظری عبدالسلام^{۱۱} در تریست ایتالیا استقرار یافته و شورایی که هر سه سال یکبار توسط اعضاء آن انتخاب می‌شود، نظارت بر برنامه‌های آن را به عهده دارد. فرهنگستان علوم جهان با بیش از ۳۵ سال تجربه در جامعه علمی-تحقیقاتی جهانی، جایگاه ممتازی در ارائه بینش، مشاوره و پشتیبانی در حوزه برنامه‌ها و سیاست‌های علمی کشورهای در حال توسعه داشته است. فرهنگستان بر این باور است علم و فناوری برای رفاه و توسعه پایدار جامعه امری ضروری است و منافع گسترده‌ای را برای آنها به ارمغان می‌آورد. فرهنگستان اعتقاد دارد سیاست‌های علمی در شکل‌دهی سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشورها، رویکرد آنها به محیط زیست، بهداشت، آموزش و اخلاق پژوهش، و همکاری‌های بین‌المللی و دیپلماسی علمی بسیار حائز اهمیت بوده، برخی از این موضوع‌ها را برای سیاست‌گذاران مورد تاکید و برای دانشمندان و تصمیم‌گیرندگان در زمینه‌های بین رشته‌ای از قبیل موارد زیر کمک و آموزش می‌دهد. این سازمان، ذیل ماده ۶۳ سازمان ملل و برنامه‌های آن در چارچوب سازمان یونسکو قرار دارد.^{۱۲}

۲-۳- عبدالسلام و جایزه نوبل

عبدالسلام در زمان دریافت جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۳۵۸/۱۹۷۹، وابسته مرکز بین‌المللی فیزیک نظری، تریست، ایتالیا و امپریال کالج، لندن در بریتانیا بود. گزارش شده است هنگامی که کمیته نوبل احراز دریافت جایزه نوبل فیزیک را رسماً به عبدالسلام اعلام کرد، او بلافاصله برای اقامه نماز شکر به مسجد رفت. در مراسم اهدای جوایز، با مجوز ویژه از کمیته نوبل، لباس ملی به تن کرد. وی سخنان خود را با تلاوت قرآن کریم (سوره الملک) آغاز کرد و آن را به انگلیسی ترجمه کرد (هیچ ناسازگاری در خلقت خدا نخواهید دید. بعد دوباره نگاه کن، آیا ایرادی می‌بینی؟ بارها و بارها نگاه کن و دیدت گیج و خسته و بدون ناسازگاری باز خواهد گشت).^{۱۳} اولین بار بود که قرآن کریم در مراسم اهدای جایزه نوبل تلاوت می‌شد. او سپس به داستان پادشاه فردریک^{۱۴} و

رتبه یک برای ایجاد ظرفیت علمی در کشورهای در حال توسعه معرفی کرد. مأموریت و چشم‌انداز مرکز بین‌المللی فیزیک نظری عبدالسلام چنین تعریف شده است: از طریق آموزش و تحقیق، پیشرفت همه را در شاخه‌های فیزیک نظری به ویژه در کشورهای در حال توسعه تقویت کند. اهداف اختصاصی این مرکز عبارت است از تربیت فیزیک‌دانان جوان برای پژوهش، کمک به رشد آنها در مطالعات پیشرفته، انجام تحقیقات اصیل و تشکیل یک انجمن و جامعه بین‌المللی برای تماس‌های اشخاص، با تاکید بر پاسخگویی به نیازهای علمی در کشورهای در حال توسعه.

یکی از انگیزه‌های بنیانگذاران مرکز، وسیله‌ای برای صلح و تحقیقات بین‌المللی و به عبارتی برقراری دیپلماسی علمی بود، البته با دو طرح و ایده متفاوت. شخصیت‌های علمی چون پائولو بودینیچ^۱ به پیروی از دانشمندان دیگر مانند رابرت اوپنهایم^۲ و نیلز بور^۳، رویای ساختن پلی بر اساس همکاری علمی بین شرق و غرب بودند. اما عبدالسلام بیشتر نگران نابرابری‌های شمال و جنوب بود و نهادی را متصور بود که بتواند به عنوان پل ارتباطی بین آن دو عمل کند. البته امروز مرکز هر دو ایده را به خوبی پوشش داده و خانه علمی همه شده است. عبدالسلام معتقد بود کشورهای در حال توسعه ضروری است بر روی دانشمندان خود سرمایه‌گذاری کنند تا توسعه پایدار تقویت شود. او همچنین معتقد بود کاهش شکاف بین جنوب و شمال به صلح جهانی کمک خواهد کرد.

عبدالسلام همچنین فرهنگستان علوم جهان یا همان تواس را تأسیس کرد. «فرهنگستان علوم جهان(تواس)»^۴ توسط گروهی از دانشمندان برجسته کشورهای جنوب با رهبری استاد عبدالسلام، برنده فقیه پاکستانی جایزه نوبل، با هدف ارتقاء ظرفیت‌های علمی این کشورها بنیانگذاری و تأسیس شده است. این سازمان مستقل بین‌المللی در سال ۱۳۶۲/۱۹۸۳ در شهر تریست^۵ ایتالیا ابتدا با عنوان فرهنگستان علوم جهان سوم^۶ آغاز به کار کرد. فرهنگستان علوم جهان سوم، در سال ۱۳۶۴/۱۹۸۵ طی مراسمی با حضور خاویر پرز دکوئیار^۷، دبیر کل سازمان ملل متحد^۸، به طور رسمی افتتاح شد. در ابتدا، تواس دارای ۴۲ عضو منتخب بود که ۹ نفر از آنها برنده جایزه نوبل بودند. در میان ۴۲ عضو اولیه نام علی جوان فیزیکدان برجسته ایرانی مقیم آمریکا نیز به چشم می‌خورد. تواس

1. Paolo Budinich
2. Julius Robert Oppenheimer
3. Niels Henrik David Bohr
4. The World Academy of Sciences(TWAS)
5. Trieste
6. The Third World Academy of Sciences
7. Javier Pérez de Cuéllar
8. United Nations
9. The Academy of Sciences for the Developing World
10. The World Academy of Sciences for the Advancement of Science in Developing Countries

11. The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP)

۱۲. برگرفته از: احمد شعبانی ۱۴۰۱. «فرهنگستان علوم جهان(تواس) و جایگاه ایران در آن» نامه علوم پایه، شماره پنجم، صفحات ۱۳۵-۱۴۱.

۱۳. الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفَوتٍ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ (ملک، ۳): (آن خدایی که هفت آسمان بلند را به طبقاتی منظم بیافرید و هیچ در نظم خلقت خدای رحمان بی‌نظمی و نقصان نخواهی یافت، باز بارها به دیده عقل بنگر تا هیچ نقص و خلل هرگز در آن توانی یافت؟). ثُمَّ ارْجِعِ الْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنْقَلِبْ إِلَيْكَ الْبَصَرُ خَاسِئًا وَهُوَ حَسِيرٌ (ملک، ۴): (از دوباره به چشم بصیرت دقت کن تا دیده خرد زبون و خسته (نقصی نیافته) به سوی تو باز گردد).

نیز این مطلب را تأیید کرد. رسالت بعدی این بود که آزمایش کنند آیا سومین نیرو (نیروی هسته‌ای قوی) بخشی از این نیروی واحد را تشکیل می‌دهد یا خیر. لذا عبدالسلام همراه با تعدادی از همکارانش این نظریه را شکل بندی کرده، آزمایش‌هایی برای ارزیابی آن انجام دادند. اگر نتایج مثبت می‌شد، آنها می‌توانستند این چهار نیرو را به دو نیرو تقلیل دهند. بعد از آن نوبت به هدف نهایی می‌رسد که جمع بین نیروی جاذبه با الکترومغناطیس است. عبدالسلام معتقد است این نظریه باید درست باشد، اما ارائه فرمولی جامع، دقیق و تأیید [تجربی] آن ممکن است پنجاه سال به طول انجامد. این جایزه به دلیل مشارکت آنها (عبدالسلام و...) در تئوری یکی سازی و وحدت برهمکنش ضعیف و الکترومغناطیسی بین ذرات بنیادی، و پیش بینی جریان خنثی ضعیف بود. سهم ایشان از جایزه یک سوم بود.

۲-۴- عبدالسلام و قرآن کریم

عبدالسلام بر این باور بود، این حقیقت که ما در پی دستیابی به یک نیروی واحد در حوزه نیروهای به ظاهر مختلف و متعدد طبیعت هستیم اساساً بخشی از اعتقاد ما به منزله فیزیکدان و همچنین جزئی از اعتقاد به عنوان یک مسلمان بوده است. عبدالسلام که مذهب خود را اساس کار علمی خود می‌دانست، اعتقاد داشت: قرآن کریم ما را به تفکر در حقایق قوانین طبیعت خوانده است. عبدالسلام در هنگام پذیرش جایزه نوبل فیزیک، آیتی از قرآن را قرائت کرد و اظهار داشت: در خلق الرحمن هیچ نقصی نمی‌بینی، نگاهت را برگردان، آیا شکافی می‌بینی؟ پس نگاهت را بارها و بارها برگردان. نگاهت، خیره شده و ترسناک به سوی تو باز می‌گردد.^{۱۴}

این در واقع ایمان همه فیزیکدانان است و هر چه عمیق‌تر بجویم، از شگفتی بیشتر به هیجان می‌آئیم، خیره نگاهمان بیشتر می‌شود.

۲-۵- شناسنامه حیات علمی عبدالسلام

شناسنامه و حیات علمی تفصیلی عبدالسلام شامل مناصب، جوایز، عضویت در فرهنگستان‌های و انجمن‌ها، دریافت دکترای افتخاری، لیست کتاب‌ها و تعداد مقالات با جزئیات در کتاب شکوفایی علم در جهان اسلام^{۱۵} به نوشته عبدالسلام ارایه شده است. برخی از آنها به

فرستادن مایکل^۱ اسکاتلندی به تولدو^۲ در اسپانیا در قرن دوازدهم برای تعلیم دیدن توسط دانشمندان و فیلسوفان مسلمان اشاره کرد. هدف از این داستان، از یک سو دعوت به اعتماد به مسلمانان و از سوی دیگر یادآوری این مهم که توسعه علمی در اروپا زمانی از دانشمندان مسلمان الهام می‌گرفته است. او در خاتمه به جای اینکه اعتباری برای خود قائل شود، گفت: پاکستان از این بابت عمیقاً وام دار شماست و بارها از خداوند به خاطر نعمت‌هایش تشکر کرد.

تا دو دهه قبل، فیزیکدانان معتقد بودند طبیعت دارای چهار نیروی اصلی است: نیروی جاذبه، نیروی الکترومغناطیسی و دو نیروی هسته‌ای ضعیف و قوی. طبق فیزیک مدرن، از چهار نیروی اساسی در طبیعت، دو نیروی برهمکنش الکترومغناطیسی^۳ و برهمکنش ضعیف^۴ (عامل فروپاشی بتا در هسته‌ها)، با تلاش‌های علمی عبدالسلام، شلدون گلاشو و استیون واینبرگ به نیروی واحد، موسوم به نیروی ضعیف^۵ تبدیل و ادغام شد. دو دهه قبل، عبدالسلام و دیگر همکاران او، این فرضیه را بیان کردند که شواهد و دلالت‌هایی وجود دارند که نشان می‌دهند نیروی هسته‌ای ضعیف در حقیقت تفاوتی با نیروی الکترومغناطیس ندارد و می‌توان هر دو را ادغام کرد. آنها در بستر سنت نیوتن، ماکسول^۶ و انیشتین، به دنبال یک نیروی واحد بودند که در نهایت نظریه مربوط به این نیروی واحد در اواخر ۱۳۴۶/۱۹۶۷ در کالج امپریال^۷ لندن و مرکز بین المللی فیزیک نظری^۸ در تریست و همین طور به طور مستقل در هاروارد ارائه شد. اولین اشاره دال بر صحت این نظریه در سال ۱۳۵۲/۱۹۷۳ ملاحظه شد؛ زمانی که آزمایشگاه بزرگ موسوم به سرن- آزمایشگاه مطالعات هسته‌ای اروپا^۹ واقع در ژنو به شواهد تجربی دال بر وجود نوعی جریان خنثی^{۱۰} دست یافت که سهم قابل توجهی در شکل گیری این نظریه داشت. شواهد قطعی‌تر بعداً از سوی شتاب دهنده خطی استانفورد^{۱۱} در آمریکا به دست آمد که در نتیجه این آزمایش متهورانه، دومین بعد نظریه- که گمان می‌رفت مهم‌ترین بعد و جزء نظریه نیز باشد (یعنی یکی شدن نیروهای هسته‌ای ضعیف با نیروی الکترومغناطیس)- به دست آمد. این جدا از مسئله‌ای بود که توقع می‌رفت و دستیابی به آن چهارصد سال به طول انجامید. نتیجه آزمایش‌های بعدی در نووسی بریسک^{۱۲} از سوی گروهی به سرپرستی پروفیسور بارکف^{۱۳}

14. King Frederick

1. Michael

2. Toledo

3. Electromagnetic interaction

4. Weak interaction

5. Electroweak

6. Maxwell

7. Imperial college

8. International center for theoretical physics

9. European Nuclear Research Laboratory (CERN)

10. Neutral Currents

11. Stanford Linear Accelerator

12. Novosibirsk

13. Barkov

۱۴. الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفَافُوتٍ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ (ملک: آیه ۳)

آنکه هفت آسمان را بر فراز یکدیگر آفرید. در آفرینش [خدای] رحمان، خلل و نابسامانی و ناهمگونی نمی‌بینی، پس بار دیگر بنگر آیا هیچ خلل و نابسامانی و ناهمگونی می‌بینی؟

ثُمَّ ارْجِعِ الْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنْقَلِبْ إِلَيْكَ الْبَصَرُ خَاسِئًا وَهُوَ حَسِيرٌ (ملک: آیه ۴)
سپس بار دیگر بنگر تا دیده‌ات در حالی که خسته و کم سو شده [و از یافتن خلل، نابسامانی و ناهمگونی فرو مانده] و درمانده گشته است، به سویت بازگرد.

15. Muhammad Abdus Salam, Renaissance of Sciences in Islamic Countries, Edited by H R Dalafi & M H A Hassan, International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.(1994).

داشت. در سال ۱۳۴۳/۱۹۶۴، او رئیس هیئت آژانس بین‌المللی انرژی اتمی پاکستان شد و به مدت یک دهه نماینده پاکستان بود. عبدالسلام در آژانس بین‌المللی انرژی اتمی از اهمیت نیروگاه‌های هسته‌ای در کشورش دفاع کرد. به دلیل تلاش او بود که در سال ۱۳۴۴/۱۹۶۵، کانادا و پاکستان قرارداد همکاری در زمینه انرژی هسته‌ای را امضا کردند. عبدالسلام از رئیس‌جمهور ایوب خان - برخلاف میل کارگزاران دولت - برای راه اندازی نیروگاه هسته‌ای کراچی مجوز گرفت. همچنین در سال ۱۳۴۴/۱۹۶۵، به رهبری عبدالسلام، ایالات متحده و پاکستان قراردادی را امضا کردند که در آن ایالات متحده یک راکتور تحقیقاتی کوچک را به پاکستان اهدا کرد. عبدالسلام آرزوی دیرینه داشت یک مؤسسه تحقیقاتی در پاکستان تأسیس کند که بارها از آن حمایت کرده بود. در سال ۱۳۴۴/۱۹۶۵ برای بار دوم، عبدالسلام و معمار برجسته ادوارد دیورل استون قراردادی را برای تأسیس مؤسسه علوم و فناوری هسته‌ای پاکستان امضا کردند.

عبدالسلام به طور خستگی ناپذیر در رابطه با نجات پاکستان از فقر و ایجاد بن سازه و سکوی علمی در آن کشور تلاش فراوان داشت. مشکلات پاکستان دغدغه جدی او بود و رهنمودهای عملی در مورد چگونگی مقابله با فقر و بی‌سوادی در این کشور پیشنهاد می‌کرد. او درباره توزیع نامتوازن ثروت در سراسر پاکستان و اهمیت نیروی کار ماهر در ارتقای توسعه اقتصادی بحث‌های جدی داشت. وی نمونه‌هایی از مبارزات و موفقیت‌ها در کشورهای ژاپن، روسیه و چین را عنوان می‌کرد و اعتقاد داشت پاکستان می‌تواند خود را از چنگال مشکلات اقتصادی نجات دهد. او اشاره داشت به فرموده پیامبر اکرم صلی الله علیه و آله «فقر شبیه کفر است»^۵ و پیشنهاد می‌کرد در هر مسجدی این آموزه دینی باید برجسته شود. وی از همه شهروندان و دولت می‌خواست تا توجه بیشتری به بخش علمی داشته باشند و اعتقاد داشت پیشرفت علمی می‌تواند نقش بزرگی در خدمت به کشور داشته باشد. او باور داشت اگر تمام کشور تعهد قاطعانه داشته باشد، فقر را می‌توان طی یک نسل در پاکستان ریشه کن کرد. عبدالسلام با الهام از قرآن نقل می‌کرد: «خداوند وضعیت ملتی را تغییر نمی‌دهد تا زمانی که برای تغییر خود تلاشی نکنند»^۶.

در سال ۱۳۵۵/۱۹۷۶، عبدالسلام کالج بین‌المللی تابستانی ناتیاگالی^۷ را برای ترویج علم در پاکستان تأسیس کرد. هر سال دانشمندان سراسر جهان به پاکستان می‌آیند و در مورد فیزیک و علم بحث می‌کنند. چهل و نهمین نشست سالانه آن در سال

عنوان نمونه عبارت‌اند از: عضویت در فرهنگستان‌ها و انجمن‌های معتبر در ۲۴ کشور، از جمله فرهنگستان ملی علوم ایالات متحده، فرهنگستان سلطنتی علوم سوئد و فرهنگستان علوم اتحاد جماهیر شوروی، دریافت ۴۵ دکترای افتخاری از ۲۸ کشور، ۹ نشان و مدال برای کمک‌هایش در صلح و ارتقای همکاری‌های بین‌المللی، از جمله جایزه «اتم در خدمت صلح»^۱ و نشان شوالیه امپراتوری بریتانیا^۲ را می‌شود نام برد.

عبدالسلام نه تنها در دنیای علم توانست جایگاه و نقش خود را به خوبی ایفا کند، بلکه به دلیل دانش جامع در سایر زمینه‌ها و افتادگی و درویش مسلکی، مورد احترام دانشمندان، دانشجویان و مردم بود. زمانی که عبدالسلام در امپریال کالج بود، او این امتیاز را داشت با فیزیکدانان بزرگی مانند برتراند راسل، انیشتین، اپنهایمر و ولفگانگ پائولی ارتباط برقرار کند. گزارش شده است، یک بار در بحث میان عبدالسلام با راسل، راسل وجود خدا را انکار می‌کند و عبدالسلام در پاسخ به او می‌گوید: بدون ایمان به خدا، انسان مستعد بسیاری از کاستی‌هاست و تاریخ نشان می‌دهد کسانی که به خدا ایمان دارند، فداکاری بیشتری انجام می‌دهند. در اولین ملاقات عبدالسلام با انیشتین که به بحث دین اختصاص پیدا می‌کند، ایشان مفهوم اسلامی توحید را برای انیشتین توضیح می‌دهد. علیرغم اینکه انیشتین او را به عنوان یک متعصب مذهبی می‌شناسد، اما میان آنها دوستی صمیمی برقرار می‌شود. نقل است رئیس‌جمهور پاکستان ایوب خان مضافت شامی برای شاه ایران ترتیب می‌دهد و از عبدالسلام نیز به عنوان مهمان ویژه دعوت می‌کند. وقتی برادر عبدالسلام متوجه می‌شود ایشان با یک کت و شلوار ساده و یک جفت کفش پاره در شام حاضر خواهد شد، به او پیشنهاد می‌کند یک جفت کفش نو برای ایشان تهیه کند. عبدالسلام در پاسخ می‌گوید: چه کسی در چنین جمع برجسته‌ای متوجه من و یا کفش‌های پاره من خواهد شد.

عبدالسلام علی‌رغم ترک پاکستان، ارتباط خود را با کشورش قطع نکرد و به دعوت دانشمندان پاکستانی به همکار با آنها ادامه داد. عبدالسلام زمانی که در امپریال کالج بود در جهت پیشرفت علوم و فیزیک نظری در پاکستان تلاش بی‌وقفه‌ای کرد. عبدالسلام به عنوان مشاور وقت رئیس‌جمهور پاکستان در تشکیل کمیسیون انرژی اتمی پاکستان^۳ نقش اساسی داشت و ایشان حدود ۵۰۰ فیزیکدان و ریاضیدان پاکستانی را برای مقطع دکترا به بهترین موسسات در بریتانیا و آمریکا اعزام کرد. عبدالسلام نقش مؤثر و چشمگیری در توسعه انرژی هسته‌ای پاکستان برای مقاصد صلح‌آمیز

1. Atoms for Peace

2. Honorary of KBE (Order of the Knight British Empire)

3. Pakistan Atomic Energy Commission (PAEC)

4. Platform

۵. رسول اکرم صلی الله علیه و آله فرمود: کَاذِبُ الْفَقْرِ أَنْ يَكُونَ كُفْرًا. حدیث پیامبر خدا صلی الله علیه و آله: فقر، انسان را در آستانه کفر قرار می‌دهد.

۶. إِنَّ اللَّهَ لَا يَغَيِّرُ مَا يَقُومُ حَتَّىٰ يَغْيُرُوا مَا بَأَنفُسِهِمْ (سوره رعد ۱۱) همانا خداوند حال قومی را تغییر نمی‌دهد تا آنکه آنان خود را تغییر دهند.

7. International Nathiagali Summer College (INSC)

۱۴۰۳/۲۰۲۴ برگزار خواهد شد. تاکنون بیش از ۹۴۰ دانشمند برجسته از جمله هفت برنده جایزه نوبل از بیش از هفتاد و پنج کشور در حال توسعه دانش و تجربیات خود را در این نشست به اشتراک گذاشتند.

۲-۶- عبدالسلام و کشورهای در حال توسعه و اسلامی

یکی از برنامه‌ها و راهبردهای عبدالسلام آسیب شناسی جایگاه علم و فناوری و تلاش برای توسعه و پیشرفت در کشورهای اسلامی بود. ترویج این راهبردها از طریق سخنرانی‌هایی بود که در کشورهای اسلامی ارائه می‌داد. به عنوان مثال در سال ۱۳۶۵/۱۹۸۶ در استانبول ترکیه سخنرانی تحت عنوان «برجسته کردن علم در ترکیه»^۱، در سال ۱۳۴۰/۱۹۶۱ در داکای پاکستان «فناوری و غلبه پاکستان بر فقر»^۲، در سال ۱۳۶۷/۱۹۸۸ در ایران «علم و فناوری برتر و پیشرفت برای ایران و کشورهای اسلامی»^۳، در سال ۱۳۶۱/۱۹۸۲ در کویت «رنسانس علوم در سرزمین‌های عربی و اسلامی»^۴ و همچنین «آینده علم در اسلام»^۵ که در کنفرانس سران کشورهای اسلامی در سال ۱۳۶۶/۱۹۸۷ ارائه شد و... اشاره کرد.

در کنفرانسی که در سازمان ملل متحد برگزار شده بود، عبدالسلام ایجاد یک مرکز تعالی در یکی از کشورهای جهان سوم را پیشنهاد می‌کند که مورد حمایت اکثر کشورها قرار می‌گیرد. اما نماینده استرالیا اظهارات توهین آمیزی می‌کند و می‌گوید: «مفهوم چنین مؤسسه‌ای مانند یک ماشین لوکس رول رویس^۶ است، در حالی که کشورهای جهان سوم مانند پاکستان می‌توانند با گاری الاغ کار کنند.» سلام ضمن اعلام ناخشنودی از این گفتار استرالیایی، در طول زندگی خود هرگز از استرالیا دیدن نکرد.

عبدالسلام در سال ۱۳۶۷/۱۹۸۸ به ایران سفر کرد و به عنوان مهمان ویژه در مراسم افتتاح اولین دوره دکترای رشته فیزیک در دانشگاه صنعتی شریف شرکت نمود. هم اکنون کتابخانه دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف به نام او نام‌گذاری شده است.

۲-۷- مرگ عبدالسلام (۱۹۹۶-۱۹۲۶)

انسان‌های بزرگ هیچ گاه نمی‌میرند و حتی بعد از مرگ یادشان زنده و نامشان بلندآوازه‌تر می‌شود، چرا که آثار و اثر گذاری آنها همیشه زنده و باقی است. عبدالسلام یک چهره علمی بین المللی و تاثیر گذار بود و این بیت سعدی «سعدیا مرد نکونام نمیرد هرگز» مصداق ایشان است. به هرحال، عبدالسلام در سن ۷۰ سالگی

دارفانی را وداع گفت. او به بیماری آلزایمر مبتلا بود و در اواخر عمرش ضعیف و ضعیف‌تر شده بود. سفر عبدالسلام از جنگ به عرصه دانش علمی، خود شگفتی است. جامعه علمی جهانی از او به نیکی یاد می‌کند.

مقبره عبدالسلام در شهر ربوه پاکستان است و بر روی سنگ مزار آن نوشته شده است: «نخستین مسلمان برنده جایزه نوبل». گرچه مقامات پاکستانی واژه مسلمان را از روی سنگ قبر او پاک کردند. متأسفانه پاک شدن کلمه «مسلمان» از روی سنگ قبر، زمینه‌ای برای نزاع ایدئولوژیک بین مکاتب و اندیشه سیاسی دینی را فراهم می‌کند. عبدالسلام همواره به کشور و مردم پاکستان وفادار ماند و با وجود پیشنهاد تابعیت انگلیس و ایتالیا، تا پایان عمر شهروند پاکستان باقی ماند.



شکل ۱. سنگ مزار سلام در شهر ربوه پاکستان که واژه مسلمان از روی سنگ قبر او پاک شده است.

۳- وضعیت و جایگاه مهاجرت در جهان

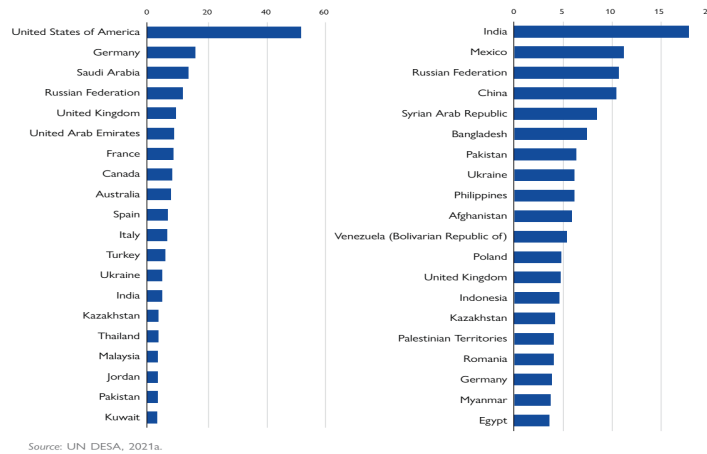
۳-۱- بیست کشور با بیشترین مهاجر فرست و مهاجر پذیر در جهان

در ۵۰ سال گذشته، ایالات متحده آمریکا با بیش از ۵۱ میلیون مهاجر بین المللی، مقصد اصلی مهاجران بوده است. آلمان با نزدیک به ۱۶ میلیون مهاجر به دومین مقصد مهم و عربستان سعودی با ۱۳ میلیون مهاجر، سومین کشور مقصد برای مهاجران بین المللی است. فدراسیون روسیه و بریتانیا به ترتیب با حدود ۱۲ میلیون و ۹ میلیون مهاجر بین المللی، پنج کشور مقصد اول را تشکیل می‌دهند. فهرست ۲۰ کشور با بیشترین مقصد مهاجران بین المللی در سمت چپ شکل (۲) نشان داده شده است. هند با حدود ۱۸ میلیون نفر بیشترین جمعیت مهاجر فرست در جهان می‌باشد. مکزیک با حدود ۱۱ میلیون نفر دومین کشور،

1. HIGHLIGHTS OF SCIENCE FOR TURKEY
2. TECHNOLOGY AND PAKISTAN'S ATTACK ON POVERTY
3. SCIENCE AND HIGH TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT FOR IRAN AND THE ISLAMIC COUNTRIES

4. RENAISSANCE OF SCIENCES IN ARAB AND ISLAMIC LANDS
5. Future of Science in Islam
6. Rolls-Royce

فدراسیون روسیه سومین کشور با حدود ۸/۱۰ و چین با ۱۰ میلیون نفر در رتبه چهارم قرار می‌گیرد. پنجمین کشور جمهوری عربی سوریه است با بیش از ۸ میلیون نفر که البته عمدتاً پناهنده می‌باشند. سمت راست شکل (۲)، ۲۰ کشور با بیشترین مهاجر فرست را در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰ نشان می‌دهد.



Source: UN DESA, 2021a.

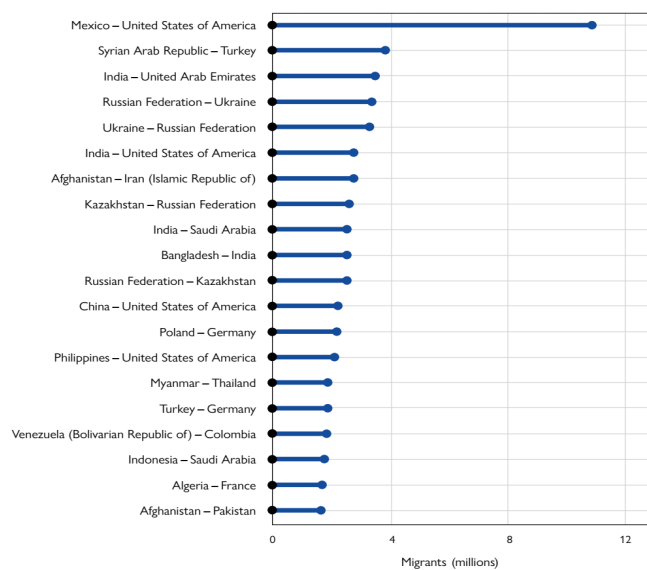
شکل ۲. ۲۰ کشور با بیشترین مهاجر پذیر (سمت چپ) و مهاجر فرست (سمت راست) در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰ (میلیون نفر).

امارات متحده عربی (بیش از ۳ میلیون)، عمدتاً مهاجران کارگری را تشکیل می‌دهند. مسیرهای دو طرفه بین فدراسیون روسیه و اوکراین جایگاه‌های چهارم و پنجم را به خود اختصاص می‌دهد، حدود ۳ میلیون نفر در فدراسیون روسیه متولد شده‌اند و اکنون در اوکراین زندگی می‌کنند، و تقریباً همین تعداد از مردم اوکراین به فدراسیون روسیه نقل مکان کرده‌اند.

البته با احتساب مجموع مسیرها هر کشور مبدأ، دومین کشور مهاجر فرست هند است که به ترتیب به امارات، آمریکا و عربستان و سومین کشور افغانستان است که به ترتیب به ایران^۲ با رتبه هفتم و به پاکستان با رتبه بیستم مهاجر فرست می‌باشند.

۳-۲- مسیر مهاجرت کشور به کشور در بیست کشور با بیشترین در جهان

در شکل ۴ مسیرهای^۱ مهاجرت بین کشوری نشان داده شده است. مسیر مهاجرت از کشور A به کشور B عبارت است از تعداد افرادی که در کشور A متولد شده‌اند و در کشور B در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰ ساکن بوده‌اند. مسیر مکزیکی به ایالات متحده با حدود ۱۱ میلیون نفر بزرگترین مسیر مهاجرت در جهان است. دومین مسیر جمهوری عربی سوریه به ترکیه است که عمدتاً پناهندگانی هستند که به دلیل جنگ داخلی یک دهه طولانی در جمهوری عربی سوریه آواره شده‌اند. از سوی دیگر، سومین مسیر بزرگ جهان، هند به



Source: UN DESA, 2021a.

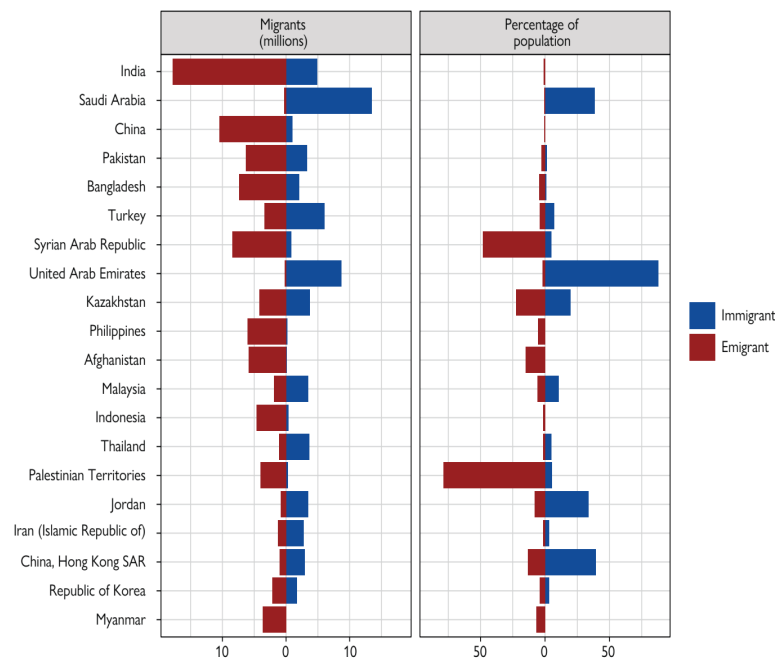
شکل ۳. مسیرهای مهاجرت کشور به کشور در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰ (میلیون نفر).

۳-۳- وضعیت مهاجران خارج شده و وارد شده در بیست کشور با بیشترین تعداد در آسیا

در دو غول جمعیت آسیایی یعنی هند و چین، برآیند تعداد مهاجران ساکن در خارج از کشور (برایند مهاجران خارج شده و وارد شده) بیشترین سهم را دارد (شکل ۵). لازم به ذکر است این تعداد از مهاجران سهم اندکی از کل جمعیت هند و چین را تشکیل می‌دهند. چین چهارمین کشور پس از هند، مکزیک و فدراسیون روسیه، بیشترین جمعیت مهاجری در خارج متولد شده در جهان را دارد به طوریکه بیش از ۲ میلیون مهاجر چینی الاصل در ایالات متحده زندگی می‌کنند. در ضمن چین محل زندگی گروه‌های بزرگی از مهاجران آسیایی از کشورهای هند، فیلیپین و ویتنام است. کشورهای دیگری که تعداد زیادی مهاجر در خارج از کشور

دارند عبارت‌اند از بنگلادش و جمهوری عربی سوریه. در کشورهای شورای همکاری خلیج فارس، مهاجران نسبت‌های بالایی از کل جمعیت ملی را تشکیل می‌دهند (شکل ۳). به عنوان مثال، در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰، ۸۸ درصد از جمعیت امارات متحده عربی را مهاجران تشکیل می‌دادند. جمعیت تقریباً ۷۳ درصد کویت، ۷۷ درصد قطر، و ۵۵ درصد بحرین را مهاجران تشکیل می‌دهند. عمده مهاجران این کشورها، آفریقایی، آسیای جنوبی (مانند هند، پاکستان، بنگلادش و نپال) و آسیای جنوب شرقی (مانند اندونزی و فیلیپین) می‌باشند.

ایران در میان بیست کشور آسیایی با بیشترین مهاجر (مجموع مهاجر فرست و مهاجر پذیر)، رتبه هفدهم را دارد و ورودی مهاجر در آن بیش از خروجی می‌باشد.



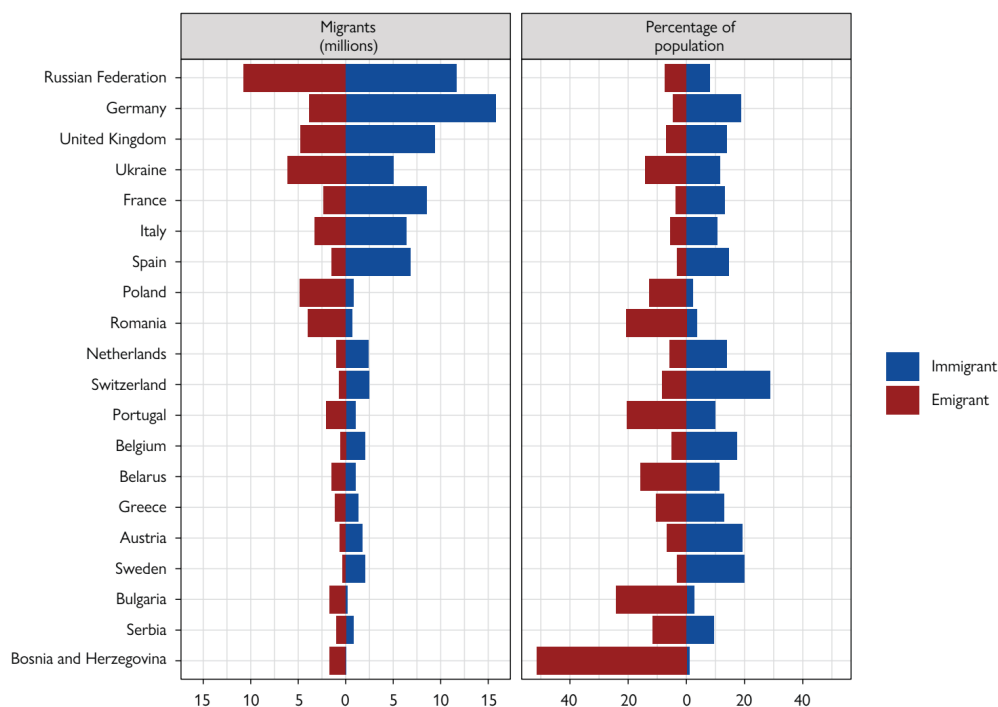
Source: UN DESA, 2021.

شکل ۴. تعداد و درصد مهاجران ورودی^۱ (رنگ آبی) و خروجی^۲ (رنگ قرمز) در بیست کشور آسیایی در سال ۲۰۲۰.

عنوان سهم جمعیت خود در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰ داشت که بسیاری از آنها در طول تجزیه یوگسلاوی سابق این کشور را ترک کردند. پرتغال، بلغارستان و رومانی که سابقه طولانی در مهاجرت دارند، سهم بالایی از جمعیت خود در خارج از کشور را داشتند. آلمان با تقریباً ۱۶ میلیون مهاجر در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰، بیشترین جمعیت متولدین خارجی را در بین کشورهای اروپایی داشت. تعداد مهاجران در آلمان بین سال‌های ۱۳۹۴/۲۰۱۵ تا ۱۳۹۹/۲۰۲۰ به بیش از ۵ میلیون نفر افزایش یافته است. بزرگترین گروه‌های مهاجر در آلمان از لهستان، ترکیه، فدراسیون روسیه، قزاقستان و جمهوری عربی سوریه هستند.

۳-۴- وضعیت مهاجران خارج شده و وارد شده در بیست کشور با بیشترین در اروپا

بسیاری از کشورهای شرق اروپا، مانند فدراسیون روسیه، اوکراین، لهستان و رومانی دارای بزرگترین جمعیت مهاجر در منطقه هستند (شکل ۶). فدراسیون روسیه با نزدیک به ۱۱ میلیون مهاجر در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰، بزرگترین جمعیت در اروپا را داشته است. پس از فدراسیون روسیه و اوکراین (حدود ۶ میلیون نفر)، لهستان و بریتانیا سومین و چهارمین جمعیت مهاجر در اروپا (به ترتیب ۴٫۸ و ۴٫۷ میلیون) را دارند. بوسنی و هرزگوین بیشترین سهم مهاجران را به



Source: UN DESA, 2021.

شکل ۵. تعداد و درصد مهاجران ورودی (رنگ آبی) و خروجی (رنگ قرمز) در بیست کشور اروپایی در سال ۱۳۹۹/۲۰۲۰.

۳-۵- وضعیت مهاجرپذیری و مهاجر فرستی در ایران

عراق) را در میان ۲۳۲ کشور به خود اختصاص داده است. براساس آخرین آمار حدود ۲ میلیون نفر مهاجر فرست و حدود ۲,۸ میلیون نفر مهاجر پذیر دارد که به ترتیب ۲,۲ و ۳,۳ درصد جمعیت کشور را تشکیل می دهد. گرچه این تعداد از مهاجرت از کشور در مقایسه با بسیاری از کشورها عدد بالایی نیست، اما ضرورت دارد در جهت کاهش، نگهداشت و مراجعت آنها برنامه ریزی و سیاست گذاری لازم به عمل آید.

جمعیت مهاجرپذیری و مهاجر فرستی ایران در میان ده کشور منطقه در جدول (۱) ارایه شده است. ایران رتبه ۵۴ در مهاجر فرستی (با رتبه چهارم در میان ۱۰ کشور منطقه به ترتیب پس از پاکستان، افغانستان، ترکیه و عراق) و رتبه ۲۳ در مهاجر پذیری (با رتبه سوم در میان ۱۰ کشور منطقه به ترتیب پس از افغانستان و

جدول ۱. جمعیت مهاجرپذیری و مهاجر فرستی ایران در میان ده کشور منطقه^۱.

کشور	وضعیت مهاجر فرستی			وضعیت مهاجر پذیری		
	رتبه مهاجر فرستی (از میان ۲۳۲ کشور)	جمعیت مهاجران خروجی	سهم مهاجران خروجی از کل جمعیت	رتبه مهاجر پذیری (از میان ۲۳۲ کشور)	جمعیت مهاجران ورودی	سهم مهاجران ورودی از کل جمعیت
پاکستان	۷	۶,۳۲۸,۴۰۰	۲۱,۷	۱۹	۳,۲۷۶,۵۸۰	۱۱,۲
افغانستان	۱۰	۵,۸۵۳,۸۳۸	۱۵	۱۲۲	۱۴۴,۰۹۸	۰,۴
ترکیه	۲۱	۳,۴۱۱,۴۰۸	۴	۱۲	۶,۰۵۲,۶۵۲	۷,۲
عراق	۳۳	۲,۰۷۷,۹۷۶	۱۵,۲	۹۰	۳۶۵,۷۶۶	۰,۹
ایران	۵۴*	۱,۳۲۵,۱۱۳ (۲,۰۶۲,۶۵۸) **	۲,۲	۲۳	۲,۷۹۷,۲۳۵	۳,۳
عربستان	۱۲۵	۲۹۹,۲۶۸	۰,۸	۳	۱۳,۴۵۴,۸۴۲	۳۸,۶
کویت	۱۳۳	۲۱۲,۲۷۱	۵	۲۰	۳,۱۱۰,۱۵۹	۷۲,۹
امارات	۱۳۵	۲۰۳,۲۱۴	۲	۶	۸,۷۱۶,۳۳۲	۸۸
قطر	۱۸۳	۲۵,۷۰۵	۰,۹	۳۱	۲,۲۲۶,۱۹۲	۷۷,۳
عمان	۱۸۴	۲۵,۰۹۹	۰,۵	۲۸	۲,۳۷۲,۸۳۶	۴۶,۵

۱. سالنامه مهاجرتی ایران در سال ۱۴۰۱ (https://imobs.ir/outlook/detail/22)

۴- نتیجه گیری و ارایه پیشنهاد

جابجایی و مهاجرت در همه کشورهای جهان با دلایل و انگیزه‌های مختلف صورت می‌پذیرد. به مهاجرت‌های تحصیلی و علمی نباید نگاه منفی داشت، بلکه با برنامه ریزی و سیاست گذاری باید از این ظرفیت استفاده شود، اما برای بازگرداندن و نگهداشت آنها برنامه ریزی کرد. شاید بهترین شیوه در نگهداشت و بازگرداندن مهاجران علمی، سرمایه گذاری در حوزه‌های علم و فناوری و اختصاص و افزایش سهم تحقیق و پژوهش از تولید ناخالص ملی و ایجاد آزمایشگاه‌های مجهز به تجهیزات پیشرفته و به روز دنیا باشد. بدیهی است با تقویت عرق وطن پرستی و خدمت به کشور در آحاد جامعه، از فرصت‌ها و ظرفیت‌های نخبگان علمی و فناوری می‌شود حداکثر استفاده را کرد. عبدالسلام نمونه‌ای بارز و عینی است و در ایران نیز افرادی با این ویژگی‌ها کم نیستند که نمونه‌های بارز آن اساتید و دانشمندان شاخصی هستند که پس از اتمام تحصیلات خود به کشور مراجعت کردند. بسیاری از آنها اگر در خارج از مرزها به کار خود ادامه می‌دادند در بعد علمی موفق‌تر و در سطح جهانی نیز شاید تاثیر گذارتر می‌بودند. لذا وظیفه دولت‌هاست که بستر و زیر ساخت‌های علمی مناسب در کشور را فراهم کنند تا آنها که مراجعت می‌کنند و یا آنهایی که مهاجرت نکرده‌اند بتوانند همان کارهای بزرگ در جهان پیشرفته را در کشور انجام دهند. لذا ضروری است، بودجه تجهیزات در کشور-البته اگر در پیچه‌ای باز شود- مثل گوشت قربانی بین مراکز علمی یا افراد تقسیم نشود، بلکه اختصاص به احداث و تجهیز آزمایشگاه‌های مرکزی ملی مجهز شود. در حال حاضر جای این نوع آزمایشگاه‌های مجهز به دستگاه‌ها و ابزار آلات تحقیقاتی روز دنیا در کشور خالی است. عبدالسلام دانشمند وطن پرستی بود که پس از اخذ دکتری به پاکستان بازگشت و در مدت کوتاه اقامت خود در پاکستان کارهای بسیار بزرگی را انجام داد. حتی پس آنکه مجبور به مهاجرت مجدد شد روابط خود را با مراکز علمی و دانشمندان کشور پاکستان قطع نکرد. به طوری که در مهاجرت دوم ایشان توانست به اخذ جایزه نوبل دست یابد و فرصت‌های فراوانی را در سطح ملی و بین المللی برای جوامع علمی فراهم کند.

عبدالسلام فیزیکدان، با داشتن دانش عمومی به شیوایی سخن می‌گفت و جایزه نوبل برای عبدالسلام دانشمند و سخنور فرصتی فراهم کرد تا مدت مدیدی صدای مردم و فیزیکدانان در جهان و در کشورهای در حال توسعه و اسلامی باشد. به طوریکه ایشان با

این دو ویژگی افکار، ایده‌ها و باورهای علمی، سیاسی، اعتقادی و فرهنگی خویش را نه تنها در پاکستان بلکه در میان کشورهای در حال توسعه و اسلامی و بویژه در سطح بین المللی در مجامع علمی به خوبی ترویج و به کرسی نشاند. عبدالسلام زندگی خود را وقف ترویج صلح و پرکردن شکاف بین کشورهای توسعه یافته و توسعه نیافته کرد. قطعا عبدالسلام دانشگاه پنجاب نمی‌توانست نقش و تاثیر گذاری عبدالسلام دانشگاه امپریال کالج را بر علم جهانی داشته باشد. عبدالسلام پنجاب غیر ممکن بود تجربه جهانی عبدالسلام امپریال کالج را داشته باشد و در توسعه کشورهای اسلامی از آن بهره برد و نقشی ایفا کند. به عبارتی تاثیرگذاری عبدالسلام دانشگاه امپریال کالج بر جامعه علمی جهان قابل قیاس با عبدالسلام دانشگاه پنجاب نیست.

عبدالسلام اعتقاد داشت، دانش درونی‌شده یا بومی است که منجر به پیمودن راه توسعه و پیشرفت می‌شود و باید کشورهای در حال توسعه به چنین دانشی مسلح شده و بدان دست یابند. امروز تاریخ علم نشان می‌دهد کشورهایی که ظرفیت‌های کارآمد و موثر در پژوهش‌های پایه و بنیادین ندارند، از چرخه جهت‌دهی و تاثیرگذاری در علوم آینده و یا آینده علم حذف خواهند شد. توانمندی در استفاده و انتقال دانش، مستلزم فهم مبانی نظری و عملی علم و فناوری است و کشورهایی که دانش مورد نیاز خود را، خود تولید نمی‌کنند، دانش تولید شده در سایر کشورها پاسخگوی مسائل آنها نخواهد بود. به عبارت دیگر، دانش را نمی‌توان مانند داده و اطلاعات صرفاً با جستجو در آثار دیگران به دست آورد و یا این که آن را مانند یک کالا وارد کرد. اگرچه علم و فناوری تنها عامل پیشرفت یک جامعه نیست، اما هیچ جامعه‌ای نیز بدون علم و فناوری نمی‌تواند به پیشرفت پایدار و پیوسته دست یابد.

و اما پیشنهاد:

یکی از آرزوهای عبدالسلام ایجاد مرکز تحقیقاتی همانند مرکز بین المللی فیزیک نظری عبدالسلام با مشارکت کشورهای اسلامی بود که به این آرزوی مهم دست نیافت. با توجه به اینکه یکی از بهترین و موثرترین روش‌های دیپلماسی علمی میان کشورهای اسلامی با احداث چنین مراکزی فراهم می‌شود، لذا پیشنهاد می‌شود این مهم توسط فرهنگستان‌های علوم جمهوری اسلامی دنبال و پیگیری شود و به تعداد فرهنگستان‌ها در حوزه تخصصی هر یک از آنها مراکز علمی با مشارکت کلیه کشورهای اسلامی احداث شود.

1. NobelPrize.org, "The Nobel Prize in Physics 1997," <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1997/summary>
2. H. R. Dalafi and M. H. A. Hassan (editors). Renaissance of Sciences in Islamic Countries: Muhammad Abdus Salam (World Scientific, Singapore, 1994).
3. F. Dyson, Proceedings of the American Physical Society 143, 347 (1999).
4. G. Fraser, Cosmic Anger: Abdus Salam – The First Muslim Nobel Scientist (Oxford University Press, New York, 2008).
5. T. W. B. Kibble, Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Society 44, 387 (1998).
6. M. Lewis, "Abdus Salam – Biographical," <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1979/salam/biographical/>
7. Riazuddin, The Nucleus, 42, 31 (2005).
8. Biography of Abdus Salam, The Heritage of All Mankind, Prepared by the Center for the History of Physics at American Institute of Physics(AIP).
9. THE ABDUS SALAM International Centre for Theoretical Physics(ICPT), An Overview of ICTP Aims and Activities.
10. Zainab Mahmood, Abdus Salam - The 'Mystic' Scientist, 2004. <https://web.archive.org/web/20080216051624/http://www.chowk.com/articles/8387>
11. Clarence R. O'Neal, International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(IAEA) BULLETIN, VOL.18, NO.3/4, 13-18: https://www.iaea.org/sites/default/files/183_406081318.pdf
12. Nature Physics, 15(3) 2019: www.nature.com/naturephysics.
13. Abdus Salam (1926-96), NATURE (384) 1996.
14. One Hundred Reasons to be a Scientist, by: The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, SCIENCE AND SCIENTISTS IN DEVELOPING COUNTRIES:
15. GAUGE UNIFICATION OF FUNDAMENTAL FORCES, Nobel lecture, 8 December, 1979, By ABDUS SALAM (Imperial College of Science and Technology, London, England, and International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy).
16. Abdus Salam: The real story of Pakistan's Nobel prize winner, <https://www.dawn.com/news/1311473>
17. Abdus Salam Curriculum Vitae: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1979/salam/cv/>
18. WORLD MIGRATION REPORT 2022, by: International Organization for Migration(IOM)
19. S. Behjati Hosseini, P. Shariat Panahi, A. A. Moosavi-Movhadi «Outlook on Scientific Biography of Ahmed Zewail, winner of the Nobel Prize in Chemistry», Basic Science Letter (Iran Academy of Science) Vol 5, pages 128-134 (2022)
20. <https://fa.wikipedia.org>
- ۲۱- احمد شعبانی، دی ماه ۹۵. «بیکاری دانش‌آموختگان دانشگاهی و مهاجرت مغزها»، نشریه نشا علم، سال هفتم، شماره اول، ص ۱۵-۶.
- ۲۲- احمد شعبانی ۱۴۰۱. «فرهنگستان علوم جهان(تواس) و جایگاه ایران در آن» نامه علوم پایه، شماره پنجم، صفحات ۱۴۱-۱۳۵.
- ۲۳- سالنامه مهاجرتی ایران در سال ۱۴۰۱ (<https://imobs.ir/outlook/detail/22>): رصدخانه مهاجرت ایران وابسته به پژوهشکده سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف.

سردرگمی شمشیرشناسان معاصر از آشفته نویسی حکاکان عصر صفوی

مهدی رجبعلی پور
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
mradjabalipour@gmail.com
نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

در این مقاله دو گونه آشفته نویسی مد نظر ما خواهد بود که آنها را با «آشفته نویسی حروفی» و «آشفته نویسی عددی» نام گذاری خواهیم کرد. مقوله «حروفی» را که نوعی هنر خطاطی به حساب می آید و رمزگشائی آنها مثل بازی های لوگو سرگرم کننده است، با ذکر چند مثال پشت سر می گذاریم. اما در مقوله «عددی» تامل بیشتری خواهیم کرد زیرا در آن از سهل انگاری های حکاکان و وقایع نویسان عصر صفویه در نوشتن یا ننوشتن «۰» صحبت می شود که یادآور سهل انگاری های کاتبان عهد عتیق است. بررسی آشفته نویسی عددی ما را ملزم می کند که در بخش مقدمه، مروری هم بر تاریخچه پیدایش «صفر» داشته باشیم. سوء تفاهم های ناشی از آشفته نویسی این باور را در ذهن شمشیرشناسان معاصر پدید آورده است که تا چند قرن پس از شاه عباس بزرگ، برخی استادان شمشیرساز برای بازاریابی بهتر، امضاهای کلبعلی اصفهانی و اسدالله اصفهانی، دو تن از اساتید برجسته زرادخانه شاه عباس را جعل می کرده اند. در این مقاله با کشف رمزنگاری صحیح تاریخ های روی شمشیرها ثابت می کنیم که بعد از مرگ این دو استاد، فقط یک کلبعلی دوم داریم که پسر استاد اسدالله اول است و فقط یک اسدالله دوم داریم که از پدرش اطلاعی در دست نیست. این چهار استاد را به خوبی می شناسانیم و کارهای باکیفیت موجود آنها در موزه ها را در حد توانمان تفکیک می کنیم.

مقدمه

اجازه می خواهم قبل از ورود به اصل مطلب، در همین مقدمه مراتب قدردانی خود را از کلیه گزارشگران و متخصصان شمشیرسازی معاصر و گذشته، به ویژه استاد دکتر منوچهر مشتاق خراسانی [۱] که با علاقه فراوان و تحمل رنج سفر و جستجوهای کتابخانه ای، عکس ها و گزارشات پر بهائی را تهیه و در خدمت شناخت تاریخ تمدن ایران گذاشته اند، سپاسگزاری کنم. جان کلام نگارنده این است که پژوهشگران ارجمند در رشته های فنی و کشفیات باستانی، قبل از انتشار نظرات خود با متخصصین علوم انسانی و علوم پایه (ریاضیات، زمین شناسی، زیست شناسی، شیمی و فیزیک) مشورتی داشته باشند.

این مقاله پس از مقدمه، بخش ۲ را به تاریخچه صفر در خاورمیانه و خاور نزدیک اختصاص داده است. بخش های ۳ و ۴، به ترتیب به آشفته نویسی های حروفی و عددی وقایع نویسان و حکاکان عصرهای صفوی تا قاجار می پردازد.

• تاریخچه صفر در خاورمیانه و خاور نزدیک

صفر یک عدد است و کشف آن در منطقه مورد نظر ما هزاران سال

پس از شناخت اعداد طبیعی به ظهور پیوست. شناخت اعداد طبیعی نیز در چند مرحله رخ داد که اهم آنها به شرح زیر است. بیشتر مطالب مربوط به تاریخ عددنویسی و شمارش را از کتاب وزین ژرژ ایفراه [۲] برگرفته ایم.

مرحله اول: حسابداری (عددسازی) انبانی: در این مرحله هر عدد طبیعی مثلا n را انبانی از چند چیز ارزشمند (مثلا سکه) با m ارزش زیر فرض می کنیم:

در زمان های دور، انبان تهی بی معنا بود چون عددی به اسم صفر نمی شناختند ولی انبان می توانست یک سکه را به دلخواه تکرار کند و یا اصلاً از آن نوع سکه نداشته باشد. بستگی به مقدار m ، حسابداری (یا عددسازی) حاصل را «حسابداری انبانی m پایه ای صلب» می نامیم.

• **حسابداری تکپایه ای صلب.** همین امروز در جنگل های آمازون قومی به نام پیراها [۳: ۴۴؛ ۶] زندگی می کند که بنا به ادعای مردم شناسان نه شناختی از عدد دارند و نه نگران گذشته و آینده هستند. غذایشان را به حد نیاز از شکار در جنگل به دست می آورند، در خانه می پزند، با هم می خورند و بی دغدغه توشه فردا

زیر (از کتاب ایفراه [۷]) عددهای ۳، ۷، ۹، و ۵ به طرز مرموزی حک شده‌اند:



حسابداری تک‌پایه‌ای صلب (اروپا ۱۱۰۰۰ ق.م.)

• **حسابداری دوپایه‌ای صلب:** طبیعتاً حسابداری تک‌پایه‌ای آن هم از نوع صلب فقط برای معاملات کوچک مفید بود و با رشد ذهنی و اجتماعی بشر هماهنگی نداشت. لذا بشر به فکر دسته بندی سنگریزه‌ها افتاد. بعضی‌ها چون با شمارش انگشتان یک دست، حسابداری روزمره خود را انجام می‌دادند، وقتی در شمارش به پنج می‌رسیدند، یک انگشت دست دیگر را خم می‌کردند و با دست اول از نو می‌شمرند. بدین ترتیب علاوه بر پایه بدیهی یک پایه جدید هم به میان آمد. ظاهراً تمدن‌های دور و بر ما آنقدرها تنبل نبودند که پنج تا پنج تا دسته‌بندی کنند و اگر هم بودند ما خبر نداریم. (یک نکته را خوب می‌دانیم که واژه‌های «پنج»، «پانچ»، «فایو»، «پنجه»، «پنجره»، «پنجرو»، ... فرزندان یک مادر مشترک «بنگ»، صدای کف دست یا پا، هستند.) همه تمدن‌های خاورمیانه و خاور نزدیک (حتی سومری‌ها) تا ۹ سنگریزه پیش رفتند و برای عدد «۱۰» یک نشانه یا رقم صلب جدید (مهره در ایلام و قرص در سومر) اختیار کردند.

مثال: عدد سومری 17 در حسابداری صلب تک‌پایه‌ای	مثال: عدد ایلامی 17 در حسابداری صلب تک‌پایه‌ای
مثال: عدد سومری 17 در حسابداری صلب دوپایه‌ای	مثال: عدد ایلامی 17 در حسابداری صلب دوپایه‌ای

ج) رشد حسابداری صلب از دوپایه‌ای به چند پایه‌ای: اگر در مثال‌های تک‌پایه‌ای و دوپایه‌ای بالا به جای عدد ۱۷ عدد بزرگی مانند ۵۷۳۴ داشته باشیم، نمایش آن عدد در تک‌پایه‌ای مستلزم ساختن ۵۷۳۴ رقم «۱» و در دوپایه‌ای مستلزم ساختن ۵۷۳ رقم «۱۰» و ۴ رقم «۱» خواهد بود که بازهم فراهم کردن و بایگانی کردن آن تعداد مهره یا قرص (صلب) کار ساده‌ای نبود. بنابراین ایلامی‌ها هر ده مهره را یک دسته جدید گرفتند و آن را با یک گرده بزرگ نمایش دادند. اما سومری‌ها هر شش قرص را یک دسته گرفته و آن را با یک مخروط نمایش دادند. بدین ترتیب حسابداری صلب سه پایه‌ای پدیدار شد. با رشد معاملات و داد و ستدها، ایلامی‌ها هر سه گرده بزرگ را با یک مخروط، و سومری‌ها

باقیمانده را برای رهگذران رها می‌کنند. تنها انسان غیربومی که زبان آنها را می‌فهمید یک مبلغ مسیحی بود که هرچه می‌گفت مخلصانه می‌پذیرفتند و از او تقلید می‌کردند؛ یک روز هم که از او قد و قواره حضرت عیسی را پرسیدند، صادقانه پاسخ داد نمی‌دانم چون او را ندیده‌ام؛ بومیان بی‌آنکه دوستی خود را بر هم زنند تمرین مسیحیت را رها کردند؛ آن مبلغ مسیحی نیز زندگی خود را تغییر داد و در دانشگاه ایالتی ایلینوی به آموزش زبان‌شناسی مشغول شد. از این قوم خاص که بگذریم، می‌شود ادعا کرد که بشر عدد ۱ را می‌شناسد. اگر شناختی از ۲ نداشته باشد بحث ما برایش فایده‌ای ندارد، پس برویم به سراغ آنهایی که از ۲ شناختی دارند. شرم‌آور است که اعتراف کنیم نیاکان آریائی ما از عدد «سه» وحشت داشتند! هرچه ورای عدد «دو» بود بینهایت نامیده می‌شد؛ اثبات این موضوع از ریشه یابی واژه «سه» به دست می‌آید که با برادران هم معنایش «تروا»، «تری»، «تریج»، «تریستا»، ... در زبان‌های گوناگون آریائی از مادری به نام «ترونگ» (throng) به معنای «بسیار» یا «هجوم» زاده شده‌اند. بعدها که ترسشان از «سه» ریخت و ابْهت آن افول کرد، اسمش بر ۱+۲ باقی ماند؛ وقتی که در کتاب ژرژ ایفراه به ریشه «ترونگ» برخوردیم، به یاد کودکی‌هایم در دهکده پله پله‌ای ارگاس محل سکونت خواهرم افتادم که خواهرزاده همسن و سالم من را از بالای ده تا پائین ده می‌دواند تا به درختان توت پدرش برسیم و هنگام توت تکانی پُر چادرش را بگیریم. نهر آبی که همراه ما می‌دوید، چشمه‌های سر راهش را می‌بلعید و با خود می‌برد. بر خلاف دویدن محتاطانه ما، آن نهر از هر رخنه‌ای می‌گذشت و از هر بلندایی آبشار می‌ساخت. ما که عرق ریزان راهی به پائین آبشار پیدا می‌کردیم، بی‌محابا با آن شاخ به شاخ می‌شدیم تا سر و صورت را خنک کنیم. خواهرزاده دهاتی‌ام می‌گفت عجب «ترونگ آبی» و من از معنایش فقط حقارت و کوچکی خودم و ابْهت آبشار را درک می‌کردم. این حقارت وقتی برطرف می‌شد که خواهرزاده هم سنم می‌گفت «دائی بدویم، دیر شد!»؛ مسلماً تا ما می‌رسیدیم، خواهرم و شوهرش توت‌ها را به کمک باغداران همسایه تکانده بودند و تنها کاری که برای ما می‌ماند نشستن دور چادرش و خوردن مِشت مِشت توت بود!

هزاران سال پیش که زندگی خیلی ساده‌تر از زمان کودکی من بود، تنها نمود حسابداری در این دهکده که هنوز هم اجرا می‌شود، این بود که هر صبح به ازای هر گوسفند که از آغال بیرون می‌رفت یک سنگریزه گوشه طاقچه بگذارند و شبانگاه با هر گوسفندی که وارد آغال می‌شد یکی از سنگریزه‌ها را بردارند تا آمار گوسفندان را داشته باشند. (این سنگریزه‌ها می‌توانستند با هر چیز دیگری مثلاً گره‌هایی بر یک طناب یا حتی شیارهایی بر یک چوب‌خط جایگزین شوند.) در حسابداری تک‌پایه‌ای، فقط یک نوع سنگریزه وجود دارد که ما آن را «رقم ۱ صلب» می‌نامیم و برای هر عدد، مثلاً ۶ باید ۶ سنگریزه (یا شیار یا گره) در نظر بگیریم. بر چوب‌خط استخوانی

وقتی که سومری‌ها و ایلامی‌ها حسابداری تکپایه‌ای خود را شروع کردند چنین می‌پنداشتند تراشیدن رقم «یک» کار ساده‌ای است ولی خیلی زود فهمیدند که عشق آسان نمود اول ولی افتاد مشکل‌ها! دادوستدهایشان چنان رشد کرد که ساختن رقم‌های «یک» را در «ده» متوقف کردند و به جای هر ده رقم «یک»، یک رقم جدید ساختند. طبیعی است که فرض کنیم برای شمردن از انگشتان دستشان استفاده می‌کردند؛ وقتی دو دست کامل می‌شد به جای آن که ده تا میله یا مخروطک بتراشند یک مهره یا گرده به جایشان می‌گذاشتند. احتمالی هم وجود دارد که با یک دست تا ده می‌شمردند؛ بدین ترتیب که پنج انگشت دست راست را کاملاً باز می‌گرفتند و با هر شمارش یک انگشت را خم می‌کردند (حالت رکوع)، به شش که می‌رسیدند اولین انگشت خم شده را کاملاً به کف دست می‌چسپانند (حالت سجود) و این کار را ادامه می‌دادند تا می‌چ دست راست کاملاً بسته می‌شد و یک انگشت از دست چپ را به حالت رکوع درمی‌آوردند که علامت ۱۰ بود و به ازایش یک رقم صلب ۱۰ می‌گذاشتند. این انتخاب ۱۰ هیچ ربطی به بخش پذیری عدد «ده» بر اعداد «دو» یا «پنج» نداشت چون هنوز خیلی زود بود که در تمدنشان نیازی به تقسیم یا ضرب باشد و با جمع و تفریق‌های پی‌درپی نیازشان برطرف می‌شد. چرا ۳۵۰۰ سال قبل از میلاد سومری‌ها در «شصت» متوقف شدند و به جایش یک مخروط بزرگ گذاشتند دقیقاً معلوم نیست ولی علت هرچه بود ربطی به بخش‌پذیری ۶۰ بر ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ نداشت. پایه ۶۰ را دوهزار سال بعد بابلی‌ها ابداع کردند که دلیلش را خواهیم دید و آن نیز ربطی به کارهای نجومی بابلی‌ها نداشت. احتمالاً وقتی که سومری‌ها در ۶۰ متوقف شدند همان احساسی را داشتند که نیاکان آریائی ما هزاران سال قبل در رویارویی با عدد ۳ داشتند. سومری‌ها پس از آن که به رقم ۶۰ عادت کردند، آن را ده برابر کردند تا پایه ۶۰۰ به دست آمد و مدتی بعد پایه جدید را شش برابر کردند تا ۳۶۰۰ به دست آمد که تصادفاً ۶۰۲ بود. بعدها این را نیز طبق قاعده‌ای که سُنْتشان شده بود ده برابر کردند و ۳۶۰۰۰ به دست آمد و ظاهراً در همینجا درجا زدند تا دولتشان به سرآمد. (باید روی این معما اندیشید که چرا سومریان پایه‌ها را یک در میان ده برابر و شش برابر می‌کردند.)

همسایگان جنوب شرقی سومر، یعنی ایلامیان، که همیشه تمدنشان دو سه قرن عقب‌تر بود، وقتی تصمیم به عبور از ۱۰ گرفتند، ترسشان از ۱۰۰ ریخته بود و در نتیجه پایه سوم را ۱۰۰ گرفتند. (یعنی همان طور که ۱ را ده برابر کردند و پایه دوم ۱۰ به دست آوردند، ۱۰ را نیز ده برابر کرده، پایه سوم ۱۰۰ به دست آوردند.) احتمالاً وقتی که می‌خواستند پا را فراتر از ۱۰۰ بگذارند، ۱۰۰۰ برای آنها بزرگ و ترسناک بود و سه برابر ۱۰۰ یعنی ۳۰۰ را پایه چهارم گرفتند. در پرشی دیگر، پایه را ده برابر کردند و در پایه پنجم ۳۰۰۰ ماندند تا ارزش مکانی بابلی منطقه را دیگرگون

هر ده مخروط خود را یک مخروط سوده (سوراخ‌دار) گرفتند و بدین ترتیب حسابداری صلب چهار پایه‌ای خود را پدید آوردند.

در دو جدول زیر، حسابداری پنج پایه‌ای صلب ایلامی و حسابداری شش پایه‌ای صلب سومری را می‌بینید که تا مدت‌ها جلوتر نرفتند. چون قاعده چندان مشخصی برای دسته‌بندی‌های خود نداشتند، پژوهشگران معاصر تاریخ ریاضی به زحمت توانستند این پایه‌ها را رمزگشایی کنند. به عنوان مثال، شیل اولین پژوهشگری بود که در سال ۱۹۰۵ م. ادعا کرد ارزش پایه‌های ایلامی (طبق جدول زیر)، به ترتیب اعداد (دهدهی) ۱، ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ هستند؛ اما بعد از ۱۸ سال (۱۹۲۳ م.) دو رقم آخر را به ترتیب با ۶۰ و ۶۰۰ و اواخر همان سال دو رقم مزبور را به ترتیب با ۶۰۰ و ۶۰۰۰ جایگزین کرد. پژوهشگر دیگری به نام لنگدون در سال ۱۹۲۵، با شک در مورد ۱۰، مدعی درستی سایر حدسیات شیل (در سال ۱۹۰۵ م.) شد. ده سال بعد شیل (۱۹۳۵ م.) بر همه حدسیات اولیه خود بازگشت ولی مککوینم در سال ۱۹۴۹ م. ادعا کرد که ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ باید به ترتیب با ۳۰۰ و ۱۰۰۰ عوض شوند. بالاخره ایفراه در سال ۱۹۸۹ م. ثابت کرد که با تغییر پایه آخر مککوینم به ۳۰۰۰، رمزگشایی پنج پایه‌ای ایلامی تکمیل می‌شود.

شکل رقم	وصف رقم	ارزش رقم	رقم
	مخروطک	1	a_0
	قرص	10	a_1
	مخروط سوده	60	a_2
	مخروط سوده	600	a_3
	کره	3600	a_4
	کره سوده	36000	a_5



حسابداری صلب شش پایه‌ای (سومر ۳۵۰۰ ق.م.)

شکل رقم	وصف رقم	ارزش رقم	رقم
	میله	1	a_0
	مهره	10	a_1
	گرده بزرگ	100	a_2
	مخروط سوده	300	a_3
	مخروط سوده	3000	a_4



حسابداری صلب پنج پایه‌ای (ایلام ۳۰۰۰ ق.م.)

تجسم کنید که برای ضبط یک عدد چهار رقمی امروزی چقدر شکلک چوبی، سنگی، یا استخوانی می‌بایست تراشیده می‌شد!

مرحله دوم: حسابداری انبانی دوبعدی (عددنگاری یا عددنویسی). با اختراع محفظه‌های تصویر دار، نیاکان ما پی بردند که دیگر لزومی به ساختن ارقام صلب نیست و کم کم تصاویر ارقام، جای ارقام صلب را گرفتند و به جای نوشتن روی محفظه‌های گلی، روی سطح‌های صاف (دوبعدی) از گل، ارقامشان را نقاشی می‌کردند. البته لوح‌های گلی هم گه‌گاه با لوح‌های چوبی، تومارهای چرمی، پاپيروس‌های گیاهی و غیره جایگزین می‌شدند و در نوشتن نیز به جای قلم، از پر مرغ آغشته به مرکب‌های گیاهی بهره می‌گرفتند. نگارنده نمی‌داند آیا مصریان نیز زمانی از ارقام صلب استفاده می‌کرده‌اند یا نه. جدول و مثال‌هایی را که در زیر می‌بینید ارقام دو بعدی مصریان را نمایش می‌دهند و مسلماً نباید تصاویر اجسام قابل استفاده‌ای برای شمردن باشند؛ شاید بتوان شیار (=میله)، حلقه (=نعل)، و طناب (=پیچک) را لای گل یا توی جعبه نگهداری کرد، اما گل تازه، انگشت انسان زنده، بچه قورباغه، و آدم «یاخدا یاخدا گو» را نمی‌شد روزها و ماه‌ها لای گل نگه داشت! از این پس، منظور ما از حسابداری، حسابداری دو بعدی (روی لوح یا کاغذ) خواهد بود و حسابداری صلب برای همیشه از صحنه خارج می‌شود. همچنان که در جدول زیر ملاحظه می‌کنیم، مصری‌ها بعد از پایه بدیهی ۱، پایه ۱۰ را انتخاب کردند و برای دسته بندی‌های بعدی، هر پایه را از ده برابر کردن پایه قبل به دست می‌آوردند. در حالتی که پایه‌های یک حسابداری (عددنگاری)، توان‌های متوالی یک عدد طبیعی $a > 1$ باشند آن حسابداری را یک حسابداری یا عددنویسی به پایه a می‌نامیم.

آغاز حسابداری و عددنگاری مصریان انبانی و در پایه ۱۰ بود؛ اما متأسفانه با افول «عصر طلایی علم در مصر» (پایان دودمان دوازدهم) پیشرفت تازه‌ای نکرد. حسابداری مصری تا عدد ۹۹۹,۹۹۹,۹۹۹ کار می‌کرد و نگارنده نمی‌داند بعد از این عدد، از چه ارقامی بهره می‌گرفتند. در حقیقت مصریان یک حسابداری هفت پایه‌ای انبانی به پایه ۱۰ داشتند؛ یعنی:

$$a_0=1, a_1=10, a_2=10^2, a_3=10^3, a_4=10^4, a_5=10^5, a_6=10^6$$

معلوم نیست مصری‌ها با «ده میلیون» چه حالی داشتند اما از نام‌گذاری «یک میلیون» به معنای «خدا» یا «بینهایت» کاملاً معلوم است که چند قرن قبل از دودمان اول فرعون‌ها (۳۱۰۰ ق.م)، عدد اخیر را دست نیافتنی می‌پنداشتند [۹:۸]. این همان حالی است که نیاکان آریائی ما چندین هزار سال پیش در جنگل و غار با عدد «سه» داشتند. لازم نیست به زمان خیلی دوری برویم؛ شاید اگر سری به آفریقای جنوبی بزنیم هنوز بتوانیم باقیمانده قوم تاتنت‌های ژرژ گاموف [۱۰] را پیدا کنیم که تا «سه» پیش

ساخت. به هر حال ایلامی‌ها نیز در آغاز، پایه منظم دهدهی را نداشتند و باید این معما را حل کرد که چرا بعد از ۱۰۰، یک درمیان پایه را سه برابر و ده برابر می‌کردند.

(د) حسابداری محفظه‌ای: از زمان‌های بسیار دور، (مثلاً) دامداران که دام‌های مختلف خود را برای چرا به امانت به چوپانان می‌سپردند، ارقام سه بعدی را لای گل می‌گذاشتند و مهر می‌کردند و پس از خشک شدن در جای امنی نگه می‌داشتند تا فصل بازگشت چوپانان فرابرسد. آنگاه گوی‌های گلی را می‌شکستند و طبق اعدادی که میانشان بود دام‌های خود را تحویل می‌گرفتند. گاه اتفاق می‌افتاد که قبل از پایان فصل چرا، به اطلاعاتی در مورد تعداد دام‌ها نیاز پیدا می‌شد و به ناچار گوی‌ها را در مقابل معتمدان می‌شکستند و دوباره با گل جدید، مهر و موم می‌کردند. ابتکاری که ۶ هزار سال پیش در ایران (بردسیر، شوش، چغامیش و تل ملوان)، میاندورود (اوروک و نینوا) و سوریه به ذهن دامداران رسید این بود که برای پرهیز از شکستن محفظه‌ها، علاوه بر مهر اسم، تصویر ارقام را نیز روی محفظه گلی نقاشی کنند. به همین دلیل امروزه محفظه‌های ناشکسته‌ای در کاوش‌های باستان‌شناسی پیدا شده است که ذیلاً دو نمونه از آنها را از کتاب ژرژ ایفراه منعکس می‌کنیم.



عکس برداری با اشعه X از درون یک محفظه ناشکسته



یک محفظه ناشکسته با نوشته‌های روی آن

حسابداری تئش پایه‌ای سومری

1		11		21		31		41		51	
2		12		22		32		42		52	
3		13		23		33		43		53	
4		14		24		34		44		54	
5		15		25		35		45		55	
6		16		26		36		46		56	
7		17		27		37		47		57	
8		18		28		38		48		58	
9		19		29		39		49		59	
10		20		30		40		50			

جدول بالا رخداد شگفت‌آوری را پیش چشمان ما آشکار می‌سازد. ماری‌ها، با توجه به هم‌زیستی چند هزار ساله با سومریان، اعداد ۱ تا ۵۹ را از جدول آنها برداشته‌اند. بنابراین عدد دورقمی دهدهی ۴۰ را به صورت یک تک رقم از سومریان گرفته‌اند و این درحالی بود که هنوز عددنویسی در پایه ۶۰ ابداع نشده بود. (شوربختانه، نگارنده دسترسی بیشتر به کتاب ژرژ ایفره یا اسناد کاوش شده از شهر ماری ندارد تا بداند ماری‌ها اعدادی مانند ۱۶۷۶، ۱۶۷۸۵، یا

4	39	10

$$16750 = 4(60^2) + 39(60) + 10$$

از این به بعد سعی می‌کنیم از عباراتی همچون «حسابداری»، «عددنمایی»، «چندپایه‌ای»، «صلب یا سه بعدی»، یا «دوبعدی» چشم‌پوشیم و خیلی ساده بگوئیم سامانه «عددنویسی با ارزش مکانی شصت-شصتی». لابد وقتی که بابلی‌ها عدد ۱۶۷۵۰ خود را با ماری‌ها مقایسه کردند یک «فتبارک الله احسن الخالقین» هم به خودشان گفتند ولی خیلی زود شیطان آشفته‌نویسی عیشتان را کور کرد (باردیگر، آسانی اول عشق و افتادن در مشکل‌های بعدی). ما به بابلی‌ها ارفاق کردیم و مثالی ندادیم که رقم ۰ داشته باشد ولی به هر حال خودشان در عمل به چنین اعدادی رسیدند. مثلاً اگر روش بابلی را با عدد دهدهی ۱۸۰۱۰ آزمایش کنیم به عدد شصت-شصتی زیر می‌رسیدیم:

5	0	10

$$18010 = 5(3600) + 0(60) + 10$$

تا آن موقع هیچ کس رقم صفر را اختراع نکرده بود؛ بابلی‌ها به جای رقم امروزی ۰، جاخلی می‌گذاشتند و آشفته‌نویسان بی‌رحم هم روز به روز از پهنای جاخلی می‌کاستند. (جدولی را که دور عدد ۱۸۰۱۰ می‌بینید لطف نگارنده! است و بابلی‌ها نداشتند، اما جالب است بدانید که چینی‌ها در برهه‌ای از زمان این ابتکار جدول گذاشتن دور اعداد را داشتند.) مشکل وقتی بیشتر می‌شد که تعداد صفرها بیش از یکی می‌بود که در آن صورت، هر دو طرف سردرگم می‌شدند: هم نویسنده و هم خواننده! می‌گویند مهندسان مصری سطوح تراز اهرامشان را با اصطلاحاتی معادل ۰ و ... نشانه‌گذاری می‌کردند؛ شوربختانه، این ابتکارات مورد توجه ریاضی‌دانان مصری قرار نگرفت که هم و غمشان بیشتر در جهت ابداع کسرهای کوچک برای داروسازان فرعون بزرگ بود! سردرگمی بابلی‌ها وقتی به اوج خود می‌رسید که ۰ در رقم یکان قرار می‌گرفت. معمولاً خواننده خودش می‌بایست از متن لوح یا رساله، ارزش مکانی ارقام عدد پیش رو را درک می‌کرد. از ۱۷۰۰ ق.م. الواحی یافت شده است که قرار بوده به جای صفر، فضای خالی بگذارند ولی فراموش کرده‌اند. مثلاً به دو عدد بابلی زیر (در پایه ۶۰) توجه نمائید:

جهت «عددنویسی با ارزش مکانی» برداشتند.

حال اگر به جای ۴۰ عددی بزرگتر از ۵۹ و کوچکتر از ۱۰۰ (مثلاً ۸۵) می‌بود، آن را نخست در ذهن خود به صورت زیر تصور می‌کردند:

$$85 = 1 \times 60 + 25;$$

سپس به جای ۱ و ۲۵ معادل آنها را از جدول ۵۹ رقم فشرده برمی‌داشتند و به جای ۶۰ هم یک میخ بزرگ می‌گذاشتند و البته علامت‌های امروزی ضرب و جمع را ندیده می‌گرفتند (یعنی نداشتند که ببینند). همان طور که گفتیم در این میان، آشفته‌نویسان بی‌رحم هم دو تا میخ ۱ و ۶۰ را به یک قد و اندازه ولی با رعایت یک جای خالی حک می‌کردند؛ اوج آشفته‌نویسی هم وقتی بود که این جای خالی فراموش می‌شد و خواننده را گیج می‌کرد:

25	شصت	1	صد	7	هزار	6	ده‌هزار	1

16785

مرحله پنجم: سعی و خطای بابلی‌ها در ابداع عددنویسی با ارزش مکانی

بابلی‌ها پس از ساقط کردن تمدن ماری‌ها در سال ۱۷۵۵ ق.م.، روش دوگانه «انسانی شصت شصتی-مکانی دهدهی» آنان را به روش یکپارچه «مکانی شصت شصتی» خود تبدیل کردند. آنان با الهام از جدول ۵۹ رقمی خوش‌نویسان سومری، دریافتند که پایه $a_0 = 1$ زائد است و بقیه پایه‌ها را نیز با گرفتن توان‌های پی‌درپی پایه $a_1 = 60$ تنظیم کردند. بدین ترتیب اولین سامانه عددنویسی شصت-شصتی دنیا (تا آنجا که ما می‌دانیم) توسط بابلی‌ها بنیان‌گذاری شد و برای اولین بار رشته بینهایت «۶۰»، «۳۶۰۰»، «۲۱۶۰۰۰»، ... از توان‌های ۶۰ به عنوان پایه وارد سامانه حسابداری بابلی‌ها شد. بعد از مدتی هم حکاکان بابلی با خود گفتند ما که می‌دانیم این پایه‌ها ارزش‌هایشان تابع مکان آنهاست، پس لزومی ندارد پایه‌ها را بنویسیم و لذا عدد (دهدهی) ۱۶۷۵۰ را به شکل ساده زیر می‌نویسیم:

50	صد	7	هزار	6	ده‌هزار	1

16750
ماری‌ها

برای «هیچ» نام یا نشانی تعریف بکند. جدول زیر اصلاحات این مرحله را به نمایش می‌گذارد:

معادل آشفته	بابلی آشفته	بابلی دقیق (قدیم)	دهدهی دقیق
340	𒍪	𒍪	18010
299	𒍪	𒍪	16740
1	𒍪	𒍪	60
140	𒍪	𒍪	7220
360	𒍪	𒍪	3610
4300	𒍪	𒍪	
216010	𒍪	𒍪	

اصلاح برخی از مثال‌های جاخالی دار

همان طور که از جدول دیده می‌شود، دو عدد زیر که رقم یکان شصت-شصتی آنها صفر است اصلاح نشدند:

$$(i) \quad 16740 = 4 \times 60^2 + 39 \times 60 + 0 \times 1,$$

$$(ii) \quad 60 = 1 \times 60 + 0 \times 1$$

پژوهشگران تاریخ ریاضیات بر این باورند که جداگرهای فوق را بابلی‌ها برای ابداع کردند اما نگارنده نظر دیگری دارد. اگر چنین بود چرا بابلی‌ها چهار صد سال دیگر همچنان رنج آشفته‌نویسی را تحمل کردند و در درج رقم یکان معادل بابلی دو عدد (i) و (ii) از این ابداع بهره‌ای نگرفتند؟ به نظر نگارنده، هر عدد که در میانش ۰ بود دو بخش داشت که یک میخ مورب ته بخش چپ، و یک میخ موازی آن سر بخش راست را نمایش می‌داد. به مرور این دومیخ به علت تندنویسی به هم چسبیدند و دو جداگر دیگر را به وجود آوردند. (درست مانند رقم هندی یا عربی ۲ که به مرور از تند نوشتن || به دست آمد.) تا سال ۴۰۰ ق.م. هیچ یک از این سه جداگر معنای ۰ را نداشتند.

مرحله هفتم: پیدایش رقم ۰. از سال ۵۳۹ ق.م. بابل به تصرف کوروش بزرگ درآمد و خط میخی همراه با دو زبان بابلی و ایلامی بستر اداری شاهنشاهی هخامنشی شد. داریوش بزرگ پا را فراتر گذاشت و زبان پارسی را نیز بدان‌ها افزود. همان طور که هزار سال بعد، ایرانیان زبان و خط عربی را قاعده‌مند و زیبا ساختند، پارسیان نیز به زیباسازی و رواج خط میخی همت گماشتند. یکی از موارد آشفته‌نویسی در خط میخی فراموشی فضای خالی بین دو کلمه پشت سرهم بود. در خط میخی حرف‌های یک کلمه به هم نمی‌چسبند و لذا اگر فضای خالی بین دو کلمه رعایت نشود، خوانش آن دشوار می‌شود. کارگزاران داریوش، یکی از دو میخ مورب حسابداران بابلی را بین هر دو کلمه قرار دادند:

$$𒍪 = (2)(60) + (20) = 140$$

$$𒍪 = (1)(60) + (10) = 70$$

دو عدد شبیه برانگیز بابلی

با توجه به جدول خوش‌نویسان سومری، هر دو عدد، دورقمی هستند. عدد سمت راست یک رقم ۱ و یک رقم ۱۰ دارد که پس از محاسبه مساوی عدد دهدهی ۷۰ می‌شود. عدد سمت چپ یک رقم ۲ و یک رقم ۲۰ دارد که پس از محاسبه مساوی عدد دهدهی ۱۴۰ می‌شود. اما شواهد دیگر این سند نشان می‌دهند که حکاک فاصله بین ارقام را فراموش کرده و اصل آن دو عدد به شرح زیر است:

$$𒍪 = 2(3600) + 0(60) + 20 = 7200 + 20 = 7220$$

$$𒍪 = 1(3600) + 0(60) + 10 = 3610$$

دو عدد جاخالی دار بابلی

همان طور که قبلاً هم گفتیم، مسئله دیگر این بود که گاهی به جای یک جاخالی می‌بایست چندتا جاخالی بگذارند و قانونی برای طول هر جا خالی تعیین نشده بود. بالاخره، مسئله سوم هم ناشی از ظاهر شدن ۰ در رقم یکان عدد بود که سمت راست فضای خالی در و پیکری نداشت. برای درک سردرگمی خوانندگان لوح‌های بابلی، چند عدد بدون رسم جدول‌های دوسطری مثال می‌زنیم:

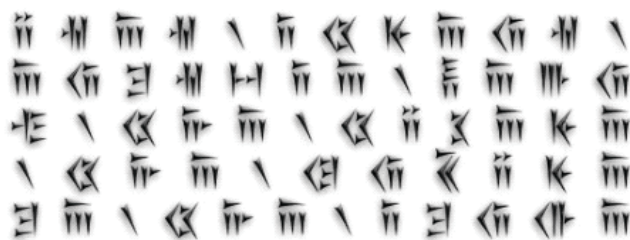
معادل آشفته	بابلی آشفته	بابلی دقیق (قدیم)	دهدهی دقیق
310	𒍪	𒍪	18010
299	𒍪	𒍪	16740
1	𒍪	𒍪	60
140	𒍪	𒍪	7220
70	𒍪	𒍪	3610
4200	𒍪	𒍪	
216010	𒍪	𒍪	

چند مثال جاخالی دار

مرحله ششم: پیدایش جداگرها. هزار سال گذشت تا بابلی‌ها به فکر افتادند که در فضای خالی بین دو رقم یک جداگر به شکل زیر بگذارند:

𒍪 یا 𒍪 یا 𒍪

به روایت ژرژ ایفراه، اگر دوتا ۰ یا بیشتر کنار هم بود، همان تعداد از این جداگرها را به کار می‌گرفتند. بابلی‌ها گرچه مشکل ۰ بین دو رقم را با جداگرها حل کردند اما به دلائلی، معمای «هیچ» تا چهارصد سال دیگر سر به مهر باقی ماند و هنوز کسی جرأت نداشت



اتفاق جالب دیگری که در دربار داریوش رخ نمود، ابتکار خزانه داران یونانی او برای نمایش باقیمانده یک حساب کاملاً تسویه شده بود! چون • نداشتند، بدهی یا بستانکاری طرف معامله را با یک سکه بی ارزش به نمایش می گذاشتند [۲۰]. اگر با جمع زدن بدهی های یک نفر رقم مثلاً ۱۵۰ درهم می شد و بستانکاری های وی را نیز جمع می زدند و مثلاً ۳۱۰ درهم می شد، خالص بستانکاری وی را با عدد یونانی ۱۶۰ (درهم) نمایش می دادند. اما اگر بدهی و بستانکاری فرد مساوی می شد، چیزی در علم حساب نداشتند که معنای «هیچ» را برساند و لذا خالص بدهی یا بستانکاری وی را با یک دایره کوچک • که نماد یک سکه کم بها (مثلاً پشیز) بود نمایش می دادند.

$$(i) \quad 16740 = 4 \times 60^2 + 39 \times 60 + 0 \times 1,$$
$$= \text{IV} \lll \text{XXXIX}$$

$$(ii) \quad 60 = 1 \times 60 + 0 \times 1$$

ریاضی‌دانان یونانی که هنوز فلسفه‌ای برای پذیرفتن صفر نداشتند
وقعی به این عدد جدید نگذاشتند؛ اما منجمان آنها از ابتکار
منجمان بابلی به خوبی استقبال کردند و در این اقیانوس فرهنگی
هخامنشی سلوکی، صفر بابلی $\backslash\backslash$ را با سکه ناچیز خود (۰) عوض
کردند و آن را به محاسبات نجومی راه دادند. (توجه کنید که سامانه
عددنویسی یونانیان و رومیان هیچ نیازی به ۰ نداشت ولی از زاویه
• درجه هم نمی‌شد چشم پوشید.) در آن طرف این اقیانوس اما
فیلسوفان ریاضی‌دان هندی به راحتی ۰ را در عددنویسی و چهار
عمل اصلی حساب خود شرکت دادند و حتی به دنبال آن، اعداد
مثبت و منفی را نیز که خزانهداران یونان، داریوش بزرگ، به صورت

هندی با مهارت برای رفع نیازهای روزمره و محاسبات پیشرفته علمی و نجومی مسلمانان به کار گرفته می‌شد. سال ۱۵۰۱ میلادی بنیان گذاری پادشاهی صفویه در ایران بود و داستان آشفته نویسی حکاکان روی شمشیرها، درست از همین جا شروع شد. این آشفته نویسی هیچ ریشه و علت مذهبی نداشت و معلوم نیست چرا برخی از وقایع نویسان و حکاکان عصر صفوی همانند بابلی‌های سه هزار سال قبل از خود در نوشتن «سهل انگاری کرده و باعث سوء تفاهم مورخین معاصر شده‌اند».

شما اگر هیچ بچه‌ای نژائیده باشید ولی مرتبا «او» را صدا بزنید مسلما شما را جن زده خواهند نامید. وقتی که پاپ سیلوستر دوم به کمک پیروان روشنفکرش در سال‌های ۹۹۶ تا ۱۰۰۳ میلادی بر رواج حساب هندی- خوارزمی در اروپا اصرار می‌ورزید، به رقم «۰» که نزدیک می‌شد او را جن زده و مرتد می‌نامیدند. پانصد سال طول کشید تا نه رقم ۱ تا ۹ که پاپ سیلوستر از اندلوس به واتیکان برده بود با رقم «۰» تکمیل گردید آن هم نه توسط ریاضی دانان، بلکه توسط سربازان صلیبی شکست خورده‌ای که تنها غنیمت‌شان از خاورمیانه، چهار عمل اصلی حساب هندی تالیف محمدابن موسی خوارزمی رایج در کوچه و بازار بیت المقدس بود. رقم «۰» هیچ وقت به عنوان نماد «هیچ» وارد یک تمدن نشده بود تا این که تمدن هندی از گره زدن مفهوم جای خالی منجمان بابلی با سکه ناچیز خزانه‌داران یونانی در قلمرو هخامنشیان، رقم «۰» (برای صفر 0) را به وجود آوردند تا هم در عددنویسی با ارزش مکانی کار کند و هم در چهار عمل اصلی حساب شرکت جوید. در نیمکره غربی (آمریکای مرکزی و تمدن‌های مجاور) صفر نماینده پایان دنیا بود که بحثی مستقل از نیمکره شرقی می‌طلبد.

این بخش مقدماتی را با بیان انگیزه خود برای پژوهش در آشفته نویسی‌های عددی و حروفی به پایان می‌رسانیم. نگارنده در جستجوی زندگینامه کلبعلی خان مصاحب زیاداوغلی قاجار بود که از سوی شاه سلیمان صفوی، به سفارت اسلامبول (۱۱۰۲ ه.ق.) و از سوی شاه سلطان حسین صفوی به حکومت یا پادشاهی گنجه و ایروان و تفلیس (۱۱۰۶ تا ۱۱۱۶ ه.ق.)، وزارت رشت (۱۱۱۶ تا ۱۱۲۳ ه.ق.)، وزارت فارس و جزایر خلیج فارس (۱۱۲۳ تا ۱۱۲۵ ه.ق.)، حکومت کرمان و بلوچستان (۱۱۲۵ تا ۱۱۲۹ ه.ق.)، و حکومت گرگان و مازندران و دارالمرز گیلان (۱۱۲۹ تا ۱۱۳۳ ه.ق.) مأمور شده بود. در سال ۱۳۳۳ ه.ق. قزلباشان تحت امر وی، همراه با قاجارهای استرآبادی تحت امر فتحعلی خان قاجار و افشارهای ابیوردی تحت امر نادر(شاه آینده) به فرمان شاه سلطان حسین مأمور کمک به صفیقلی خان ترکستان اوغلی (دیوانه!) سپهسالار شرق ایران برای خواباندن شورش ابدالی‌های هرات شدند. افشارها و استرآبادی‌ها که در یک نبرد بسیار موفقیت‌آمیز با ازبکان مورد

جدیدی پیدا شد که بعدها در غرب به الگوریتم (الخوارزمی) مشهور شد. در این نوع ریاضی شما می‌توانستید بدون استفاده از چرتکه رومی و فقط با نوشتن اعداد زیر هم و طبق قواعدی چهارعمل اصلی را انجام بدهید. طبیعتا ریاضیدانان یونانی مآب اسلامی (و نامعتقد به فلسفه هندی) فقط آن اصولی را از هندی‌ها گرفتند که به کار روزمره‌شان می‌آمد و اعداد منفی و عملیات شبه‌ناک با صفر را به عالم اسلام راه ندادند. مهم‌ترین کتابی که در دنیای اسلام بر مبنای ریاضیات هندی نوشته شد «حساب هندی» تالیف ابوعبدالله محمدبن موسی خوارزمی (الگوریتمی) (حوالی ۸۰۰ میلادی) بود که با ورودش به غرب شهرت جهانی یافت. دویست سال بعد پاپ سیلوستر دوم که در زمان کاردینالی خود، ریاضیات اسلامی را در آندلس اسپانیا آموخته بود با رسیدن به مقام پاپی سعی در رواج دادن الگوریتم (خوارزمیک) کرد. گرچه توانست نه رقم ۱ و ۲ و ... و ۹ را وارد ریاضیات اروپائی کند ولی در معرفی صفر با مخالفت شدید مسیحیان متعصب که نگران هجوم اسلام بودند، روبرو گردید؛ پانصد سال دیگر طول کشید تا اروپای مسیحی، صفر را درک کرد و ارجحیت الگوریتم را بر چرتکه رومی پذیرفت. سال ۱۵۰۰ میلادی به سال پیروزی الگوریتم بر چرتکه نام‌گذاری شد و این پیروزی نه به همت روشنفکرانی مانند پاپ سیلوستر، بلکه با کاربرد روزمره الگوریتم توسط صلیبیون بیرون رانده از بیت المقدس به دست آمد. (علاوه بر کتاب ژرژ ایفره به مرجع [۱۱] و به ویژه عنوان کنایه آمیزش «آن هیچ که هست» نیز توجه شود).



پیروزی خوارزمیک بر چرتکه

اروپائیان در حالی جشن پیروزی حساب هندی خوارزمی را بر حساب رومی می‌گرفتند که از هفتصد سال پیش از آن، حساب

مقابل چشمان حیرت زده نادرقلی افشار و فتحعلی خان قاجار کشته شد.

به هر حال روزی هم رسید که اوغورلوخان، حسنعلی خان (پسران)، گداغلی خان قاجار و پسرش مصطفی خان (برادر و برادرزاده) کلبعلی خان مصاحب فقید، دست در دست سپهسالار جدید ایران یعنی طهماسب قلی (نادرقلی سابق و نادرشاه آینده) داده، اشرف افغان و دولت‌های مهاجم روس و عثمانی را بیرون راندند ولی در دشت مغان با عده انگشت شمار دیگری، برخلاف رای اکثریت بزرگان ایران، به تغییر پادشاهی از صفویه به افشاریه رأی منفی دادند. نادر هم به سبک دموکراسی ایرانی، پس از پیروزی در انتخابات و یافتن القاب ظل الله فی الارض و مالک‌الرقاب بندگان ساکن ممالک محروسه ایران، تمام رأی دهندگان مخالف را اعدام کرد مگر پنج نفر که چهار نفرشان همین بازماندگان کلبعلی خان مصاحب بودند. به اوغورلوخان حکومت آباء و اجدادی گنجه، به حسنعلی خان حکومت بردع (نزدیک باکو)، به مصطفی خان حکومت کرمان و به گداغلی خان (به باور نگارنده) فرماندهی پنجاه محافظ قاجار گنجوی در تبعیدگاه سبزوار حرمسرای مرشد کامل قزل‌باشان یعنی شاه طهماسب مخلوع را اعطا کرد. نفر پنجم شاعری بود که پس از انتخاب نادر، نارضایتی خود را با ساختن ماده تاریخ زیر برای انتخاب نادر اعلام کرده بود:

=لاخیر فی ما وقع

=ل+ا+خ+ی+ر+ف+ی+م+ا+و+ق+ع

۱۱۴۸=۱+۳+۶+۱۰+۲۰+۸۰+۴۰+۱+۶+۱۰+۱۰۰+۷۰

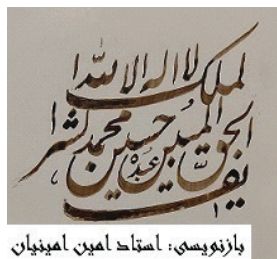
نادر که از پشت خیمه بحث‌ها را می‌شنید و از سوراخ چادر آراء موافق و مخالف را در ذهن می‌سپرد، شاعر را احضار کرد تا شعر را دوباره بخواند. شاعر باندک تغییر مصرع فوق به «لاخیر فی ما وقع» همان سال ۱۱۴۸ را تحویل نادرشاه داد و با دهانی پر از اشرفی از حضور وی مرخص شد!

در پیگیری سرنوشت هیجان انگیز کلبعلی خان مصاحب و خانواده‌اش به وجود شمشیر مرغوبی متعلق به کلبعلی خان مصاحب، ساخت استاد شهیر کلبعلی بن اسدالله اصفهانی در موزه ملی گرجستان آگاه شدم که شمشیرساز معاصر، گچا لاغیدسه، زاده گرجستان و ساکن هلند نسخه‌ای از آن را با اجازه موزه ساخته و در شرح آن نوشته بود که اصل شمشیر را نادر به ارِکل پادشاه محبوب گرجستان هدیه کرده است. نگارنده با آگاهی از خلعت شاه سلطان حسین در مراسم انتصاب کلبعلی خان به حکومت گنجه، به هیچ وجه نمی‌توانست باور کند جوانمرد ثروتمندی مانند نادرشاه، سرداران محبوبش اوغورلوخان و حسنعلی خان را از یادگار پر افتخار پدرشان محروم کند و آن را به پادشاه گرجستان هدیه دهد. شرح مفصلی به آقای لاغیدسه نوشتم و اشتباه موزه تفلیس را یادآور

اجحاف و تحقیر سپهسالار دیوانه قرار گرفته بودند با تبنای قبلی و در گرماگرم نبرد، پشت او را خالی کردند و باعث قتل او و شکست مفتضحانه لشکر صفوی شدند. فقط یک نسخه ناقص از کتاب خطی صحیفه‌الارشاد [۱۲] تألیف ملا محمد مؤمن کرمانی یافت شده که مأموریت کلبعلی خان و فتحعلی خان را در جنگ با ابدالی‌ها ثبت کرده و با این که هدف مؤلف کتاب فقط تاریخ کرمان در عصر شاه سلطان حسین بوده است، به علت ارادت خاصی که به کلبعلیخان و برادرش گداغلی بیگ در هنگام حکومت و نایبی حکومت آن دو در کرمان داشته، قول می‌دهد در فصل (مفقودالامر) کتاب، نتیجه نبرد قزلباشان شمال شرق ایران را با ابدالی‌ها بنویسد. (لقب خان مخصوص وزراء و حاکمان صفویه بوده است و مناصب پائین‌تر را بیگ می‌نوشتند؛ هنگام حکومت کلبعلی خان بر کرمان، برادرش گداغلی بیگ نایب او بود ولی نویسنده صحیفه‌الارشاد به استناد حکومت کرمان او به امر شاه طهماسب دوم، وی را گداغلی خان می‌نوشت. مثل مشابه در بین لقب شاهان هم حکمفرما بود؛ نویسنده یک کتاب حق داشت نادر شاه را قبل از رسیدن به پادشاهی، نادرقلی یا طهماسب قلی خطاب کند اما اگر او را صمیمانه دوست می‌داشت، به خود اجازه می‌داد وی را از بدو تولدش نادر شاه بنامد.)

میرزا مهدی خان استرآبادی [۱۳] منشی و مداح نادرشاه جنگ با ابدالی‌ها را بدون ذکر نامی از نادر یا کلبعلی خان از نظر گذرانده است. تنها مورخی که از شرکت نادر در جنگ با ابدالی‌ها یاد کرده میرزا محمد کاظم مروی وزیر [۱۴] است که متولد همان سال ۱۱۳۳ ه.ق. بوده و بر مبنای تحقیقات بعدی خود در کتاب عالم آرای نادری بدون ذکر نام کلبعلی خان زیاداوغلی، از فرمانده مقتولی یاد می‌کند که ثلث اول اسمش «صفی قلی»، ثلث دوم اسمش «خان» و ثلث سوم اسمش «زیاداوغلی» است. گرچه مورخین از این اسم عجیب‌الخلقه متحیر هستند ولی نگارنده مقاله حاضر شکی ندارد که مروی یا مصاحبه شوندگان سربه‌هوای او، اسم دو سردار مقتول این جنگ یعنی صفی قلی خان ترکستان اوغلی و کلبعلی خان زیاداوغلی را در هم ادغام کرده‌اند و گر نه ترکستان اوغلی آسیای میانه کجا و زیاداوغلی گنجه آذربایجان کجا! شاید بشود این ادغام را به علت همزمانی نبرد هرات با تولد مؤلف کتاب چشم پوشی کرد اما ادغام کاملاً مشابه مؤلف را در مورد نام دو نفر از شریکان در قتل نادر شاه را که همزمان با تألیف کتابش رخ داد نمی‌توان چشم پوشید. در نظر داشته باشید که کلبعلی خان لقب مصاحب شاه را داشت و بدون هیچ تشریفاتی یک راست به خدمت او می‌رسید و محرم اسرار شاه و مرید جدش شیخ صفی‌الدین اردبیلی بود؛ وی شوربختانه، شاه را، چه خوب و چه بد، بی‌چون وچرا مرشد کامل خود می‌دانست و هرگز فکر تخطی از فرمان او را در یاری رسانی به سپهسالار، چه دیوانه چه عاقل، به مخیله خود راه نمی‌داد. من نتیجه گرفته بودم که وی دوش به دوش سپهسالار جنگید و در

«و» در عدد ۱۰۹۰ سهل انگاری کرده و گزارشگر را کاملاً به اشتباه بیندازد. برای مثالی از «آشفته نویسی حروفی»، به مهر اسم زیر متعلق به جد نگارنده توجه کنید که با آن وقف نامه‌هایی در قرن سیزدهم هجری قمری مهرور شده است. این اطلاعات همراه با سواد معمول قرآنی، خواندن مهر را آسان می‌سازد که ما بازنویسی خوانای آن را در سمت چپ و تحریر ماشینی آن را در زیر مهر آورده‌ایم. توجه کنید که حکاک همه حروف به ویژه نقطه‌ها را با امانت کامل روی مهر حک کرده است.



بازنویسی: استاد امین امینیان



لا اله الا الله الملك الحق المبين عبده محمد حسين الشريف

خوانش چنین مهری با توجه به متن وقفنامه و شناخت از واقف، کار چندان مشکلی برای نگارنده نبود؛ اما اگر چنین مهری روی یک سند یا شمشیر باشد، باید به تاریخ و رسوم نیز توجه کرد.

هر شمشیر معمولاً چند کارتوشه دارد که اطلاعات گوناگونی در آنها حک شده است. معمولاً یکی از این کارتوشه‌ها امضای سازنده شمشیر یا تاریخ ساخت را دربر دارد. در کارتوشه‌های دیگر شعارهایی می‌نویسند که آنها هم ممکن است تاریخ مخصوص خود را داشته باشند به ویژه وقتی که شمشیر به مالک جدیدی رسیده و می‌خواهد تاریخ تغییرات را ثبت کند. بهترین راه برای آشنا شدن با آشفته‌گی حروفی آوردن مثال است که ذیلاً خواهیم آورد. گرچه مثال‌ها مستقیماً به شمشیر موزه تفلیس ربطی ندارند اما چون برای اثبات ادعایم در مورد آن شمشیر مجبور شدم اطلاعات دقیقی در مورد استاد کلب علی شمشیر ساز و پدرش اسدالله ارائه کنم، همه شمشیرهای با این اسامی را که در موزه‌های مختلف بود مطالعه کردم. ضمناً برخلاف انتظار خواننده، اولین مثال را نمی‌توان آشفته نویسی نامید بلکه کم دقتی گزارشگر شمشیر را می‌رساند و نشان می‌دهد برخی از سوء تفاهم‌های مورخین معاصر ناشی از بی‌دقتی در خوانش و عدم کاربرد منطق ریاضی در گزارش‌هایشان است. برای مرجع‌های مربوط به شمشیرها به «جدول شمشیرهای تاریخدار ساخت کلبعلی یا اسدالله در موزه‌های جهان» که ذیلاً خواهد آمد مراجعه شود. شرح مفصل‌تر شمشیرهای مزبور در مقاله مشترک نگارنده با لاغیدسه نیز آمده است.

مثال (أ): در شمشیر زیر عکس دو کارتوشه دیده می‌شود. (شاید کارتوشه دیگری هم بوده ولی نگارنده از دسترسی به آن محروم است). گزارشگر این شمشیر [۱۶]، کارتوشه بدون تاریخ سمت

شدم. پس از رد و بدل نامه‌هایی بین نگارنده و شمشیرساز و دو تن از اساتید تاریخ گرجستان، قرار شد تاریخچه مفصل و ساختار علمی شمشیر اصلی توسط نگارنده و آقای لاغیدسه نوشته شود که مقاله مشترک نگارنده و لاغیدسه [۱۵] به چاپ رسید و دستاوردهای جنبی آن به دنبال می‌آید.

• آشفته نویسی حروفی

نقائص گزارشات شمشیرشناسان معاصر ناشی از دو نوع آشفته‌نویسی حکاکان عصر صفوی بود که من آن دو را آشفته نویسی حروفی و آشفته نویسی عددی نامیدم. در بخش قبل نمونه‌هایی از آشفته نویسان عهد باستان را دیدیم و در اینجا به آشفته نویسی‌های حکاکان و وقایع نویسان عصر صفوی می‌پردازیم تا به استدلال ما در قانع کردن متخصصان موزه ملی گرجستان پی ببریم. این بخش را به برشمردن مثال‌هایی از آشفته نویسی حروفی که همیشه رایج بوده و ربطی به دوره خاص صفویه ندارد می‌پردازم. نوع مزبور جنبه هنری هم دارد و خواننده آن باید تسلط کافی بر ادبیات فارسی داشته باشد. شاید خواننده تعجب کند که چرا نوع اول را به صورت جمع «حروفی» و نوع دوم را به صورت مفرد «عددی» نام‌گذاری کرده‌ام! دلیل این تفاوت در این است که اعداد همواره به صورت کاملاً گسسته ظاهر می‌شوند ولی گسستگی کلمات (فارسی و عربی) از حدی فراتر نمی‌رود؛ مثلاً در کتیبه‌ها، عبارت «علی ابن ابی طالب» را حداکثر به صورت گسسته «علی»، «ا»، «بن»، «ا»، «بی»، «طا»، «لب» می‌نویسند و فراتر از آن را خوشایند نمی‌دانند. آشفته نویسی عددی قاعده سفت و سخت‌تری دارد؛ مثلاً اگر تاریخ یک سند سال (سنه) ۹۳۶ باشد، کاتب باید سه خط قائم در ذهن خود فرض کند و سه عدد ۹ و ۳ و ۶ را به ترتیب از چپ به راست روی آن سه خط بنویسد. البته کاتب به خود اجازه می‌دهد که ارقام را روی آن سه خط فرضی به دلخواه بالا و پائین ببرد.

9

6

3

سال 936

تا آنجا که به آشفته نویسی عددی مربوط می‌شود، علاوه بر بالا و پائین بردن ارقام، سهل‌انگاری در نوشتن رقم ۰ و اشتباه شدن آن با نقطه حروف نیز انواعی از آن هستند. مثلاً در عبارت «سنه ۱۰۹۰» که در فارسی هیچ فرقی بین نقطه «ن» و رقم «۰» وجود ندارد، ممکن است حکاک یا کاتب در نوشتن نقطه «ن» یا رقم

بعد درگذشت، لذا به خوانش صحیح زیر رسیدم:

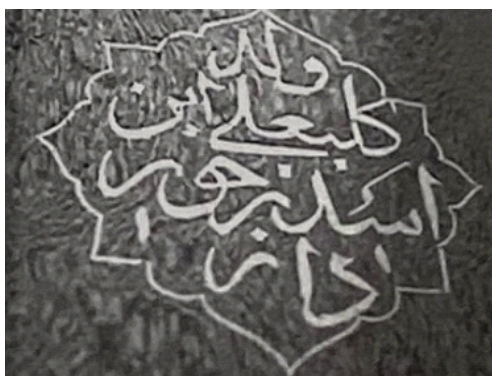
«عمل کلبعلی» «بنده شاه ولایت طهماسب ۹۸۱»

با این خوانش دو مطلب مهم دستگیرم شد: یکی آن که شعار «بنده شاه ولایت ...» از زمان شاه طهماسب اول رواج داشت و دیگر این که استاد کلبعلی شمشیرساز در زرادخانه شاه طهماسب اول مشغول کار بود. ما این شمشیرساز را کلبعلی اول نامیدیم و انتظار نداشتیم که ۱۲۰ سال بعد بتواند شمشیر موزه ملی گرجستان را بسازد. (فعالیت مفید یک آهنگر سختکوش نمی‌تواند بیشتر از شصت سال باشد). بنابراین لااقل دو استاد شمشیرساز به نام کلبعلی داریم. تکرار می‌کنم ادغام این بی‌دقتی گزارشگر غیر ایرانی و بدخطی حکاک عصر صفوی را نباید مواردی از آشفته نویسی حروفی و عددی مورد نظر ما در این بخش دانست.

مثال (ب): یک مثال جدی از آشفتگی حروفی در حکاکی روی شمشیر زیر دیده می‌شود که گزارش اشتباه آن، شمشیرشناسان معاصر را از شناخت کامل خانواده کلبعلی دوم محروم کرده است. خوانش غلط گزارشگر به شرح زیر است:



ساخت از بهر عزای شه دین باز کفار



ولد کلب علی ابن اسدزهابدار

این گزارش غلط را تفسیری به مراتب غلط‌تر همراهی کرده است «[این شمشیر را] فرزند کلبعلی پسر اسد زهکش برای عزاداری شاه

راست را «عمل کلبعلی» خوانده است که نام سازنده شمشیر را بدون ذکر نام پدرش به درستی بیان می‌کند.



بر روی بیشتر شمشیرهای زمان شاه عباس بزرگ، کارتوشه‌های حاوی عبارت «بنده شاه ولایت عباس» حک شده بود. دارنده شمشیر با این شعار، علاوه بر این که ارادت شاه عباس را به شاه ولایت یعنی امام اول شیعیان (علیاً ولی الله) نشان می‌داد، وفاداری خود را به بنده او یعنی شاه عباس بزرگ نیز به نمایش می‌گذاشت. این قضاوت شتابزده که شعار مزبور از ابداعات شاه عباس اول است، موجب خوانش غلط کارتوشه سمت چپ شده است. از سوی دیگر شمشیرشناسان معاصر بدون ارائه هیچ مدرکی فرض می‌کنند که در عصر صفوی نیز، همانند دوره پهلوی، سال‌های چهار رقمی به نحوی تلخیص می‌شده‌اند. مثلاً در مورد این شمشیر فرض کردند که سال ۱۸۱ تلخیصی از سال ۱۱۸۱ هجری قمری (مقارن بیستمین سال فرمانروایی کریم‌خان زند) است و لذا در وقایع زمان زندیه، به دنبال یک داعی سلطنت به نام عباس صفوی می‌گردند.

اما نویسنده مقاله حاضر از نوشتجات استاد باستانی پاریزی دریافته بود که کاتبان عهد صفوی در نوشتن صفرها سهل انگار بوده‌اند [۱۷] و لذا از بین سه سال ممکن ۱۰۸۱، ۱۸۰۱، و ۱۸۱۰ سال معقول ۱۰۸۱ ه.ق. (مربوط به دوران شاه سلیمان صفوی) را برگزیدم. متأسفانه رمزگشایی من هم با عقل سلیم سازگاری نداشت؛ چگونه شمشیرساز جرأت کرده است از روی سر شاه سلیمان زنده بپرد و نام جد سوم شاه را روی شمشیر حک کند. لاجرم در خوانش گزارشگر از نام شاه و تاریخ حک آن شک کردم. با بزرگنمایی تصویر شمشیر، خیلی زود متوجه شدم که گزارشگر غیر ایرانی آن کارتوشه‌ها، واژه «طهماسب» را در کمال بی‌دقتی، «عباس» خوانده است. پس این شمشیر در عهد فرمانروایی شاه طهماسب اول (۹۳۰ تا ۹۸۴) ساخته شده است و لذا تاریخ آن باید عددی سه رقمی حداکثر ۹۸۴ ه.ق. باشد. با بزرگنمایی بیشتر تصویر، این مشکل هم حل شد؛ رقم صدگان به اشتباه «۱» خوانده شده است و باید «۹» فارسی باشد. خوشبختانه طلاکاری رقم «۹» به مرور زمان پاک شده بود ولی باقیمانده زرکوبی درون حلقه «۹» به صورت یک نقطه زرد می‌درخشید. پس سال ساخت شمشیر «۹۸۱» ه.ق. بود و می‌دانیم شاه طهماسب اول سه سال

دین [امام سوم] در مقابل کفار ساخت.»

در این خوانش و تفسیر غلط، نام حقیقی سازنده شمشیر برده نمی‌شود و گزارشگر غربی از خود نپرسیده است چه لزومی داشته که سازنده، نام خود را پوشیده نگه دارد اما شغل نامربوط پدر بزرگش را روی این اثر ارزشمند تبلیغ کند. اما خوانش صحیح ما نه تنها اسم سازنده بلکه حرفه خانوادگی او را تا سه نسل آشکار می‌کند:

«ساخت از بهر غزای شه دین با کفار

ولد کلبعلی ابن اسد، برخوردار»

یعنی:

«[این شمشیر را] برخوردار، پسر کلبعلی [دوم] فرزند اسد[الله اول]

برای نبرد شاه دین [امام دوازدهم] با کفار ساخت.»

این خوانش ما یک نکته ظریف عقیدتی را هم روشن می‌سازد: شمشیر ساز برجسته‌ای به نام اسدالله، تحت تأثیر غلوگرایی و محبوبیت ولینعت خود شاه عباس بزرگ، نام پسر خود را کلب علی (سگ آستان امام اول) می‌گذارد؛ کلبعلی مزبور که شاهد فساد و خونریزی شاهان بعدی صفوی است نام زردشتی برخوردار را روی پسر خود می‌نهد؛ به هر حال این پسر با هر نامی که دارد، منتظر ظهور امام دوازدهم خویش است تا در رکابش با کفار بجنگد. بعداً خواهیم دید که پدر سازنده شمشیر، همان کلبعلی ابن اسدالله اصفهانی سازنده شمشیر موزه ملی گرجستان است که ما او را کلبعلی (شمشیرساز) دوم نامیدیم.

شوربختانه همچنان که استاد مشتاق خراسانی ([۱۸] صص ۱۶۶ و ۱۶۷) اظهار داشته است، ادبیات فارسی شمشیرشناسان غربی بسیار ضعیف است: یک گزارشگر غربی که شاهد حراج شمشیری ساخت عمومی برخوردار به نام اسماعیل ولد اسدالله بوده است، واژه «ولد» را ناشیانه مترادف «ولدالزنا» گرفته و فکر کرده شمشیرساز ایرانی افتخار نامشروع بودن خود را بر تیغه شمشیرش جاودانه کرده است! (شاید به نام‌گذاری زیاده‌بانیه در دوران جاهلیت عرب توجه داشته است!)

مثال (پ): توجه‌تان را به ترجمه حرف به حرف شعر ساده زیر که در سال ۱۱۸۹ ه.ق. بر قبضه شمشیر کریم‌خان زند حک شده است جلب می‌کنم ([۱۸] ص ۱۶۹):

این تیغ که شیر فلکش نخجیر است

In tigh-e ke shir-e falakash nakhjir ast

شمشیر وکیل آن شه کشور گیر است

Shamshir wakil an shah-e keshvar gir ast

پیوسته کلید فتح دارد در دست

Peyvasteh kelid fath darad dar dast

آن دست که بر قبضه این شمشیر است

An dast ke bar qabzeye in shamshir ast

در این ترجمه یادآوری اشتباهات چاپی «tigh-e» به جای «tigh»، «falakhash» به جای «falakash»، «shamshir» به جای «vakil» به جای «shamshir-e vakil»، «kelid fath» به جای «kelid-e fat'h» ممکن است هنگام تجدید چاپ کتاب سودبخش باشد.

مثال (ت): شمشیر زیر چهار کارتوشه دارد که گزارش آن در [۱۸] به شرح زیر آمده است:

«بنده شاه ولایت عباس ۱۳۵»

«عمل اسدالله اصفهانی»

«تکیه زد بر هفت کشور، چتر زد بر قرص ماه»

«تالی اثنین یعنی سکندر یعنی نادرنا در شاه ۱۱۳۲»

در دو کارتوشه سطر بالا اختلاف نظری نیست ولی تفسیر سال ۱۳۵ ه.ق. آن به بخش آشفته نویسی عددی مربوط می‌شود. در کارتوشه سوم هیچ نکته ادبی در «چتر زدن بر قرص ماه» ندیدم، و در کارتوشه چهارم هم معنای «تالی اثنین» و دلیل تکرار واژه «نادر» را درک نکردم. وانگهی، تفسیر زیر را هم که گزارشگر [۱۸] داده بود دور از طبع حماسی صاحب شمشیر دیدم:

«بر هفت کشور تکیه زد، بر قرص ماه چتر زد»

«شبهه اسکندر استثنائی، پادشاه استثنائی ۱۱۳۲ ه.ق.»

به عنوان یک دانش آموز علاقمند به ادبیات فارسی، زبان عربی، تاریخ، و جغرافیا، از کودکی می‌دانستم که پلنگ کوهستان در شب چهاردهم چنان شیفته ماه کامل می‌شود که برای گرفتن آن خیز برمی‌دارد و چه بسا در این جهش ناموفق جان خود را از دست می‌دهد. همچنین می‌دانستم که پس از اسکندر، نادر شاه دومین کسی بود که هند را گشود و به همین خاطر «اسکندر ثانی» و یا خیلی ادیبانه‌تر، «ثانی اثنین سکندر» لقب گرفت. لذا خوانش زیر را جایگزینش کردم:

تکیه زد بر هفت کشور، خیز زد بر قرص ماه»

«ثانی اثنین سکندر یعنی نادر پادشاه ۱۱۳۲»

گرچه ما ارتباطی بین سال‌های ۱۳۵ و ۱۱۳۲ ه.ق. نمی‌بینیم، اما حس می‌کنیم خطائی توسط حکاک رخ داده که در بخش آشفته نویسی عددی بررسی خواهد شد.

• آشفته نویسی عددی

در بخش مقدمه دیدیم که می‌توان عمده مشکلات آشفته نویسی حروفی را با دقت در عکس‌های شمشیر و مراجعه به اشعار و روایات ادبی مربوطه مرتفع ساخت اما رفع مشکلات ناشی از آشفته نویسی عددی، علاوه بر قرائن تاریخی به حدس و گمان‌های منطقی ریاضی هم نیاز دارد. نگارنده با مطالعه آثار استاد باستانی

پاریزی پی برده بود که کاتبان عصر صفوی در گذاشتن صفر «ه» سهل انگاری می کنند و مدت ها ریشه این سهل انگاری را در صفره راسی کاتبان و حکاکان آن عصر می دانست. ولی در خلال تهیه مقاله مشترک با لاغیدسه، کم کم به این باور رسید که ریشه آن را باید در مسائل دیگری جستجو کرد. تا قبل از رواج الگوریتم (خوارزمیک)، گریز از صفر (ه) ریشه در فلسفه و مذهب داشت، اما در عصر صفویه که ریاضی دانانی همچون شیخ بهائی نام و رقم ه را به شیرینی بر زبان و قلم روان می کردند، علت صفرگریزی حکاکان را باید ترکیبی از بیسوادی و انحصارطلبی شغلی دانست. به ویژه حکاکان و کاتبانی را سراغ داریم که نه تنها از صفر نمی ترسیدند بلکه در کاربرد آن اغراق هم می کردند. مثلاً کاتبان نسخه های خطی تذکره صفویه [۱۹] و صحیفه الارشاد که

ظاهراً در نوشتن سال های چهاررقمی صفرگریز بودند، در یکی دو مورد سهل انگاری کرده و صفر را نوشته اند! ادعایمان را به کمک آمار اثبات می کنیم. استاد پاریزی مصحح و حاشیه نویس دو کتاب مزبور (تذکره صفویه به عهد شاه سلیمان صفوی و صحیفه الارشاد به عهد شاه سلطان حسین صفوی) در پایان هر فصل، قسمت سفید صفحات را با کلیشه ای از نسخه خطی همان کتاب تزئین کرده است که ما از اعداد نوشته شده در این کلیشه ها به عنوان نمونه ای تصادفی استفاده می کنیم. در کلیشه های پراکنده تذکره صفویه، یازده عدد چهاررقمی یافتیم که ۹ تای آن به علت حذف ه ها، به عدهائی سه رقمی یا کمتر تبدیل شده بودند و فقط دوتایشان سهواً درست نوشته شده بود! ما آنها را در سطر اول و صحیح آنها را در سطر دوم جدول زیر می نویسیم:

172	18	1081	181	19	1090	195	196	11	111	112
1072	1080	1081	1081	1090	1090	1095	1096	1100	1101	1102

آمار صفرگریزی تذکره صفویه

این مطلب که صفرگریزی در زمان صفویه ریشه فلسفی نداشته و بیشتر انگیزه های انحصارطلبی داشته است از مثال های دیگری در همین کتاب نتیجه می شود. کاتب در جاهائی که اصلاً ه لازم نبوده، آن را وارد کرده است. البته این موارد در چند صفحه اول کتاب مشاهده شده و ممکن است مصنف و کاتب یکی نبوده باشند؛ به سطر اول جدول زیر از آمار کلیشه های همان کتاب توجه نمائید:

13 ⁵	130 ⁸	130 ⁹	16 ₀ 4	16 ₀ 9	17 ₀
1035	1038	1039	1064	1069	1070

نمونه ای تصادفی از عددنویسی غیرعادی تذکره صفویه

یکان و دهگان گذاشته است. توجه داشته باشید که ما دسترسی به تمام نسخه خطی نداریم ولی از روی تذکرات پی درپی استاد باستانی پاریزی در پاورقی ها متوجه می شویم که آمار صفرگریزی به مراتب بیشتر از نمونه های در اختیار ما هست. در تایید نظراتمان آمار مشابه کتاب صحیفه الارشاد را هم بدون شرح آورده و یادآور می شویم که در این کتاب نیز با توجه به پاورقی های استاد پاریزی، آمار واقعی صفرگریزی بالاتر از نمونه در دسترس ما است:

آمار سطر اول بیشتر به باغ وحشی از جانورهای عددی شباهت دارد. در نوشتن ۱۰۳۵، رقم صفر را به قاعده سهل انگاری حذف کرده و ۳۵ را هم به صورت ۳۵ نوشته است. در نوشتن ۱۰۳۸، رقم ه را حذف کرده اما در نوشتن ۳۸ آن را به صورت جبری ۳۰+۸ پنداشته و برای پرهیز از نماد +، رقم ۸ را بالای ۳۰ نوشته است؛ در نوشتن ۱۰۳۹ هم روش مشابهی به کار برده است. ولی در مورد سه عدد ۱۰۶۴، ۱۰۶۹ و ۱۰۷۰، تغییر مشی داده و ه زائد را پائین دو رقم

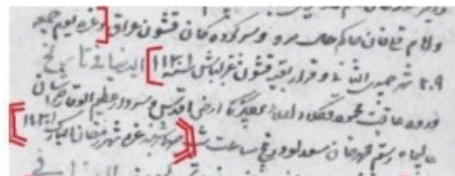
115	20 ⁷ رجب	115	1120 ²	1130
1105	27 رجب	1105	1122	1130

نمونه مشابه در کتاب صحیفه الارشاد

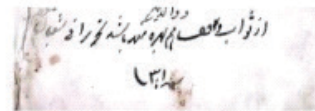
یا می بینیم، آن را ۳ صد و ه و ده و ۱ یک درک می کنیم و طبق ارزش های مکانی آن را می نویسیم. اما کارکنان باغ وحش عددی آن را ۳۰۰ و ۱ می شنوند و همانطور هم می خواهند بنویسند که عدد نامأنوس ۳۰۰۱ حاصل می شود.

این آشفته بازار کاربرد صفر که ما به حق آن را عرصه نمایش یک باغ وحش عددی نامیدیم تا مدت ها پس از صفویه در برخی از دهات ایران رواج داشته است. اینان معمولاً به جای چشم از گوششان استفاده می کردند. مثلاً وقتی که ما ۳۰۱ را می شنویم

بعضی‌ها اهمیتی نداده‌اند و آن را همین طور قبول کرده‌اند اما برخی دیگر در فکر چاره جوئی برآمده و ۳۰۰ را به شکل متفاوت: ۳ و عدد ۳۰۱ را به شکل ۳:۱ نمایش دادند. به شکل‌های زیر توجه نمائید:



و غره یوم جمعه 209 شهر جمادی غزلباش سنه 11301
«چهارشنبه غره شهر رمضان المبارک 11301»



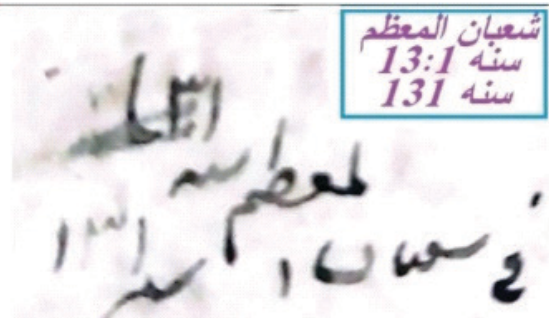
تحریر فی شعبان المعظم
سنه 13:1



الشهید محمد ولد
مرحوم علی



مهر اسم محمد پسر علی به تاریخ 1303



می‌کنیم تا سه عدد ۱۰۳۱ (زمان شاه عباس)، ۱۳۰۱ و ۱۳۱۰ (زمان ناصرالدین شاه) به دست آید. بنا به شهادت نوادگان واقف، پاسخ اول قابل قبول نیست و اگر عدد ۱۳:۱ بالای آن نوشته نشده بود ما نمی‌توانستیم عدد ۱۳۰۱ را به عنوان جواب قطعی بپذیریم. بالاخره سند (ت)، مهر اسم محمد پسر علی پسر محسن پسر گدا علی خان (برادر کلبعلی خان صاحب اولیه شمشیر منسوب به ارکل دوم) است که در میان اسناد خانواده پدرم یافت شده است. از همین سال‌ها خوشنویسی به نام افسر اصفهانی را سراغ داریم که در نمونه‌های خطی‌اش تاریخ‌های ۱۳۰۰ و ۱۳۱۰ ه.ق. را به همان زیبایی خوشنویسان عصر ما نوشته است. گرچه رقم‌های ۰ را به دقت نوشته اما در گذاشتن نقطه‌های حروف به ویژه در مشق سمت راست، آتش به اختیار عمل کرده است؛ در هر دو مشق، نقطه سنه را انداخته است، کاری که حکاکان عصر صفوی هم به فراوانی انجام داده‌اند و شدیداً موجب سردرگمی شمشیرشناسان عصر حاضر شده‌اند.

سند (أ) از صفحه ۱۲۱ جنگ [۲۰] برداشته شده و دستنویس کاتبی را نمایش می‌دهد که ۲۹ را ۲۰۹ و ۱۱۳۱ را ۱۱۳۰۱ نوشته و نگران اشتباهات ناشی از آن‌ها نیست. دو مدرک (ب) و (پ) در ستون سمت راست از جلد قرآن‌هایی عکس برداری شده‌اند که اخیراً در زیرزمین حسینییه‌ای در قریه فسق از توابع تفرش پیدا شده و واقف آنان پشت هر جلد را تاریخ شعبان سال ۱۳:۱ زده است. خانم شهرزاد رفعت پناه از نوادگان واقف که عکس‌ها را در اختیار من گذاشته است، تأیید می‌کند که جد مزبور، حسینی و قرآن‌ها را در حدود یک قرن و نیم پیش وقف کرده است. توجه کنید که در سند (پ)، مرکب تاریخ ۱۳:۱ پخش شده و برای تصحیح آن تاریخ را مجدداً ولی بدون «۰» به صورت ۱۳۱ نوشته است. اگر این عدد ۱۳۱ را از نظر شمشیرشناسان معاصر بگذرانیم، بیدرنگ آن را به عدد ۱۱۳۱ رمزگشائی کرده و وقفنامه به زمان شاه سلطان حسین صفوی برمی‌گردد که بنا به شهادت نوادگان واقف، درست نیست. اگر رمزگشائی ما را بخواهید ما یک رقم ۰ به ۱۳۱ اضافه

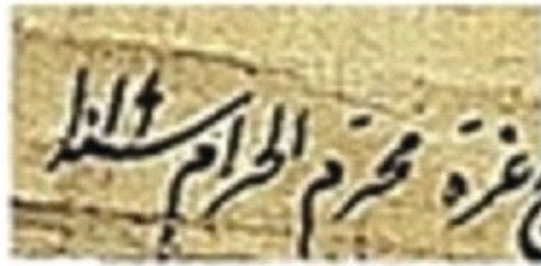


نمونه خط افسر اصفهانی متوفی حدود ۱۳۱۵ قمری

سطر پایانی مشق سمت راست را من این جور می‌بینم:

العبد الاثیم المذنب عبدالرحیم افسر عمر دوبه و سر عبوبه بررا سه 1300

قبل از آن که روی حکاکی بر شمشیرها تمرکز کنیم یکی از نامه‌های اداری زمان شاه سلطان حسین را مثال می‌آوریم که گزارشگر را به سرگیجگی کشانده است. نامه به وضوح مهر شاه مزبور را دارد و به تاریخ زیر پایان یافته است:



خوانش اشتباه: غره محرم الحرام سنه ۱۰۱۹

خواهیم گرفت که البته پاسخی را که به عصر شاه سلطان حسین می‌خورد، می‌پذیریم.

ما چهار دلیل محکم داریم که رمزگشایی گزارشگران معاصر را بی‌اعتبار و رمزگشایی مبتنی بر صفرگزیری ما را معتبر می‌کند. توجه کنید که باور گزارشگران معاصر بر این است که هر سال سه رقمی XYZ یا کمتر مربوط به سال‌های بین ۱۰۰۰ ه.ق. تا (مثلاً) ۱۳۴۳ (پایان قاجاریه)، تلخیصی از یک سال هجری قمری است و رمزگشایی آن باید به صورت سطر دوم جدول زیر باشد. اما در رمزگشایی پیشنهادی ما فقط تعدادی صفر اضافه می‌شود تا اعدادی چهار رقمی به دست آیند و از بین آنها مناسب‌ترین(ها) را انتخاب می‌کنیم.

گزارشگر سند [۲۱] به درستی می‌داند که نامه به امضای شاه سلطان حسین (فرمانروائی از ۱۱۰۶ تا ۱۱۳۵ ه.ق.) است. وی چون از زمره شمشیرشناسان نیست، تاریخ سند را باید یکی از دو سنه ۱۱۹ (عصر امویان) یا ۱۰۱۹ (عصر شاه عباس) بخواند که هیچ کدام به عصر شاه سلطان حسین مربوط نمی‌شود. به هر دلیل گزارشگر این سند نزدیکترین را پذیرفته و در مورد تناقض حاصل نیز سکوت کرده است. اگر این سند را نشان شمشیرشناسان معاصر بدهیم، آن‌ها صفر را نقطه سنه فرض کرده و ۱۱۹ را تلخیص ۱۱۱۹ می‌گیرند که تصادفاً همزمانی سند با سلطنت شاه سلطان حسین صفوی را تایید می‌کند. اما اگر ما بخواهیم رمزگشایی کنیم از تجربه استادان تاریخ استفاده کرده و ۱۱۹ را یکی از سال‌های ۱۰۱۹ (عصر شاه عباس)، ۱۱۰۹ (عصر شاه سلطان حسین) یا ۱۱۹۰ (عصر کریم خان زند)

تاریخ آشفته	Xyz	Xy	x
رمزگشایی رایج	1xyz	10xy	100x
رمزگشایی ما	x0yz, xy0z, xyz0	x00y, x0y0, xy00	x000

اینک دلایل ما برای رد قاعده جاری رمزگشائی و تأیید روش جدید:

دلیل ۱: همزمانی یا ناهمزمانی شاهان ستون F با سال‌های درج شده در ستون‌های C و D (رمزگشائی‌ها):

جدول شمشیرهای تاریخ‌دار ساخت کلبعلی یا اسدالله در موزه‌های جهان						
#	کارتوشه شاهی	مرجع گزارشگر	رمزگشائی‌ها		تاریخ ساخت	شمشیرساز
			نگارنده	گزارشگران		
A	B	C	D	E	F	
1	طهماسب 1	[15]; p. 4	1181	981	181	کلبعلی 1
2	عباس 1	[24], p. 157	992	992	992	اسدالله 1
3	-	[24]; p. 165	1001	1000	1	کلبعلی 1
4	-	[24]; p. 166	1011	1001	11	کلبعلی 1
5	-	[26], p. 14	1001	1001	1001	اسدالله 1
6	-	[24], p. 159	1017	1007	17	اسدالله 1
7	عباس 1	[24]; p. 165	1011	1010	11	کلبعلی 1
8	عباس 1	[32], p. 18	1019	1009	19	اسدالله 1
9	عباس 1	[24], p. 147	1113	1013	113	اسدالله 1
10	-	[27], p. 7	1019	1019	1019	کلبعلی 1
11	عباس 1	[11], p. 38	1119	1019	119	اسدالله 1
12	-	[26], p. 11	1123	1023	123	اسدالله 1
13	عباس 1	[26], p. 12	1124	1024	124	اسدالله 1
14	عباس 1	[24], p. 160	1135	1035	135	اسدالله 1
15	-	[24], p. 166	1191	1091	191	کلبعلی 2
16	-	[24], p. 148	1092	1092	1092	اسدالله 2
17	-	[24], p. 159	1116	1106	116	اسدالله 2

هشدار: اعدادی را که در ستون E مشاهده می‌کنید عیناً از جدول مشابه‌ای در مقاله مشترک نگارنده با لاغیدسه برداشته شده‌اند و لذا باید به مرجع‌های داده شده در مقاله مزبور مراجعه گردد.

می‌کند که اخبار دست اول را داشته باشند. یکی از اینان پسر اسدالله اصفهانی شمشیرساز به نام کلبعلی است که شمشیر کلبعلی خان مصاحب قاجار را ساخته و ما او را کلبعلی دوم می‌نامیم. از مشخصات زمان و مکان مصاحبه پی می‌بریم که اسدالله اصفهانی هنگام مصاحبه پسرش در قید حیات نیست و لذا پایان عمرش پیش از پایان عمر شاه صفی در سال ۱۰۵۲ ه.ق. می‌باشد. کلبعلی دوم از صمیمیت بین شاه عباس و پدرش چنان تعریف می‌کند که نتیجه می‌گیریم اسدالله اصفهانی بعد از سال ۱۰۰۷ قمری به زرادخانه شاه عباس در اصفهان پیوسته و شمشیرهایش تقریباً به سه گروه تقسیم می‌شوند: یک گروه آنهایی که تا سال ۱۰۰۷ ساخته شده‌اند و معمولاً کارتوشه شاه عباسی را ندارند مگر آن که خریدار شمشیر خودش بعداً به آن افزوده باشد؛ دسته دوم در زرادخانه شاه عباس

توجه کنید که شاه طهماسب اول از ۹۳۰ تا ۹۸۴ و شاه عباس اول از ۹۹۶ تا ۱۰۳۸ هجری قمری سلطنت کردند و در فاصله بین آن دو سلطنت، ایران پر از فتنه و آشوب بود. شمشیر ردیف ۲ را اسدالله در سال ۹۹۲ ه.ق. یعنی چهار سال قبل از شروع سلطنت شاه عباس اول ساخته است. بنابراین، کسی که شمشیر را خریده پس از تاجگذاری شاه عباس، کارتوشه «بنده شاه ولایت عباس» را اضافه کرده است. بر تیغه شمشیرهای ردیف ۳ تا ۶ اثری از نام شاه عباس نیست که احتمالاً گویای آن است اسدالله و کلبعلی تا قبل از انتقال پایتخت به اصفهان (۱۰۰۷ ه.ق.) در خدمت شاه عباس نبوده‌اند. در زمان شاه صفی (جانشین شاه عباس) نویسنده خوش ذوقی به نام نصرآبادی اصفهانی [۲۲] برای تدوین شرح حال بزرگان عصر صفوی، به هزینه دربار اطراف ایران را می‌گردد و با کسانی مصاحبه

حالت اول: سال رمزی یک عدد سه رقمی xyz باشد. در این صورت رمزگشائی شمشیرشناسان به عدد چهار رقمی $1xyz$ و رمزگشائی ما به سه عدد چهار رقمی $x0yz$ یا $xy0z$ یا $xyz0$ منجر می‌شود. اگر قرار باشد دو رمزگشائی به نتیجه واحدی برسند، آنگاه یکی از سه معادله زیر حاصل می‌شود که در هر سه مورد به تناقض $۱=۰$ می‌رسد:

$$1xyz = x0yz \Rightarrow x = 1 = 0$$

$$1xyz = xy0z \Rightarrow 1 = x = y = 0$$

$$1xyz = xyz0 \Rightarrow 1 = x = y = z = 0$$

حالت دوم: سال رمزی یک عدد دو رقمی xy باشد. در این حالت رمزگشائی شمشیرشناسان به عدد چهار رقمی $10xy$ و رمزگشائی ما به اعداد چهاررقمی $x0y0$ یا $xy00$ یا $x00y$ منجر می‌شود. در اینجا هم اگر قرار باشد دو رمزگشائی به نتیجه واحدی برسند، آنگاه یکی از سه معادله زیر را داریم که در هر سه مورد به تناقض $۱=۰$ می‌رسیم:

$$10xy = x0y0 \Rightarrow 1 = x = y = 0$$

$$10xy = xy00 \Rightarrow 1 = x = y = 0$$

$$10xy = x00y \Rightarrow 1 = x = 0$$

حالت سوم: سال رمزی به صورت یک عدد یک رقمی x باشد. در این حالت رمزگشائی شمشیرشناسان به عدد چهار رقمی $100x$ و رمزگشائی ما به یک عدد چهاررقمی $x000$ منجر می‌شود. در اینجا هم اگر قرار باشد دو رمزگشائی به نتیجه واحدی برسند، آنگاه یک معادله $100x = x000$ نتیجه می‌شود که باز منجر به تناقض $۱=۰$ می‌گردد.

در ادامه، نخست شمشیرهای تاریخداری جدول بالا را بررسی می‌کنیم.

مثال (ث) (تکمیل مثال (أ)): در مثال (أ) نشان دادیم که گزارشگر شمشیر ردیف ۱، حلقه سر رقم «نه» فارسی را ندیده و سال ۹۸۱ را ۱۸۱ خوانده است که طبق رمزگشائی شمشیرشناسان معاصر برابر با سال ۱۱۸۱ یعنی حدود سال بیستم از حکومت کریمخان زند و ۲۱ سال پس از قتل شاه طهماسب دوم صفوی می‌باشد. به دلیل تناقض‌های حاصل، همان سال ۹۸۱ و زمان شاه طهماسب اول را می‌پذیریم. اگر این شمشیرساز را کلبعلی اول بنامیم شروع تقریبی فعالیت او را باید سال ۹۸۱ ه.ق. دانست. ضمناً چون وی پسوند اصفهانی ندارد، می‌توان فرض کرد که کلبعلی اول در سال ۹۸۱، جوانی لااقل ۲۵ ساله ساکن قزوین پایتخت شاه طهماسب اول بوده است.

مثال (ج): شمشیر ردیف ۲ به تاریخ درست ۹۹۲ ه.ق. (چهار سال

ساخته شده و کارتوشه مزبور را دارند؛ دسته سوم اوایل حکومت شاه صفی ساخته شده و معمولاً نام شاه عباس را ندارند مگر آن که در زیر اسم شاه صفی اضافه شده باشد. این نکته را هم اضافه کنیم که استاد اسدالله همیشه لقب اصفهانی را داشته گرچه ممکن است آن را به منظور اختصار نیاورده باشد. یک نمونه مصرع «ولد کلب علی ابن اسد، برخوردار» است که تفسیر بیت کامل آن را بعداً خواهیم دید. کلبعلی اول که پیشکسوت شمشیرسازان عصر صفوی بوده در آغاز پسوند اصفهانی نداشته است ولی با انتقال پایتخت به اصفهان او هم مقیم اصفهان شده و پسوند اصفهانی را اختیار کرده است. اسدالله اول دو پسر شمشیرساز به نام‌های کلبعلی و اسماعیل داشته که از دومی فقط یک شمشیر به نامش پیدا شده است.

دلیل ۲: منطقی است که در جدول شمشیرهای یافت شده، دوازده عدد آشفته ۱، ۱۱، ۱۷، ۱۹، ۱۱۳، ۱۱۹، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۳۵، ۱۹۱، ۱۱۶ در ستون B را یک نمونه کاملاً تصادفی فرض کنیم. با این فرض، دو سؤال جالب مطرح می‌شود: (۱) چرا هیچ یک از سال‌های آشفته، رقم ۰ را ندارند؟ (۲) چرا همه آنها با رقم ۱ شروع شده‌اند؟ (پاسخ این معمای جالب را بر عهده خواننده کنجکاو می‌گذاریم.)

دلیل ۳: تاکید مصححین کتاب‌های خطی به ویژه استاد باستانی پاریزی بر سهل‌انگاری کاتبان عصر صفوی در گذاشتن ۰ و تأیید آن با تصحیح و تحشیه نسخه‌های خطی؛

دلیل ۴: عدم ارائه هرگونه مدرکی از سوی شمشیرشناسان معاصر مبنی بر رواج تلخیص سال‌های چهاررقمی به عددهای سه رقمی یا کمتر در عصر صفویه و افشاریه و زندیه؛

دلیل ۵: وجود تناقض‌های فراوان در رمزگشائی شمشیرشناسان معاصر و پیدا نشدن حتی یک مورد تناقض در رمزگشائی مبتنی بر فرض صفرگزیری که ذیلاً به وفور خواهیم دید.

ضمناً یک نکته مهم را تذکر دهیم که ما به اصول زیر در مورد حک سال امضای یک شمشیر پایبند هستیم:

اصل ۱: هیچ مدرکی روش تلخیص را تأیید نمی‌کند؛
اصل ۲: برای رمزگشائی عددهای آشفته (یک رقمی تا سه رقمی)، آن را با افزودن چند صفر به یک عدد چهاررقمی تبدیل می‌کنیم تا چند جواب حاصل شود. سال واقعی یکی از آنها است.

نه قاطعیت رمزگشائی معتقدان به تلخیص و نه عدم قاطعیت روش ما، هیچ کدام دلیلی بر حقانیت تلخیص نیست؛ ما قاطعانه رمزگشائی‌های ستون D را رد کرده و ایمان واثق داریم که سال ساخت هر شمشیر یکی از جواب‌های داده شده در ستون C می‌باشد. همچنین ذیلاً این مطلب را اثبات می‌کنیم که محال است رمزگشائی ما و رمزگشائی شمشیرشناسان معاصر حتی در یک مورد به جواب واحدی برسند. برای اثبات، سه حالت در نظر می‌گیریم.

از سال‌های ۱۹۰۰، ۱۹۰۰ و ۱۰۰۹ مربوط می‌شود که فقط سال ۱۰۰۹ به عصر شاه عباس اول مربوط می‌شود. رمزگشائی دیگران سال ۱۰۱۹ را نتیجه می‌دهد که هیچ تناقضی در آن وجود ندارد مگر همان طور که گفتیم مدرکی دال بر تلخیص وجود ندارد.

مثال (ر): شمشیر ردیف ۹ به امضای اسدالله اصفهانی، تاریخ ۱۱۳ و شعار شاه عباسی، با رمزگشائی گزارشگران معاصر به سال ۱۱۱۳ ه.ق. مربوط می‌شود که سال هفتم از سلطنت شاه سلطان حسین است ولی رمزگشائی ما یکی از سالهای ۱۰۱۳ (سال هفتم سلطنت شاه عباس اول)، ۱۱۰۳ (سه سال مانده به مرگ شاه سلیمان صفوی)، یا ۱۱۳۰ (پنج سال مانده به عزل شاه سلطان حسین) را می‌دهد که با مفروضات دیگر شمشیر، سال ۱۰۱۳ را قبول می‌کنیم.

مثال (ز): ردیف ۱۰ شمشیری به امضای کلبعلی اصفهانی و تاریخ دقیق ۱۰۱۹ ه.ق. است که حدس ما را در انتخاب پسوند اصفهانی پس از انتقال کلبعلی به اصفهان تأیید می‌کند. ضمناً توجه کنید که کلبعلی اول هم گاهی تاریخ چهاررقمی صفردار را به کار می‌برد.

مثال (ژ): دآوری ما در مورد شمشیرهای ردیف ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ همانند مورد ردیف ۸ می‌باشد. اما در مورد شمشیر ردیف ۱۴ در مثال (ت) ادامه بحث را در مورد آشفته نویسی حروفی آن به این بخش حواله کردیم که در مثال بعد خواهیم دید.

مثال (س): بررسی شمشیر ردیف ۱۴ را در مثال (ت) شروع کردیم ولی رمزگشائی تاریخ‌های ۱۳۵ و ۱۱۳۲ را انجام ندادیم. بنا به رمزگشائی رایج، سال ۱۳۵ تلخیص سال ۱۱۳۵ (سال سقوط اصفهان به دست محمود افغان) است. نمی‌توان پذیرفت که مردم اصفهان از گدا تا غنی در حال خوردن گوشت سگ و گربه باشند ولی استاد کلبعلی، فارغ از همه این بلاها، در حال پردازش شعاری در بزرگداشت شاهی باشد که استخوان‌هایش پوسیده بود. اما رمزگشائی ما یکی از سه عدد ۱۰۳۵، ۱۳۰۵ و ۱۳۵۰ را می‌دهد که فقط سال ۱۰۳۵ به دوران صفویه تا پایان قاجاریه مربوط می‌شود و صد البته در زرادخانه شاه عباس بزرگ ساخته شده است.

برویم به سراغ عدد ۱۱۳۲ در کارتوشه چهارم که گرچه بی‌نیاز از رمزگشائی است ولی رهنمود هیچ رویداد تاریخی متناسب با شعر حماسی روی آن نیست. در سال ۱۱۳۲ افغان‌ها در جنوب شرق و ابدال‌ها و ازبک‌ها در شمال شرق ایران به یورش‌های بی‌امان خود مشغول بودند. رجزخوانی سرباز نادرشاه بر روی تیغه شمشیر باید به سال ۱۱۵۲ مربوط باشد که نادر پیروزمندانه در حال بازگشت از هند به ایران بود. بعید نیست که صاحب شمشیر در اولین فرصت، خود را به یک حکاک رسانده تا آن شعر حماسی را به تیغه شمشیرش اضافه کند و سال پیروزی ۱۱۵۲ را نیز در انتهای آن بنویسد. شاید سرباز بدخط، دهنه «پنج» فارسی را خوب نبسته و حکاک آن را «سه» خوانده و در نتیجه سال را ۱۱۳۲ حک کرده است.

قبل از تاجگذاری شاه عباس و پانزده سال پیش از انتقال پایتخت از قزوین به اصفهان) و به امضای اسدالله اصفهانی است. این اسدالله را لقب اول می‌دهیم و نتیجه می‌گیریم که وی در سال ۹۹۲ ه.ق. جوانی لااقل ۲۵ ساله ساکن اصفهان بوده است. کارتوشه بدون تاریخ «بنده شاه ولایت عباس» روی شمشیر مزبور مسئله آفرین است. طرفداری از عباس ولیعهد در شرایط پر آشوب بعد از شاه اسماعیل دوم باید کار خطرناکی باشد مگر آن که بپذیریم این کارتوشه بعدها اضافه شده است.

مثال (چ): شمشیر ردیف ۳ به امضای کلبعلی و تاریخ ۱ ه.ق. با رمزگشائی گزارشگران معاصر برابر با سال ۱۰۰۱ ه.ق. و با رمزگشائی ما برابر با سال ۱۰۰۰ ه.ق. خواهد شد. اختلاف یک سال بین دو نتیجه نمی‌تواند تناقضی را اثبات کند مگر همان ردکردن قاعده تلخیص که سال ساخت را در ۱۰۰۰ ه.ق. تثبیت می‌کند.

مثال (ح): تاریخ شمشیرهای ساخت کلبعلی در ردیف‌های ۴ و ۷ جدول، سال ۱۱ ه.ق. است که با رمزگشائی گزارشگران برابر با سال ۱۰۱۱ (چهار سال پس از انتقال پایتخت به اصفهان) و با رمزگشائی ما برابر با یکی از سال‌های ۱۰۰۱ (شش سال پیش از انتقال پایتخت)، ۱۰۱۰ (سه سال پس از انتقال پایتخت) و ۱۱۰۰ (نود و سه سال پس از انتقال پایتخت) می‌باشد. چون کلبعلی نسبت اصفهانی را به انتهای نامش نیآورده، بهانه خوبی است که در رمزگشائی دیگران شک کنیم و فقط سال‌های ۱۰۰۱ و ۱۰۱۰ را بپذیریم. در یکی از این دو شمشیر نه کلبعلی پسوند اصفهانی دارد و نه تیغه شمشیر کارتوشه شاه عباسی؛ بنا براین سال ساخت آن را ۱۰۰۱ ه.ق. حدس می‌زنیم. در دیگری هم پسوند اصفهانی قید شده و هم کارتوشه شاه عباسی؛ پس سال ساختش را ۱۰۱۰ ه.ق. حدس می‌زنیم.

مثال (خ): ردیف ۵ مثالی است که نشان می‌دهد استاد اسدالله اصفهانی گاهی اوقات تاریخ‌های کامل ۰ دار را هم می‌نوشته است

مثال (د): شمشیر ردیف ۶ ساخت اسدالله اصفهانی به تاریخ آشفته ۱۷، با رمزگشائی دیگران سال ۱۰۱۷ را تعیین می‌کند که به دوران شاه عباس اول مربوط می‌شود. مهم‌ترین دلیل ما بر رد این تاریخ مرسوم نبودن تلخیص سال‌ها در زمان صفویه و افشاریه است. اما رمزگشائی ما دو تاریخ قابل قبول ۱۰۰۷ (سلطنت شاه عباس اول) و ۱۰۷۰ (سلطنت شاه عباس دوم) را نتیجه می‌دهد که با معلومات دیگر شمشیر هیچ یک را نمی‌توانیم رد کنیم. اگر ۱۰۰۷ را بپذیریم، سازنده باید همان اسدالله اول باشد؛ اما اگر ۱۰۷۰ را بپذیریم باید استاد اسدالله دومی پیدا کنیم زیرا قبلاً گفتیم که مرگ استاد اسدالله اول قبل از مرگ شاه صفی (۱۰۵۲ ه.ق.) اتفاق افتاده است.

مثال (ذ): شمشیر ردیف ۸ ساخت اسدالله اصفهانی و شعار «بنده شاه ولایت عباس» به تاریخ ۱۹ ه.ق. پس از رمزگشائی ما به یکی

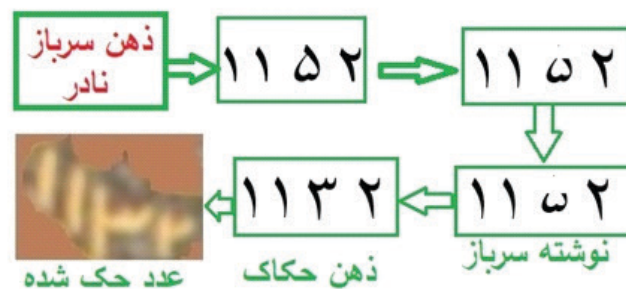
این مدح از نادر، تقلیدی از سروده یک شاعر احتمالاً کرمانی برای ضرب سکه احمد شاه، نوه دختری شاه سلیمان صفوی است:

سکه زد در هفت کشور چتر زد چون مهر و ماه وارث ملک سلیمان گشت احمد پادشاه ۱۱۳۹

شایان ذکر است که در سال ۱۱۳۷ (دو سال قبل از ضرب سکه)، گدا علی بیگ (گدا علی خان قاجار آینده و برادر کلبعلی خان مصاحب فقید) با لشکر خود از تبریز در مقابل یورش عثمانی دفاع کرد و سپاه عثمانی را با ۲۰۰۰۰ کشته به اسلامبول برگرداند (آمار دولت عثمانی ۱۷۰۰۰ کشته بوده است) [۲۴:۲۳]. شاه طهماسب، مست از این پیروزی، گدا علی خان را به حکومت کرمان فرستاد به امید آن که قزلباشان کرمان و تبریز از دوسو به اصفهان حمله ور شده و اشرف افغان را وادار به تسلیم کنند. اما شاه با حرکتی سفیهانه، سرداران آذری را از خود می‌رنجاند و در پی یک حمله غافلگیرانه و

سهمگین عثمانی، تبریز را تسلیم و شاه بدبخت به فتحعلیخان قاجار در استراباد پناه می‌برد. گدا علی خان هم پس از یازده ماه انتظار بیهوده، کرمان را به سوی استراباد ترک می‌کند. احمد (صفوی) که در آذربایجان حوصله‌اش از فساد و بی‌عرضگی پسر دایی‌اش (شاه طهماسب) به تنگ آمده بود از او جدا شد و با جعل امضای شاه در جنوب ایران لشکری گرد خود فراهم آورد. به ویژه کرمانیان از وی استقبال گرمی کردند و حتی او را به شاهی پذیرفته، به نامش سکه زدند. احتمالاً آن سرباز میهن پرست و خوش قریحه نادر در سال ۱۱۳۹ ه. ق به امید بازگشت صفویه به قیام ناموفق احمد شاه پیوسته و پس از کشته شدن احمد شاه در جنگ با اشرف افغان، در انتظار یک ناجی جدید به سر می‌برد. یازده سال بعد، در لشکرکشی نادرشاه به هند شرکت جست و آن پیروزی را با دستکاری شعر روی سکه احمد شاه، زینت بخش شمشیرش کرد تا طعم شیرین نبرد کرنال را جاودانه سازد:

سکه زد در هفت کشور چتر زد چون مهر و ماه
وارث ملک سلیمان گشت احمد پادشاه ۱۱۳۹



وقتی که شاعر دربار احمد شاه صفوی، ایالت کرمان را هفت کشور می‌نامد مسلماً سرباز نادر حق دارد از بغداد تا دهلی را هفت کشور بداند.

مثال (ش): شمشیر ردیف ۱۵ به تاریخ رمزی ۱۹۱ و امضای کلبعلی اصفهانی را اگر با اصل تلخیص رمز گشائی کنیم سال ۱۱۹۱ ه. ق. (دو سال قبل از مرگ کریمخان زند) حاصل می‌شود که پذیرفتنی نیست. از رمزگشائی ما فقط یک سال پذیرفتنی ۱۰۹۱ ه. ق. (در عصر شاه سلیمان صفوی) به دست می‌آید. در اصل، این شمشیرساز باید همان کلبعلی دوم باشد که در زمان شاه صفی در مورد پدرش اسدالله اول مصاحبه می‌شد.

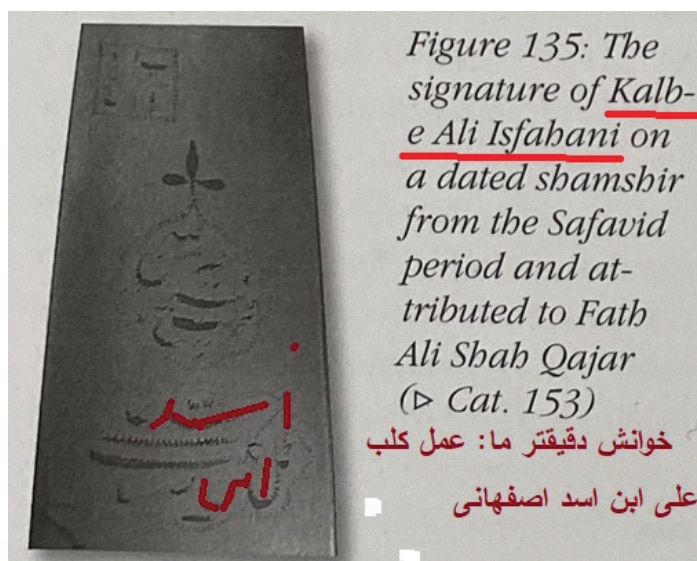
مثال (ص): شمشیر ردیف ۱۶ به تاریخ واقعی ۱۰۹۲ و امضای اسدالله، نیازی به رمزگشائی ندارد و فقط باید توجه کرد که اسدالله اول در زمان شاه صفی مرده بود و باید استاد اسدالله دومی برای ساخت آن فرض کرد.

مثال (ض): شمشیر ردیف ۱۷ به تاریخ رمزی ۱۱۶ و امضای اسدالله به شرط پذیرش تلخیص (که البته پذیرفتنی نیست) سال ۱۱۱۶ ه. ق. (دهمین سال سلطنت شاه سلطان حسین) را می‌دهد. با رمزگشائی ما، سال‌های ۱۰۱۶ (عصر شاه عباس اول)، ۱۱۰۶ (سال تاجگذاری شاه سلطان حسین) و ۱۱۶۰ (سال قتل نادرشاه) را می‌دهد. از پذیرفتن ۱۰۱۶ اکراه داریم زیرا نمی‌توانیم با آن صمیمیت بین شاه عباس و استاد اسدالله اول باور کنیم نوشتن نام شاه عباس بر تیغه شمشیر فراموش شود. پس حدس‌مان را بر یکی از سال‌های ۱۱۰۶ یا ۱۱۶۰ استوار می‌کنیم و سازنده را استاد اسدالله دوم می‌گیریم.

مثال (ط): شمشیر دیگری که ذیلاً عکس آن را همراه با گزارشش می‌بینید، عبارت «ابن اسد» در گزارش کنار عکس ([۲۵] صفحه ۱۶۶) از قلم افتاده اما در متن کتاب (صفحه ۱۶۵) آمده است. صاحب شمشیر به نام محمد رضا در سال ۱۱۰۹ از یک حکاک خواسته است که شعارهای «الله»، «صاحب» و «حبیب» را به آن

مثال (ظ): شمشیر بدون تاریخ موزه تفلیس به امضای کلب علی ابن اسدالله اصفهانی هم در حدود سال ۱۱۰۶ ه.ق. از طرف شاه سلطان حسین صفوی به منظور تشریفات به کلبعلی خان مصاحب هدیه شد که کلبعلی خان هم خاطره مصاحب شدن خود را با افزودن شعار «ازکرم شاه حسینی نسب، کلب علی یافت مصاحب لقب» بر تیغه شمشیر گرامی داشت. شمشیر سومی هم با همان امضای کلبعلی ابن اسدالله اصفهانی ولی بدون هیچ اطلاع اضافی موجود است.

اضافه کند و حکاک هم علاوه بر انجام وظیفه، با شکسته نفسی، جمله «عمل حقیر برای محمدرضا ۱۱۰۹» را افزوده است. (ما یک محمدرضا با لقب خلفا سراغ داریم که در همین سال نایب کلبعلی خان مصاحب در گنجه بوده است). یکی از گزارشگران فکر کرده نام حکاک محمدرضا و نام صاحب شمشیر حبیب‌الله است که برای نویسنده مقاله حاضر و هرکس دیگر با اندک آشنائی با ادبیات فارسی، پذیرفتنی نیست. به هر حال سازنده اصلی شمشیر، کلب علی ابن اسدالله اصفهانی (یعنی کلبعلی دوم) است.



که استاد (یا استادانی) به نام کلبعلی لااقل از سال ۹۸۱ تا ۱۱۹۱ ه.ق. به شغل شمشیرسازی مشغول بوده و در زمان شاه صفی نیز با یکی از آنها در تذکره نصرآبادی مصاحبه شده است. مجموعه این اطلاعات به این نتیجه رسیده است که دو شمشیر ساز به نام کلبعلی در زمان صفویه بوده است اما دیگری هم از شهرت وی استفاده کرده، شمشیرهای ساخت خود را با امضای کلبعلی جعل می‌کرده‌اند. بنا بر رمزگشائی همین شمشیرشناسان، استاد (یا استادانی) به نام اسدالله نیز در زمان صفویه بوده که لااقل از سال ۹۹۲ تا ۱۱۳۵ ه.ق. به شغل شمشیرسازی مشغول بوده و به طور پراکنده بین این دو سال نیز شمشیرهایی توسط وی ساخته شده است. وانگهی اسدالله یک شمشیر هم برای نادرشاه و یک شمشیر نیز به سفارش شخصی شیخ علی خان زند سردار کریمخان زند ساخته است که طول دوره اسدالله‌ها را به اندازه دوره کلبعلی‌ها افزایش می‌دهد و توهمی مشابه ایجاد می‌کند. ممکن است کسی پیدا شود که ادعا کند به تعداد شمشیرهای جدول شمشیرسازان متفاوتی با نام‌های کلبعلی و اسدالله وجود داشته که این شمشیرها را ساخته‌اند.

ما از نظر منطقی ریاضی هیچ دلیلی علیه ادعای او نداریم ولی هم‌صدا با شمشیرشناسان معاصر مخالف این نظریه هستیم و در

یکی از شمشیرهای بدون تاریخ ولی با نام شاه عباس کارتوشه‌ای هم به نام شاه اسماعیل دارد که شبهه ساخت شمشیر در زمان یکی از دو شاه اسماعیل را به وجود آورده است. این شبهه منتفی است زیرا کارتوشه شاه عباس بالا و امضای اسدالله وسط و کارتوشه شاه اسماعیل زیر اسم اسدالله است. بالاتر بودن اسم سازنده شمشیر دال بر زنده نبودن شاه اسماعیل است.

از شمشیرهای شاه عباسی استاد اسدالله اصفهانی که بگذریم، به شمشیر بی تاریخی می‌رسیم که کارتوشه‌ای حاوی «بنده شاه ولایت صفی» دارد. با توجه به مرگ اسدالله اول قبل از مرگ شاه صفی، باید این شمشیر را آخرین شمشیر یافت شده‌ای بدانیم که اسدالله اول ساخته است.

جمع بندی: گفتیم که باور به تلخیص سال‌های چهاررقمی در عصر صفوی، موجب سردرگمی تاریخ دانان به ویژه شمشیرشناسان معاصر شده و دچار توهم در مورد شمشیرسازان شهیری که ما آنان را استاد کلبعلی اول و استاد اسدالله اول در زمان شاه عباس بزرگ و استاد کلبعلی دوم و استاد اسدالله دوم در اواخر دودمان صفوی نامیده‌ایم. همچنان که از جدول شمشیرهای تاریخ دار کلبعلی و اسدالله آشکار است، از رمزگشائی باورمندان تلخیص نتیجه می‌شود

ولایت ...» از زمان شاه طهماسب اول آغاز شد. اگر چنین باشد، این شمشیر باید در عصر شاه اسمعیل دوم پسر شاه طهماسب اول ساخته شده باشد. اما سازنده شمشیرتاریخ مشکوک «۱۸» را زده است. استاد مشتاق در یک تعبیر آن را فقط «۱۸» خوانده و تلخیصی از ۹۱۸ زمان شاه اسمعیل اول دانسته است. همان طور که در بحث‌های بالا گفتیم ما هیچ مدرکی دال بر چنین تلخیصی در عصر صفویه ندیده‌ایم. به تعبیر دیگر آن را «۱۱۸» خوانده و تلخیصی از ۱۱۱۸ که به عصر شاه سلطان حسین برمی‌گردد و قابل توجیه نیست. به هر حال از اعتقاد اولیه خود دست برمی‌داریم و می‌پذیریم که شعار «بنده شاه ولایت ...» از همان بدو تشکیل سلسله صفویه رایج بوده است. فقط می‌ماند سال «۱۸» را کشف رمز کنیم. استاد مشتاق سرانجام تاریخ مزبور را به صورت یک معما رها می‌سازد. نگارنده پیشنهاد تازه‌ای برای حل این معما دارد. توجه شود که سردودمان صفوی اولین پادشاهی بعد از یورش اعراب است که نام ایران را زنده کرد. در زمان ساسانیان (قبل از اسلام) رسم بر این بود که با تعویض پادشاه تقویم از ۱ شروع می‌شد. مثلاً تا مدت‌ها سال یزدگردی در ایران به کار می‌رفت و مثلاً سال ۲۵ یزدگردی به معنای سال بیست و پنجم از تاجگذاری یزدگرد سوم بود. احتمالاً سازنده این شمشیر بنا بر عرق ملی خود تاریخ شمشیر را سال هیجدهم از تاجگذاری شاه اسماعیل اول گذاشته و عدد ۱ را هم به معنای اسمعیل اولین شاه صفوی نوشته است. این نکته را هم توجه کنید که ایرانیان سلسله صفویه را به ظهور امام زمان متصل می‌دانستند و حتی پس از سقوط اصفهان نمی‌توانستند انقراض صفویه را باور کنند. بنا بر این صادق شمشیر ساز امیدوار بوده است که ابداع تاریخ گذاری او به صورت «b» a تا ظهور امام زمان ادامه داشته باشد که در آن a شماره شاه صفوی و b تعداد سال‌های پس از تاجگذاری شاه مزبور را نمایش می‌دهند.

این مقاله سعی کرده‌ایم حتی‌الامکان تعداد کلبعلی‌ها و اسدالله‌ها را به ۲ کاهش دهیم که خوشبختانه با اصل پذیرفته شده «ه گریزی» حکاکان و وقایع نویسان عصر صفوی به مقصودمان رسیدیم. طبق رمزگشائی ما، عمر کاری استاد کلبعلی اول از حدود ۹۸۱ ه.ق. (اواخر سلطنت شاه طهماسب اول) تا حدود ۱۰۱۹ ه.ق. (اواسط سلطنت شاه عباس بزرگ) بوده و شمشیرهای ساخت او به نام این دو شاه در موزه‌ها موجود است. عمر کاری استاد اسدالله اول نیز از حدود ۹۹۲ ه.ق. تا اوایل سلطنت شاه صفی (حدود ۱۰۴۰ ه.ق.) بوده و شمشیرهایش به نام شاه عباس اول و شاه صفی موجودند. تعدادی از شمشیرهای باقی مانده جدول ساخت استاد کلبعلی دوم پسر استاد اسدالله اول با عمر کاری از زمان شاه صفی تا زمان شاه سلطان حسین است. شمشیرهایش به ندرت تاریخ دارند و کارتوشه‌های شاهی هم ندارند مگر آن که خریدار بعدها به مناسبت شعارهایی اضافه کرده باشند. این کلبعلی حتی پسرش را هم با اسم فارسی اصیل «برخوردار» نام‌گذاری کرده و گزارشگران آن را «زه‌بدار» خوانده‌اند. باقیمانده شمشیرهای جدول ساخت استاد اسدالله دوم است که عمر کاری‌اش از اواخر سلطنت شاه سلیمان صفوی (۱۰۹۲ ه.ق. یا پیشتر) تا اوایل حکومت کریم‌خان زند (حوالی ۱۱۶۵ ه.ق.) را دربرمی‌گیرد.

مقاله را با معرفی یک شمشیر معمائی که ربطی به استادان کلبعلی و اسدالله ندارد به پایان می‌رسانیم.

معما: (شمشیر ساخت صادق) در شکل ۱۳۹ صفحه ۱۶۸ کتاب استاد منوچهر مشتاق خراسانی [۲۵]، تصویر شمشیری به نمایش گذاشته شده که پنج کارتوشه به شرح زیر دارد: (۱) «لا فتی الا علی»؛ (۲) «لا سیف الا ذوالفقار»؛ (۳) «یا علی مدد»؛ (۴) «بنده شاه ولایت اسمعیل»؛ (۵) «عمل صادق ۱ ۱۸». معمای مدنظر ما در دو کارتوشه آخر است. تا به حال فکر می‌کردم شعار «بنده شاه

منابع

1. Moshtagh Khorasani, M. (2006). *Arms and Armor from Iran: The Bronze Age to the End of Qājār Period* Freelance Academy Press. Wheaton, IL.
2. Ifrah, G. (1998) *The Universal History of Numbers; From prehistory to the invention of the computer.* English translation by D. Bellos, E.F. Harding, S. Wood, and I. Monk. The Harvill Press Ltd., London.
3. Frank, M. C.; Everett, D.L.; Fedorenko, E; Gibson, E. (2008), «Number as a cognitive technology: Evidence from Pirahã language and cognition.» *Cognition* 108: 819-824
4. Everett, C. (2013), *Linguistic Relativity: Evidence Across Languages and Cognitive Domains*, Berlin: De Gruyter Mouton
5. Everett, D. L. (2005), «Cultural constraints on grammar and cognition in Pirahã», *Current Anthropology*, 46(4): 621-646.
6. Everett, D.I. (2012) «There is no such thing as universal grammar» Interview by Robert McCrum. <https://www.theguardian.com/technology/2012/mar/25/daniel-everett-human-language-piraha>

7. Ifrah, G. (1998) *The Universal History of Numbers; From prehistory to the invention of the computer*. English translation by D. Bellos, E.F. Harding, S. Wood, and I. Monk. The Harvill Press Ltd., London.
8. Radjabalipour, M. (2009).
مهدی رجبعلی پور. (۱۳۸۷) کسرهای مصری. فرهنگ و اندیشه ریاضی. انتشارات انجمن ریاضی ایران. تهران.
9. Pourfereidouni, Z. and Radjabaipour, M. (2024) *The Evolution of Binary System from Predynastic Egypt to Leibniz Era*. J. Mahani Math. Res. 13(4): 63-82.
10. Gamow, G. (1988) *One, Two, Three,... Infinity; Facts and Speculations of Science*. Dover Publications INC., New York. ISBN: 0486256642; ISBN13: 9780486256641
11. Kaplan, R. (2000). *The Nothing That Is. A Natural History of Zero*. Oxford, Oxford University Press.
12. Momen Kermani, Molla Mohammad
ملا محمد مؤمن کرمانی، صحیفه الارشاد، تصحیح و تحشیه محمدابراهیم باستانی پاریزی (تهران: نشر علم، ۱۳۸۴).
13. Astrabadi, M. (1998).
میرزاهمدی استرابادی. جهانگشای نادری. مصحح عبدالله انوار. تهران ۱۳۷۷.
14. Marvi Vazir, M.K. (1990)
محمد کاظم مروی وزیر؛ عالم آرای نادری، ویرایش محمد امین ریاحی. چاپ دوم. چاپخانه مهارت. تهران. ۱۳۶۹.
15. Lagidse, G. and Radjabalipour, M. (2024) *An Iranian sword attributed to King Erekle II in the collection of the Georgian National Musuem (Tbilisi); Iran Nameh, Univ. Toronto (to appear)*.
16. Jones, L.A. (2000). *Shamshir: Sabers of Persia, Mughal India and the Arab World*. Version 1.00, August 6, 2000, Copyright 2000 by Lee A. Jones. www.vikingsword.com/ethsword/shamshir/index.html
17. Radjabalipour, M. (2016). *Mistakes in the calendaric calculations of Sahifat al-Irshād*. Iran Nameh, 30:4 (Winter 2016), 206-238 . (Farsi)
مهدی رجبعلی پور. اشتباهات گاهشمار قمری صحیفه الارشاد
18. Moshtagh Khorasani, M. (2006). *Arms and Armor from Iran: The Bronze Age to the End of Qājār Period*. Freelance Academy Press. Wheaton, IL.
19. Moshizi, Mir Mohammad Saeed. (1990)
میرمحمد سعید مشیزی. تذکره صفویه کرمان. با تصحیح و تحشیه محمدابراهیم باستانی پاریزی، نشر علم. تهران. ۱۳۶۹.
20. Rasool Jafarian
رسول جعفریان. نسخه خوانی (۱۸). نقد و بررسی کتاب. درنگی در جنگی؛ (مشمول بر چندین فرمان از شاهان صفوی و شماری یادداشت تاریخی). آئینه پژوهش (۱۸۰). سال سی.ام. شماره ششم. ۱۳۹۸
21. Asnad.org; *Digital Persian Archive*. <http://asnad.org/en/search/?page=1>
22. Nasrabadi Esfahāni, Mirza Mohammad Taher. (1983).
میرزاحمد طاهر نصرآبادی اصفهانی. تذکره نصرآبادی. انتشارات ارمان. تهران ۱۳۱۷.
23. Aivazian, A.M. (1997). *The Armenian Rebellion of the 1720s and the Threat of Genocidal Reprisal*. American University of Armenia, Yerevan.
24. Radjabalipour, M. (2017).
مهدی رجبعلی پور. سرگذشت بانی مرموز دهکده‌ای در کرمان. مجله دیار، شماره ۳ بهار ۱۳۹۶ از انتشارات دانشگاه توروونتو کانادا. (ویرایش کاملی از این مقاله به زودی در مجموعه انتشارات خانه ریاضیات همایون صنعتی زاده کرمانی تحت عنوان «فرجامین صوفی قزلباش» منتشر خواهد شد).
25. Moshtagh Khorasani, M. (2006). *Arms and Armor from Iran: The Bronze Age to the End of Qājār Period*. Freelance Academy Press. Wheaton, IL.

کوری آموزشی و پژوهشی: بخش ۱) منطق اکتشاف علمی برای تشخیص پژوهش معطوف به کشف دانش جدید از پژوهش تزئینی و حاشیه‌ای

کامران شریفی
دانشیار بخش داخلی، گروه علوم درمانگاهی دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد
shariffp@um.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

بنای تئوری بنیادی پژوهش، کسب دانش جدید مبتنی بر مشاهده پدیده‌ها یا امور واقع است. هدف از پژوهش اصیل امکان توصیف، پیش‌بینی، توجیه و یافتن روش کاربردی برای پاسخ به پرسشی پژوهشی و یافتن راهی کاربردی برای حل مشکل است. هنگامی که نهاد دانشگاه یا مراکز پژوهشی گسترده می‌شود، نیاز به تدوین و تبیین مدل مفهومی، ملاک، معیار و محک بر اساس چشم انداز و مأموریت هر یک از نهادها وجود دارد تا ضابطه و قانون برای هدایت و تجمیع مجموعه فعالیت‌های پژوهشی در راستای اهداف مندرج در مأموریت و چشم‌انداز تدوین شود. براین اساس، آیین‌نامه‌ها و شیوه‌نامه‌هایی که روش و رفتار محققین و دانشگاه را تعیین می‌کنند، شکل می‌گیرند و رسمیت می‌یابند. انتخاب مدل مفهومی نامناسب در نهایت موجب بروز انحراف در رفتار پژوهشی دانشگاه و مراکز پژوهشی خواهد شد و پژوهش را از فعالیت راستین در جهت کشف حقیقت به امری تزئینی تبدیل خواهد کرد که در آن منافع شخصی ورزندگان به امر پژوهش در اولویت قرار خواهد گرفت و به دستاویز آن از نردبان ترقی دانشگاهی، اجتماعی و سیاسی بالا خواهند رفت.

فشار برای افزایش تعداد مقالات به عنوان شرط عمده ارزیابی فعالیت پژوهشی و بقا در یک فضای رقابتی بیمار، موجبات انحرافات گسترده‌ای در رفتار پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی شده است. یک معیار مهم برای ارزیابی اصالت فعالیت پژوهشی، میزان پیروی فعالیت پژوهشی و تولیدات آن (مقاله، فناوری، روش جدید و توانایی حل مسئله) از منطق اکتشاف علمی است تا بتوان پژوهش اصیل را از پژوهش‌های حاشیه‌ای، تزئینی و صرفاً با هدف چاپ مقاله تشخیص داد.

کلمات کلیدی: منطق اکتشاف علمی، کوری آموزشی و پژوهشی، مدل مفهومی، تقلب علمی

منابع معتبر و عمده بشر در جهت شناخت و تبیین جهان

منابع «معتبر» مقبول و عمده‌ای که در جهان برای تبیین امور جهان و پیش‌بینی امور زندگی مورد استفاده بخش قابل توجهی از جهان قرار می‌گیرد، به دو دسته تقسیم می‌شوند. در میان دسته اول می‌توان از دین، تصوف و عرفان، و علم نام برد. اشتغالات دیگری چون طالع‌بینی، فال‌گیری، رمل و اسطرلاب و طیف وسیع دیگری از این دست در دسته دوم قرار می‌گیرند و از دل مشغولی‌های جمعیت بزرگی از مردمان به شمار می‌روند؛ هرچند مقولات اخیر ابداع در حد و اندازه سه منبع معتبر پیش‌گفته نیستند. پیش از ادامه بحث و برای اجتناب از هر گونه سوگیری آغازین به نفع هر یک از آنان، و نیز به نفع دسته اول در مقایسه با دسته دوم، باید اضافه کرد که در این بخش، و تنها در این بخش، مراد از کلمه «معتبر» معادل واژه Valid نیست، بلکه در این موقعیت، منظور نظام‌های فکری هستند که بخش قابل توجهی از مردم جهان از

آنها «عبرت» می‌گیرند و بر اساس آنها مشی زندگی خود را تنظیم می‌کنند.

هر یک از منابع دینی، عرفانی و علمی پس از طی مسیر آغازین نوعاً صاحب سبک و روشمندی و معرفت‌شناسی خاص خود شده‌اند که آنها را واجد اعتبار در معنای پیش‌گفته و شایسته پیروی می‌کنند. برای مثال، با روشمندی‌ای که علم کلام یا الاهیات یا تئولوژی فراهم می‌کند منابع دینی را بر مبنای اصول عقلی تبیین کرده، تا حتی الامکان دست نیرنگسازان از سوءاستفاده از این منابع کوتاه بماند. در عرفان، سیر و سلوک و مجاهدت با نفس از دریافت‌های باطنی منشاء روشمندی است و تصوف بیشتر معطوف به جنبه عملی و سلوک عرفانی است. تفکر علمی نیز واجد روشمندی ویژه‌ای است که به دقت از سوی ورزندگان به مشی علم رعایت می‌شود و در عین حال، به راحتی در معرض شارلاتانیسم و

کمک بجویند.

ورزندگان مشی علمی چه در عرصه کار پژوهشی و چه در عرصه حل مسائل اجتماع به روش علمی-خواه در امور طبی و خواه در امور مهندسی- ضرورت دارد که همانند آن ریاضی دان و فیزیک دان دست کم برای یک بار تأمل کنند و بنگرند که وقتی با دستگاه ها و وسایل خود مشغول کار هستند، تا چه پایه از روشمندی علمی پیروی می کنند و تا کجا کارشان از نوع علمی است و آیا نوع کارشان واجد مسئله ای اصیل از نوع فلسفی هست یا خیر.

زبان کاوان همیشه منکر وجود مسائل اصیل فلسفی هستند. به گمان آنان هر مسئله ای که در فلسفه سراغ دارند، زائیده نحوه کاربرد زبان و معانی الفاظ است. برخلاف نظر آنان، وقتی قرار است از علم به عنوان روشی برای شناخت جهانی که ما و معرفتمان معطوف به آن است -و از آن سرچشمه می گیرد- استفاده کنیم، علم بدون بن مایه های فلسفی توان کافی برای توصیف و تبیین جهان نخواهد داشت. زیرا که بهترین راه شناخت چگونگی رشد معرفت، مطالعه نحوه رشد معرفت علمی است (۲، صص ۲۶-۲۵). بنابر این، اگر بخواهیم علم در مفهوم Science را به درستی درک کنیم، باید بر روشمندی علمی و معرفت علمی مسلط باشیم، حتی اگر گاهی به مدد توانائی های دستگاه های آزمایشگاهی مقالات متعددی منتشر کنیم.

اهمیت معرفت علمی برای اعضای هیئت علمی، پژوهشگران، دانشمندان و دانشجویان

رابرت ثورنتون^۵، دکتر در فلسفه که در دانشگاه پوئرتوریکو واقع در مایاگوئس به کار تدریس فیزیک مشغول شده بود، در نامه ای در ۱۹۴۴ از آلبرت آینشتاین خواسته بود که در حمایت از تلاش هایش برای گنجاندن هرچه بیشتر فلسفه علم در درس فیزیک مدرن چند کلمه ای بنویسد. پاسخ وی چنین بود:

با شما درباره اهمیت و ارزش آموزشی روش شناسی علم و نیز تاریخ و فلسفه علم، کاملاً همداستان هستم. به نظر من چنین می رسد که امروزه بسیاری از افراد و حتی دانشمندان حرفه ای، همانند کسی هستند که به خاطر انبوه درختان، جنگل را ندیده است. آگاهی از زمینه تاریخی و فلسفی موجب استقلال و رهایی از پیش داوری هایی می گردد که در هر نسلی شایع است و اغلب دانشمندان دچار آن هستند. به نظر من، این استقلال و رهایی که فرآورده بصیرت فلسفی است، وجه تمایز فن ورزان یا متخصصان محض از جست و جوگران راستین حقیقت است (۳).

ممکن است این سؤال مطرح شود که چرا یک عضو هیئت علمی باید از رشته (دیسپلین) خود فراتر رود و دست کم نیم نگاهی به

شکل گرایی (فرمالیسم) قرار می گیرد، که اغلب واجد لعاب و رنگی از ظاهر علمی است که برگ از محتوی در چننه آن دیده نمی شود. امروزه تهاجم علم کاذب، یا شبه علم و ناعلم جنبه خطرناکی به خود گرفته است و اگر هشیاری کافی به خرج داده نشود، اساس علم را در زیر سیلاب تهاجم خود مدفون می سازد.

این اشکال کاذب یا شبه علم علی رغم تقلید از ظاهر علمی، به لحاظ محتوایی به روشمندی علمی تن در نمی دهند، یا دوپهلوی صحبت می کنند تا در هر صورتی درست جلوه کنند و به ویژه ابطال ناپذیرند. از همه مهمتر، اینها در برابر مسائل و عوارضی که ناشی از تبعیت و پیروی از آنها ممکن است روی دهد، مسئولیتی نمی پذیرند. ممکن است در گام نخست، علم احکام نجوم^۱ یا طالع بینی^۲ از مثال های مصداقی علم کاذب و شبه علم^۳ به نظر برسد و چندان آنها را جدی نگیریم، اما در وقت بحران های اجتماعی ایستادگی در برابر علم کاذب یا شبه علم اهمیت فوق العاده ای می یابد. در بحران کرونا دیدیم که توصیه های متعددی از جمله روغن بنفشه یا استفاده از داوری هیدروکسی کلروکین^۴ و چند داروی دیگر مطرح شد که در برهه ای با هجوم مردم به داروخانه ها داروی اخیر نایاب شد.

به لحاظ تاریخی، شیوع وبا در والنسیا در ۱۸۸۵ شرایط بسیار وخیم اجتماعی ایجاد کرد. بیمارستان ها زیر فشار بیماران کمر خم کرده بودند. در آن زمان یک دارو و یک واکسن عرضه شده بود و تنها با شجاعت و پیروی دقیق دون سانتیاگو رامون-کاخال^۵ از روشمندی علمی بود که شیادان و مدعیان علم کاذب از دور خارج شدند (۱).

با توجه به مطالب پیش گفته، داشتن شاخص برای تشخیص علم در مفهوم Science از فعالیت هایی که فقط خرقة و جبه علم را بر تن دارند، به ویژه برای دانشگاه ها و مراکز پژوهشی ضروری است

رابطه معرفت علمی و فلسفه

مجاهدت فراوانی برای توصیف و تعریف فلسفه انجام شده است که به نظر پایان ناپذیر است، اما دو تعریف از آن مورد توجه نگارنده قرار گرفته که یکی «کلنجر مفهومی عقلی با مسائل وجودی هر موضوع، شیئی یا جهان پیرامون ما»، و دیگری «کلنجر مفهومی عقلی برای شناخت مبادی و مبانی» است.

یک ریاضی دان می تواند با مهارت به انجام امور پیچیده ریاضی، برای مثال محاسبه انتگرال و مشتق بپردازد و آنها را تعریف کند. با این حال، اگر بخواهد رقم را تعریف کند، این تعریف از دل ریاضی برنخواهد خواست. همین مسئله برای یک فیزیک دان در تعریف چیستی جسم پیش می آید، چون هر دو، رقم و جسم را تعریف اولیه در نظر می گیرند و در نتیجه، هر دو ناچار هستند که از فلسفه

1. Astrology
2. Horoscopy
3. Hydroxychloroquine

4. Santiago Ramón y Cajal
5. Robert Thornton

اطراف و به رشته‌های دیگر و اختصاصاً به فلسفه و فلسفه علم بیندازد؟ باز در پاسخ شایسته است به نقل قولی از اینشتاین اشاره شود:

بسیاری از همکارانم می‌پرسند چرا باید دانشمندی طراز اول در علوم طبیعی به معرفت‌شناسی روی آورد؟ مگر کار ارزشمندتری در حوزه تخصص او نیست؟ احساس من این است که بسیاری دیگر نیز بر همین گمان‌اند. با این نظر موافق نیستم. هنگامی که مستعدترین دانشجویان دوره استادی خود را به یاد می‌آورم، یعنی آن‌هایی که به دلیل استقلال رأی، و نه صرفاً به واسطه تیزهوشی‌شان ممتاز بودند، می‌توانم به قطع و یقین بگویم که مشتاق معرفت‌شناسی بودند. آن‌ها با رغبت تمام درباره اهداف و روش‌های علم بحث می‌کردند و از سرسختی‌شان در دفاع از عقایدشان می‌شد به روشنی دریافت که موضوع برایشان پراهمیت به نظر می‌رسد. در واقع، این امر را نباید اصلاً شگفت‌آور تلقی کنیم. رابطه دوجانبه معرفت‌شناسی و علم رابطه‌ای است شایسته توجه! این دو به یکدیگر وابسته‌اند. معرفت‌شناسی بدون ارتباط با علم شاکله‌ای میان‌تهی است. علم بدون معرفت‌شناسی، تا آنجا که اصلاً بتوان آن را تصوّر کرد، آشفته و ابتدایی خواهد بود (۳).

این مکاتبات ژرف‌اندیشانه تکلیف همه کسانی را که در جامعه علمی در امر پژوهش مجاهدت می‌ورزند، روشن می‌کند؛ اینکه مراد از ساختار و اهداف دانشگاه تربیت **فن‌ورزان یا متخصصان محض** است یا **جستجوگران راستین حقیقت**؟ و در ضمن، پاسخ به اینکه چه چیزی یک جامعه را از یک سازمان اداری به یک جامعه علمی یا دانشگاهی در مفهوم Science تبدیل و یا تفکیک می‌کند؟

فلسفه و جامعه‌شناسی علم

در دوران آغازین سربرآوردن علم در مفهوم ساینس، در زمانی طولانی مجاهدت‌های تجربی و مباحثات علمی به تنهایی انجام می‌شد. مثال واضح آن، انقلابی بود که در اثر کشف اکسیژن و دگرگونی‌های علمی متعاقب آن روی داد. در این انقلاب شیمیایی دو دانشمند، یکی جوزف پریستلی (۱۸۰۴-۱۷۳۳) مدافع تئوری فلوژیستون و دیگری آنتوان-لوران لاووازیه (۱۷۹۴-۱۷۴۳) نخستین کسی که نقش اکسیژن را در احتراق و تنفس شناسایی کرد، در برابر هم قرار داشتند.

از نظر تومس کوون^۱، مشخصات مشی علمی عمدتاً از رهگذر علم متعارف به بیان درمی‌آید. علم «بهنجار یا متعارف»^۲ دوره ای است که در آن هدف پژوهش علمی در محدوده یک رشته، شناسایی «امور واقعی»^۳ است که حائز اهمیت است و به تبیین و واریسی

نیاز دارد که آیا امور واقع مشاهده شده با تئوری غالب سازگاری دارد و با گسترش بیشتر تئوری، از باب نمونه، قدرت تبیین‌گری و پیش‌بینی‌کنندگی آن به حوزه‌های جدید پژوهش توسعه داده می‌شود. در دوره‌های علم بهنجار یا متعارف، پژوهشگران تئوری را تحکیم و محافظه کارانه در درون یک پارادایم موجود عمل می‌کنند. (۴، صص ۱۶۱-۱۶۰). به عبارت دیگر، علم بهنجار یا متعارف به معنای پژوهشی است که به شکل استواری بر شالوده یک یا چند دستاورد علمی پیشین بنا شده، دستاوردهایی که برخی از جوامع علمی در برهه‌ای از زمان، آنها را به مثابه بنیاد عمل آینده خویش به رسمیت شناخته‌اند و در کتاب‌های یا درسنامه‌های مقدماتی و پیشرفته مورد بحث قرار می‌گیرند؛ از این موارد می‌توان به فیزیک ارسطو، المجسطی بطلمیوس، اصول و نورشناسی نیوتون، الکتریسیته فرانکلین، شیمی لاووازیه و زمین شناسی لایل که هر یک بنیاد تفکر و تفحص در زمان خود بودند، اشاره کرد. این کتاب‌ها و درسنامه‌ها واجد دو خصلت اساسی بودند: ۱) دستاوردهای آنها چنان بی سابقه بودند که گروه پایداری از هواداران را از رشته‌های رقیب فعالیت علمی به سوی خود جلب و جذب کنند. در عین حال، این دستاوردها آن قدر باز بودند که انواع مسائل را برای حل در اختیار گروه نوپدید کارورزان (کارورزان علم و پژوهش) قرار می‌دادند. کوون دستاوردهایی را که واجد این دو خصلت باشند را «پارادایم»^۴ نامید؛ نامی که پیوند نزدیکی با «علم بهنجار یا متعارف» دارد (۳۵، صص ۹۴-۹۳).

پریستلی (جوزف) به عنوان مدافع تئوری فلوژیستون که تئوری غالب زمان خود بود و لاووازیه (آنتوان لوران) به عنوان کاشف اکسیژن هر یک در درون پارادایم خود (به عنوان علم بهنجار یا متعارف زمان خود-تاکید از نویسنده است) مجاهدت، بحث و رقابت می‌کردند. این انقلاب شیمیایی در اندیشه در حوزه‌های متعددی رشدپذیری خود را نشان داد (۴، صص ۱۶۱-۱۶۰). به نظر می‌رسد که مثال مشهور گالیله این تصور احتمالاً نه چندان درست را به وجود آورده است که این نجوم بود که کلیسا را از جایگاه خود به زیر کشید، در حالی که احتمالاً سیلاب و بهمن کشفیات در علم شیمی و بحث‌های فلسفی-علمی متعاقب بود که کلیسا را به جایگاه راستین خود راند.

با تحولات علمی و لزوم تخصصی شدن، و سپس همکاری بین دانشمندان و آنگاه همکاری‌های بین رشته‌ای، جامعه علمی با مشخصات خاص و فعالیت‌های مشخصی فراروید تا بتواند پاسخگوی نیازهای امروز جامعه بشری باشد. بنابراین، یک توصیف مشخصات جامعه علمی می‌تواند به قرار زیر باشد:

۱- دستاورد نهایی کاربرد روش پژوهش در قلمروی معین. در این معنا، «علم» به پیکره‌ای از دانش با خصوصیات معین دلالت دارد

1. Thomas Kuhn
2. Normal Science

3. Facts
4. Paradigm

از جنبه همگرا و هم‌افزای دیسیپلین‌های علمی، طب و شاخه‌های آن از آن رو برگزیده شد که برای طیف گسترده‌ای از خوانندگان از همه ملموس‌تر است، چرا که در تمامی رشته‌های دیگر، به ویژه علوم پایه، زیست‌شناسی (با تأکید ویژه بر ژنتیک)، و علوم کامپیوتر و ریاضیات همگرایی و هم‌افزایی به درجات بالاتر رخ داده است؛ اتمام پروژه تعیین ژنگان (ژنوم) و سپس آغاز شناخت میکروبیوم انسان از نتایج این هم‌گرایی و هم‌افزایی است.

اینک روند دائمی روی آوردن به یکپارچگی در رشته‌های مختلف علمی توقف‌ناپذیر است و مرزهای آشکاری که در گذشته بین بسیاری از رشته‌ها وجود داشت، کم‌رنگ شده است. مثال واضح آن فرارویدن الکتروکاردیوگرافی، رادیولوژی، سونوگرافی، ام‌آر‌آی، سی‌تی‌اسکن و تمامی فناوری‌هایی است که روزبه‌روز در حال تکوین و توسعه هستند و از پیوند بین فیزیک و طب به‌وجود آمده‌اند. حرکتی دائمی در علم به‌صورت حرکت از کثرت به‌سوی وحدت همیشه وجود داشته است، دیوارهای ستبر پیشین بین رشته‌های مختلف بسیار نازک شده، رشته‌های علمی جدیدی در حال ظهور است. بنابراین، توجه ویژه در هر رشته‌ای و در اینجا طب، به عامل هم‌گرا و یکپارچه‌کننده علوم مختلف، یعنی روشمندی علمی ضروری است (۷، صص ۹۷-۹۶).

روشمندی علمی به عنوان فلسفه و زبان مشترک رشته‌های مختلف علمی و برای تفکیک آن از شبه علم و ناعلم

به‌طور خلاصه، ویژگی‌های سنت معرفت علمی یا به‌عبارت دیگر، معرفت تجربی را می‌توان در امور زیر خلاصه کرد (۸):

۱- **متکی بودن بر تجربه و مشاهده** - تجربه‌ای که در دسترس همگان است (برخلاف تجربه در منابع دیگر معرفتی، برای مثال عرفانی)، عینی و قابل تجربه به‌شکلی تکرارپذیر است، به‌نجوی که دیگری هم بتواند تجربیات دیگران را عیناً تکرار کند^۲ و احتمالاً به همان نتایج برسد یا نتایج دیگری به‌دست آورد. این تجربه باید به عینیت دربیاید. حتی در طب و در معاینه درمانگاهی، «مشاهده» اولین قدم در نیل به تشخیص است؛ اگر دقت کنیم، بار معنایی واژه «عینی» در کلمه «معاینه» موج می‌زند.

۲- **کاوش تجربی مبتنی بر فرضیه است** - کلمه فرضیه^۳ توضیحی لازم دارد. در گذشته رسم بر این بود که اساتید و فرهیختگان نظرشان را در حوزه‌های علمی مسیحی قرون وسطایی به‌شکل «تز» مطرح و تقاضای بحث می‌کردند. تز، بخش مرکزی و اصلی یک تئوری است. مثال مشهور آن، ۹۵ تری بود که گمان می‌رود حدود ۵۰۰ سال پیش مارتین لوتر در ویتنبرگ آلمان مطرح و در برابر فروش آموزش نامه کلیسا قدم علم کرد. در عرصه علم چون قرار است که اطمینانی از پیش برای درستی نظریه‌ای که در

۲- فرایند اکتساب شناخت به روشی که حساس به شاهد و گشوده به نقد عقلانی است. در این معنا، «علم» به روش پژوهش دلالت دارد.

۳- کل اجتماعی که به فعالیت‌هایی که در بندهای (۱) و (۲) تعریف شد، می‌پردازد و شامل آنهایی می‌شود که پژوهش می‌کنند، نهادهایی که در آنجا کار می‌کنند، آزمایشگاه‌هایی که محل اجرای آزمایش‌ها هستند، مجلاتی که حاصل کارشان را منتشر می‌کنند، کتاب‌هایی که می‌نویسند و مانند آن‌ها. به این معنا، «علم» به نهادی دلالت دارد که بخش جدایی‌ناپذیر بسیاری از جوامع انسانی است (۴، ص ۲۱۰).

آنچه نگارنده را ناچار و درعین حال مجذوب بحث درمورد روشمندی علمی کرده، مسئله قدرت فوق‌العاده‌ای است که این منبع معرفت علمی به انسان داده است. اصطلاحاً طب‌های بریده از ساختار تحول تاریخی علم و در اصطلاح غلط آن طب مکمل به هیچ وجه قادر به توصیف این قضیه نیست که چگونه بر اثر استیلای طب مدرن، جمعیت بشر در مدت کوتاهی توانست از یک میلیارد در حدود دویست سال پیش، به حدود هشت میلیارد تن در روزگار کنونی برسد. در نگاه کلان، روشمندی علمی نوعی هم‌گرایی بین رشته‌های مختلف علمی به‌وجود آورد که جایگاه تمدنی امروزه به چنین بنای عظیم، رفیع و باشکوهی رسیده است.

از مشخصات نظام آموزشی جدید، تخصصی شدن روزافزون علم و جدایی علوم طبیعی از علوم انسانی است (۵). در این روند تخصصی شدن روشمندی علمی در رشته‌های مختلف، بسیاری از رشته‌های علمی در مسیری هم‌گرا جذب هم شدند و شکوفایی علمی دستاورد آن بود. به لحاظ تاریخی در عرصه طب، حوزه‌های مغناطیسی به‌وجود آمد و موجب شد که سایر رشته‌ها به شیوه‌ای رشدپذیر جذب آن شوند. تا حدود قرن ۱۸، جراحی ارتباطی به پزشکی نداشت و جراحان به لحاظ حرفه‌ای و صنفی در ردیف دلاکان و آرایشگران به حساب می‌آمدند. این کینه (فرانسوا)^۱ فرانسوی بود که نخستین مدافع جراحی به‌عنوان بخش مهم حرفه پزشکی شد. وی نقش مهمی در متقاعد کردن پادشاه فرانسه در دستور جداسازی جراحان از آرایشگران داشت (۶ ص ۳۵).

به‌مدد این روند هم‌گرا، طب توانست بسیاری از حرفه‌ها و اصناف را جذب خود و آنها را یکپارچه سازد. علاوه بر جراحی، اصنافی همچون عطاری، طب اسنان، شکسته‌بندی، بیطاروی و غیره با مجهز شدن به روشمندی علمی به رشته‌هایی چون داروسازی، دندان-پزشکی، ارتوپدی، دامپزشکی و ... فرارویدند تا بتوانند از جنبه بهداشتی به جریان تمدنی نوینی که به‌مدد روشمندی علمی نیرو گرفته و رشد و نمو کرده بود، خدمت کنند. در ارائه مصداق

1. François Quesnay
2. Intersubjective testability

3. Hypothesis

ذهن به عنوان یک حدس هوشمندانه شکل گرفته وجود نداشته باشد، آن را به صورت «فرضیه» یا در اصطلاح مرسوم آن، هیپوتز پیشنهاد می‌دهند که عمدتاً در تحقیقات کمی^۱ مطرح است (۷، صص ۱۰۰-۱۰۱). علم مجموعه استقراها و تعمیم‌های بی‌هدف و دلخواهی^۲ نیست و به کمک تجربه‌ها و استقراها تئوری‌های ذهنی امتحان می‌شوند. فرضیه‌ها هستند که میدان کاوش و مجاهدت علمی را معین می‌کنند.

۳- **تئوری‌مندی به عنوان پایه تفسیرها**-تفسیرها همواره در سایه تئوری‌ها و قانون‌های علمی صورت می‌گیرند و تئوری، چهارچوب بحث و تفسیر را مشخص می‌کند- در زبان یونانی Theoria به معنی تأمل و اندیشیدن است (۹).

۴- **بیان یک نظم همیشگی و پایدار**- قانون یا نظریه، نظمی همیشگی و پایدار را بیان میکند. در عرصه طب نیز پیش‌بینی وضعیت بیمار معادل این قانون یا نظریه علمی است.

۵- **ابطال‌پذیری**- قانون یا فرضیه علمی وقوع بعضی پدیده‌ها را ناممکن اعلام می‌کند و به عبارتی، آماده ریسک است تا خود را در معرض آزمون قرار دهد. این را در عرصه علم «ابطال‌پذیری»^۳ می‌نامند.

ابطال‌پذیری را پوپر^۴ (کارل رایموند) به عنوان ضابطه تمیز گزاره علمی از گزاره‌های غیرعلمی، و نه ضابطه معنادار بودن، پیشنهاد داد (۲، صص ۱۴۲-۱۰۰). هرچند به ابطال‌پذیری، به عنوان ضابطه تمیز گزاره‌های علمی از غیرعلمی، نقدهایی به‌ویژه از سوی شاگردانش پل فایرابنده^۵ و تومس کوون^۶ وارد شد، اما فعلاً در حیطه مجاهدت علمی فعلی و نیز طب اعتبار بالایی دارد و در اینجا نیز بر همین منوال بحث خواهد شد. با اتکاء به ضابطه ابطال‌پذیری، به واقع تنها مرجع معتبر فکری که در آن کارد دسته خود را می‌برد، علم در مفهوم science است (۷، ص ۱۰۳). در داوری بین پوپر و کوون، در تحقیقات دامنه داری که ایمره لاکاتوش به عمل آورد، این گونه اعلام نظر کرد که «ابطال» در پیوند با «اثبات» نظریه اهمیت می‌یابد، به عبارت دیگر، «ابطال» نقش کمکی و ثانوی دارد؛ علم در طی «اثبات» آفریده می‌شود و «ابطال» آن را داوری می‌کند (۱۰).

در جریان جمع آوری و ثبت اطلاعات و داده‌های حاصل از آزمایش‌ها، براساس فرایندی که می‌توان آن را استدلال استقرائی^۷ نامید، به سنجش آنها می‌پردازیم. استقراء قاعده‌ای است که این مجوز را به ما می‌دهد تا بتوانیم از روی تجربه‌ای که از مطالعه موارد

مشخص به دست می‌آوریم، یک قانون کلی صادر کنیم. در کنار آن باید به واژه «نقد»^۸ توجه کرد که آن را فریدریش شلایرماخر^۹ برای بررسی هر متنی به این صورت استفاده کرد که ابتدا ضرورت دارد اصالت واژه‌ها و درستی آن‌ها را بررسی کنیم، پیش از آنکه وارد مرحله تفسیر شویم (۱۱). پس از رعایت توصیه شلایرماخر، باید وارد مسئله استقراء شد. مسئله استقراء عبارت از **بررسی حجیت و شرایط صدق استنباطات استقرائی** است. به عبارت دیگر، در استقراء اعتبار منطقی گزاره‌های کلی مبتنی بر تجربه، همچون فرضیه‌ها و دستگاه‌های تئوریک علوم تجربی تعیین می‌شود. در عرصه طب نیز حجیت و شرایط صدق علائم درمانگاهی را در کنار هم قرار می‌دهیم و می‌سنجیم و براساس اصل مجوز استقراء، آن‌ها را معیار احتمالات پیش‌رو قرار می‌دهیم؛ زیرا این گزاره که می‌گوید «اصل مجوز استقراء معیار سنجش احتمالات است» دقیقتر است تا این یکی که «اصل مجوز استقراء را معیار تعیین صدق در علوم» بخوانیم. براساس آرای دیوید هیوم^{۱۰} به روشنی مشخص است که اصل مجوز استقراء چه آسان دچار تناقضات منطقی می‌شود که پرهیز از آن‌ها اگر محال نباشد، بسیار دشوار است (۲، صص ۳۹-۴۳). به این ترتیب، وظیفه پژوهشگر در رعایت روشمندی علمی بسیار خطیر است؛ وی موظف است که در عرصه مشی علمی با پالایش و بازبینی دائمی شواهد و استدلال‌ها، نقایص احتمالی را تا جای ممکن به کمینه برساند. «درعین حال، علم آمار نیز از دیدگاه فلسفه آمار اساساً استدلال استقرائی متکی بر منطق استقرائی^{۱۱} است» (۱۲).

منطق اکتشاف علمی: معیار تعیین اصالت کار پژوهشی

همان‌طور که پیش‌تر آمد، علم، مجموعه استقراها و تعمیم‌های کور نیست. بر اساس تجربه مستقیم با طبیعت، با مشکلی برخورد می‌کنیم و پرسمانی شکل می‌گیرد که بر اساس مبانی تئوریک به مسئله تبدیل می‌شود و به کمک تجربیات و استقراها به محک امتحان درمی‌آید. میدان کاوش و مجاهدت علمی بر اساس فرضیه‌ها تعیین می‌شود. اصالت یک کار پژوهشی، در آن تجربه مستقیم با طبیعت است که از دل آن یک سؤال مبتنی بر امر واقع و یک مشکل برآمده از امر واقع شکل می‌گیرد.

در طول چند قرن مجاهدت علمی پاسخ به سؤالات اساسی فراهم شده و فناوری^{۱۱} از تبدیل علم به ابزار شکل گرفته است. بنابراین سازمان‌های اداری زیادی هستند که می‌توانند با تکیه بر انباشت تجربه بشری از رهگذر روشمندی علمی، به نیازهای روزمره پاسخ دهند. از طرف دیگر، در امور جامعه انسانی مسائلی بروز می‌کند

1. Quantitative research
2. Arbitrary
3. Falsification or refutability
4. Karl Reimond Popper
5. Paul Feyerabend
6. Inductive Inference

7. Critique
8. Friedrich Schleiermacher
9. David Hume
10. Inductive logics
11. Technology

ضرورت دارد که هم به صورت بیرونی و هم به صورت درونی ارزیابی کیفی و کمی از آن به عمل بیاورد. مسلم است که راحت‌ترین معیار در زمینه ارزیابی فعالیت پژوهشی تعداد مقالات است؛ معمولاً راحت‌ترین راه‌ها، بدترین آنها هستند.

از نیمه دوم دهه هفتاد به تدریج فشارها برای انتشار مقاله افزایش یافت و از سال ۱۳۷۹ چاپ مقاله برای دانش‌آموختگی دانشجویان دوره دکترا به یک الزام و اجبار تبدیل شد. مقدمات آن از پیشتر فراهم شده بود. نگارنده شخصاً در سخنرانی افتتاحیه مرحوم دکتر فتح الله مضطرزاده معاون پژوهشی وقت وزارت فرهنگ و آموزش آن زمان و علوم فعلی در سال ۱۳۷۴ در کنگره پیوند صنعت و دانشگاه که در دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد برگزار شد، حضور داشت. وی با اندوهی که در لحنش موج می‌زد در سخنرانی افتتاحیه گفت: اساتید دانشگاه باید به پژوهش روی بیاورند، دیگر خوب درس دادن افتخاری ندارد چون اکثر فارغ‌التحصیلان ما کار پیدا نمی‌کنند.

بعد از طرح تعدیل اقتصادی در دولت اول سازندگی از سال ۱۳۶۸ به بعد، حوزه تحصیل از حوزه اشتغال جدا شد؛ یعنی از آن زمان دیگر خوب درس خواندن و گرفتن مدرک الزاماً به معنی دستیابی به شغلی آبرومند با حاشیه امنیت خوب و مناسب برای پایه‌ریزی یک زندگی متوسط و شایسته یک انسان با فرهنگ و فرهیخته نیست (۷، صص ۲۱۱-۲۱۰). به میان کشیدن موضوع پژوهش بیش از آن که یک موضوع اصیل و معطوف به و مبتنی بر سابقه درازمدت ارتباط صنعت با دانشگاه در اروپا باشد، برای ایجاد راه تنفس جدید برای دانشگاه از اتمسفر مالی و اعتباری کشور بود. شرایط در آن زمان طوری بود که اعتبار ارزی فعال‌ترین مرکز تحقیقات علوم پایه کشور ۲۰۰۰ دلار در سال بود، اما اگر مدیر کلی از بانک مرکزی می‌خواست در کشور ایتالیا در جلسه‌ای شرکت کند هتل شبی ۸۰۰ دلار در شأن وی نبود، باید جای وی را با هتلی به قیمت ۱۵۰۰ دلار در شب عوض می‌کردند (۱۳). یک پژوهش به خوبی نشان خواهد داد که بخش مجلات و نشریات خارجی دانشگاه‌های کشور در دوره زمانی دهه ۶۰-۸۰ شمسی چقدر ناقص است و دانشکده‌ها و دانشگاه‌ها چقدر برای تأمین ارز برای بخش کتاب‌ها و مجلات خارجی در تنگنا بودند. در همان زمان با هزار زحمت و التماس از دوستانی که در خارج به سر می‌بردند، تقاضای ارسال کپی مقالات می‌کردیم. مدتی طولانی با منابع کتابخانه‌ای نحیف، طلب مقالات قوی می‌کردند. در مقایسه با «شعب ابی‌طالب» آن روزگار، امروزه

که تاکنون پاسخی برای آنها یافت نشده است و کسی، حتی دانشگاهیان، راه پاسخ به آنها را نمی‌دانند.

در این شرایط خلق یک سؤال دقیق و درست و ارائه آن به دانشگاه و مراکز پژوهشی موتور محرک کار پژوهشی است. دانشگاه در این موارد با روشمندی علمی خاص خود اول این سؤال بی‌سابقه را به یک مسئله قابل حل تبدیل می‌کند و با شکستن آن به چند سؤال کوچکتر و پاسخ به تک تک آنها، امکان استخراج پاسخ کلی به سؤال بزرگتر را فراهم می‌کند.

جنبه دیگر از موضوع خلق سؤال، مطالعاتی است که دانشگاه در عرصه اجتماع انجام می‌دهد. در مواجهاتی که در این مطالعات در تماس با امور واقع در اجتماع رخ می‌دهد، با موضوعی روبرو می‌شود که بدیهی پنداشته شده است. تبدیل کردن این امور و در واقع مشکلات بدیهی پنداشته شده به یک پرسمان و مسئله، از سرچشمه‌های دیگر خلق سؤال برای یک مجاهدت پژوهشی است. برای طراحی یک طرح پژوهشی و انجام آن، پیروی از منطق اکتشاف علمی یک اصل و اساس است.

پژوهش باید متکی بر منطق اکتشاف علمی باشد. پژوهش در اصل به نوعی آزمودن تئوری است. آزمودن هر تئوری چهار مرحله دارد. نخست باید ببینیم که آیا دستگاه در دست آزمون، عاری از تناقض هست یا نه. برای این کار، باید پیامدهای تئوری را منطقاً با یکدیگر مقایسه کنیم. دوم، باید در صورت منطقی تئوری دقت و ریزیم تا دریابیم که خصلت علمی یا تجربی دارد، یا آنکه مثلاً همانگونه^۱ است. در مرحله سوم، باید تئوری را به مصاف مقایسه با تئوری‌های دیگر بفرستیم تا معلوم شود که به فرض قبولی در امتحان‌های گوناگون، آیا اصولاً پذیرش تئوری، کمکی به پیشبرد دانش ما خواهد کرد یا نه. آخرالامر، نوبت به آزمودن تئوری با استفاده از کاربرد تجربی نتایج آن می‌رسد. منظور از آزمون آخر، دریافت آن است که دستاوردهای تئوری (یعنی نکته‌های تازه‌ای که در تئوری آمده است)، تا چه حد توقعات تجربه را برآورده می‌سازد؛ خواه این توقعات از جانب علم تجربی باشد، خواه از ناحیه صنعت و فن^۲ (ص ۴۶).

تعیین معیار مناسب برای ارزیابی کمی و کیفی فعالیت پژوهشی: معیار نامناسب یعنی انحراف در پژوهش

وقتی که دانشگاه به صورت یک نهاد در می‌آید، یعنی به سازمانی عریض و طویل تبدیل می‌شود و دستگاه اداری پیدا می‌کند،

1. Tautologic

همانند این که بگوییم، «از کوزه همان برود تراود که در اوست». همانگویی یا توتولوژی، گزاره‌ای (محمولی) است که با هر تعبیر برای منطق گزاره‌ها (یا تابع ارزش‌گذاری) همواره صادق است. در علوم تجربی، گزاره‌هایی هستند که به رغم درستی احتمالی نمیتوان آنها را به محک ابطال‌پذیری سنجید. اولین بار در ۱۹۲۱ لودویگ ویتگنشتاین این واژه را به کار برد. در علم منطق و زبان‌شناسی به عبارتی گفته می‌شود که به نوعی بازگویی یا تکرار یک مفهوم به صورت غیرضروری و بدون خلق معنای جدیدی است، همانند آب خیس است یا در این پژوهش، یک نوآوری نوین دیده می‌شود. در طرح‌های پژوهشی زمانی همانگویی رخ می‌دهد که مفاهیم یا فرضیات تحقیق از پیش مشخص و بدیهی باشد، بدون آنکه اطلاعات جدیدی ارائه دهد یا چیزی به علم بیفزاید. این نوع بیان از عدم دقت یا شفافیت در طرح مسئله یا فرضیه‌ها ناشی می‌شود. برای مثال، رابطه کیفیت تغذیه با سلامت فی نفس همانگونه نیست، اما فاقد دقت و شفافیت در طرح مسئله است. رابطه کیفیت تغذیه با مقاومت به بیماری‌ها دقیق‌تر است. طرح پژوهشی رابطه انسان‌های فقیر با سطح درآمدشان یا میزان رابطه مصرف سوخت با مسافت پیموده شده یک وسیله نقلیه همانگونه است.

با ظهور اینترنت به بهشت بیشتر شبیه است.

به ناگهان انتشار مقاله و نه الزاماً پژوهش اصیل، اعتباری بسیار بالا پیدا کرد و جذب بودجه‌های پژوهشی، ترفیع، ارتقاء، شرکت در کنگره‌ها، فرصت مطالعاتی و هر چیزی که در دانشگاه بود به مقاله ارتباط داده شد. تا معاونت‌های پژوهشی متوجه موضوع شوند، مجلات پاکستانی بسیاری از بودجه در آن زمان سخاوتمندانه معاونت‌های پژوهشی برای حق چاپ^۱ را بلعیده بودند. به تدریج «شبه‌قانون» پشت «شبه‌قانون» در دانشگاه‌ها به تصویب رسید که به شیوه افسارگسیخته انتشار مقاله لگام بزنند. ابتدا فهرست مجلات سیاه درآمد و سپس ناچار شدند که فهرست مجلات سفید منتشر کنند. نگارنده از اصطلاح «شبه‌قانون» استفاده می‌کند، چون همه این معیارهایی که خلق شدند، کاملاً کمی و مبتنی بر مبنای ریاضی بود و هست. این شبه‌قانون‌ها بیشتر «نهی‌نامه» بودند تا هر چیز دیگر، و هیچ سختیتی با منطق اکتشاف علمی نداشته و ندارند. صال‌مصلحیان (۱۴۰۰) که خود سال‌ها مدیر پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد بوده مزایا و معایب برخی از این معیارها را سنجیده است (۱۴). آن چه اتفاق افتاد، دقیقاً همانند مسئله ورود اتومبیل به کشور و گرفتاری ما با فرهنگ ترافیک و عوارض آن است. پیش از آن که فرهنگ و معیارهای ترافیک در کشور نهادینه شود، اتومبیل وارد کشور شد که گرفتاری‌های برآمده از این گسست بین فرهنگ و فناوری وارداتی نیاز به توضیح ندارد.

به لحاظ محتوایی و درونی، و نه ساختاری و پشتیبانی، نظام آموزش عالی و دانشگاهی کشور را باید مرکب از پنج مؤلفه اصلی دانست که هر کدام نظامی با اجزای متعدد و بهم پیوسته است. این نظام‌ها عبارت است از: ۱- نظام آموزشی، ۲- نظام پژوهشی، ۳- نظام اطلاع‌رسانی، ۴- نظام سنجش و ارزیابی، ۵- نظام حمایت و تشویق (۱۵). لازم به تاکید نیست که به رغم مستقل بودن هر یک از این نظام‌ها یا سیستم‌ها از یکدیگر، باید به صورت یک مجموعه دارای برهمکنش و توأم با هم‌افزایی کار کنند. برای مثال، نظام پژوهشی مقوم و افزایش‌دهنده کیفیت نظام آموزشی است و لازم است که مفاهیم و خون تازه به درون آن پمپ و آن را متحول کند. با بازخوردی که نظام آموزشی می‌گیرد، افراد مستعد برای کار پژوهشی بهتر و با کیفیت‌تر را روانه عرصه تحقیق و تفحص می‌کند.

ذکر یک مثال تاریخی به وضوح موضوع کمک می‌کند. برای

چند قرن درس آناتومی تسلطی قاهر بر آموزش پزشکی داشت. حتی فیزیولوژیست شهیری چون کلود برنار^۲ فرصتی برای تدریس نمی‌یافت یا به وی میدان نمی‌دادند تا به تدریس فیزیولوژی بپردازد. مدت‌ها طول کشید تا درس فیزیولوژی به جایگاه رفیع امروزی دست پیدا کند. با این حال، شکستن چارچوب مستحکم مبتنی بر آناتومی گریزناپذیر بود. برای مثال، تحقیقات رامون-کاخال (دون سانتیاگو) در مورد بافت عصبی انقلابی بود. وی با مشاهده مغز موش و شبکه درهم‌وبرهم و بی‌نظمی که تا پیش از وی زیر میکروسکوپ می‌دیدند، توانست نظم میان بی‌نظمی را ببیند و نرون را به عنوان واحد تشکیل‌دهنده دستگاه اعصاب شناسایی کند. در ادامه، فیزیوپاتولوژی از دل تحقیقات علمی روید و به مبنای آموزش تفکر علمی در طب تبدیل شد (۷، ص ۱۱۳).

برای فعالیتی دارای برهمکنش و متکی به هم‌افزایی نظام‌های پیشگفته دانشگاهی، دانشگاه‌ها باید مجموعه‌ای خودپو^۳ و خودپالا^۴ و خودارزیاب^۵ همانند یک اقیانوس باشند. در شیوه فعلی، نظام آموزش عالی و دانشگاهی به یک آکواریم بیشتر شبیه است که لازم است مرتب به آن سر زد و به طور مصنوعی آن را سر پا نگه داشت. برای این که نظام دانشگاهی نه به یک آکواریم بلکه به یک اقیانوس شبیه باشد، باید مدل مفهومی^۶، ملاک^۷، معیار^۸، محک^۹، و آنگاه ضابطه یا قانون^{۱۰} را به درستی پیش بینی کرد که مورد اخیر، برای اقدام در جهت تشویق یا در جهت نهی، بازداشتن و هدایت مجدد به سمت هدف اصلی است. با این کار یک ریل‌گذاری انجام می‌شود که برخلاف راه‌آهن، مسیری که ریل به آن منتهی می‌شود کاملاً معلوم نیست و حتی ممکن است به سوی پرتگاه برود (شکل ۱). لذا خودپویی، خودپالایی و خودارزیابی برای این است که متوجه انحراف و خطر در ریل‌گذاری شدیم، همانند اقیانوس با اتکاء به خود و نه یک آکواریم با اتکاء به یک عامل کنترل‌کننده تصحیح شود. یک شرط دیگر نیز برای این که همچون اقیانوس باشد وجود دارد؛ هماهنگی و توازن بین نظام‌های آموزش عالی به هیچ‌وجه نباید مخدوش شود. به عبارت دیگر، پیشتازی در امر پژوهشی نباید بهانه‌ای برای کم‌مایگی یا حتی میان‌مایگی در آموزش باشد (۱۶، ص ۱۱۱)، در حالی که دقیقاً آموزش، فدای پژوهش شده است. مجموعه نظام سنجش نیز نباید تمام توان خود را فقط متوجه کنکور کند، بلکه به درستی بتواند فعالیت دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی را در محدوده علم و وظایف اجتماعی علمی بسنجد.

1. Page charge
2. Claude Bernard
3. Self-dynamic
4. Self-refining
5. Self-evaluator

6. Conceptual model
7. Criterion
8. Standard
9. Benchmark
10. Rule

یک مجموعه دانشگاهی برای همه- چه آنهایی که از پیش فعالیت داشته‌اند و چه آنهایی که تازه به قطار دانشگاه می‌پیوندند- مفهوم و معنای مشترکی خلق کند تا همکاری‌های بین بخشی، بین گروهی، بین دانشکده‌ای و دستکم درون دانشگاهی ممکن شود.

«مدل مفهومی» بسیار مهم است و نقطه مرکزی آن تعریف هر دانشگاه از خویش، و «چشم‌انداز» و «ماموریتی»^۲ است که برای خود در نظر گرفته است. اگر این مدل مفهومی درست تعریف نشود، موجب سرگردانی بدنه هیئت علمی و محققین خواهد شد. توصیف «مدل‌های مفهومی» در حوصله این مقاله نیست ولی ذکر یک مثال، آن هم از نوع پاتولوژیک، به درک بهتر موضوع کمک خواهد کرد.

در دولت‌های یازدهم و دوازدهم، معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد مدل مفهومی سطوح آمادگی فناوری^۳ را برگزید. برای دانشگاهی که معماریش از ابتدا بر اساس آموزش بوده است، تحمیل مدلی که مناسب برای ناسا یا صنایع موشکی هدفمند به یک فناوری خاص است، همانند مونتاژ سر یک ربات بر بدن یک موجود زیست‌شناختی بود.

برای معرفی «مدل مفهومی»، ویژگی‌هایی که ریل مورد نظر باید داشته باشد تا به هدف مورد نظر برسیم و مشخصات آن «مدل مفهومی»، بر اساس «ملاک» تعیین می‌شود. «ملاک» اصولی است که برای قضاوت و تصمیم‌گیری در نظر می‌گیریم. برای مثال، ملاک مدل مفهومی ممکن است افزایش تعداد مقاله، افزایش رتبه دانشگاه در سطح جهان، افزایش رشد اقتصادی، تاثیر بر اجتماع، رشد اقتصادی، بهبود کیفیت زندگی و یا استراتژی‌هایی باشد که در چشم‌انداز و ماموریت دانشگاه و یا هر دانشکده در نظر گرفته می‌شود.

«معیار»، خطکش یا عیاری است که بر اساس آن ملاک مورد نظر را اندازه می‌گیریم و شاخصی برای ملاک است و آن را اندازه گیری می‌کند و الزامات، مشخصات، دستورالعمل‌ها یا ویژگی‌هایی را ارائه می‌کند که می‌تواند به طور مداوم برای اطمینان از این که اختصاصاً فعالیت‌ها و فرایندهای پژوهشی مطابق چشم‌اندازها، ماموریت‌ها، مدل مفهومی و ملاک‌ها روی ریل استراتژی قرار دارد، به کار گرفته می‌شود. این همان «منطق اکتشاف علمی» است که به تعریف کارل پوپر پیشتر بدان اشاره شد و در تصویب طرح‌ها و فعالیت‌های پژوهشی و یا ابطال پیشنهاد و رد آن باید به جد در نظر گرفته شود.

«محک»، مبنای مقایسه را بین فعالیتهای پژوهشی مختلف



شکل ۱. ریل‌گذاری و تعیین سرنوشت دانشگاه و فعالیت‌های پژوهشی آن.

(پوستر سومین همایش سمینار فلسفه علم که در دوم اسفند ۱۳۹۵ در دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد برگزار شد. با تشکر از سرکار خانم دکتر بهناز نوروزی، دامپزشک متخصص داخلی، به خاطر پذیرفتن ترسیم و اجازه انتشار این کاریکاتور). در پوستر مسیر قطار علم مبهم است و خورشید هم با نگرانی برای محافظت دست‌هایش را جلو آورده است. دانشجویی با انگیزه فراوان می‌خواهد به این کاروان بپیوندد. ساعت کش آمده روی واگن آخری با الهام از نقاشی تداوم حافظه (The Persistence of Memory) سالوادور دالی آمده است، برای یادآوری این که باید به خاطر بیاوریم که کشتزار امروز نتیجه شیوه آبیاری دیروز است و در صورت تداوم آن فردا چه درو خواهیم کرد؟ منطق اکتشاف علمی برای هدایت درست این قطار ضروری است.

از مدل مفهومی، ملاک، معیار، محک تا ضابطه و قانون در نظام پژوهشی

مدل، شکل انتزاعی و ساده‌شده از واقعیت بیرونی در ذهن برای درک بهتر خودمان و تنی چند از همراهان و همفکران و همراهی‌ها است. هنگامی که آن را به صورت کاربردی برای این که طیف وسیعی از کاربران و کاروران بتوانند به درکی مشترک از آن-چه در نظر و در عمل- دست یابند و با مهارت آن را اجرا کنند، خلق «مدل مفهومی» ضروری است. معمولاً «مدل مفهومی» را به صورت نمودار و الگوریتم درمی‌آورند تا درک جهت گیری مورد نظر در

ویتامین A: یک ویتامین ساده یا کالایی استراتژیک و امنیتی

کشف نقش بسیار مهم عوامل مغذی حیاتی همانند ویتامین‌ها را باید جنبه‌ای مهم از تاریخ حماسی علم در نظر گرفت. این تاریخ به میزان قابل توجهی شیوه زندگی انسان و حیوانات را به لحاظ کمی و کیفی ارتقاء داده است. گاهی کلماتی در ادبیات برخی مناطق شنیده می‌شود که مترادف شبکوری است و امروزه می‌دانیم که کمبود ویتامین A علت مهمی برای این پدیده است.

برای آگاهی از شیوه معیشت روستایی ایرانیان، و شاید مردم منطقه، کتاب‌های «اورازان» و «تات‌نشین‌های بلوک زهرا» به قلم جلال آل‌احمد منابع ارزشمندی هستند. به ویژه در کتاب اول، می‌بینیم که قوت مردم بیشتر نان و لبنیات است و به ندرت گوشت می‌خورند، مگر این که بره‌ای از کوه پرت شود و ناچار به ذبحش شوند.

در شیوه زندگی روستایی و بهار کوتاه سرزمین ایران، که انگیزه‌ای برای سرودن بهاریه از سوی شاعران مختلف بوده است، دوره کوتاه مدتی سرسبزی مراتع ایران فرصتی فراهم می‌کرد که گله‌های گوسفند و بز با چرا در مراتع سرسبز با استفاده از پیش‌سازهای ویتامین A و در راس آنها بتا-کاروتن به مدت یکسال ذخیره کافی از این ویتامین را - هم برای خود و نوزاد خود، و هم برای خانواده دامدار- در کبد فراهم کنند. می‌توان حدس زد که اگر سالی بهارشان با خشکسالی شروع می‌شد و سبزینه‌ای در دسترس نبود، چه آسیبی بر وضعیت سلامتی مردم وارد می‌آمد. به ندرت می‌توان ماده مغذی‌ای یافت که گستره تأثیر آن بر سلامتی انسان و حیوان با این ویتامین قابل مقایسه باشد.

برای تامین این ویتامین چه باید می‌کردیم؟ این ویتامین در گیاهان وجود ندارد. بدون منابع حیوانی باید گیاهان حاوی پیش‌سازهای آن نظیر بتا-کاروتن را مصرف کرد. برای هشت میلیارد نفر چه مقدار زمین را باید به کشت هویج یا سبزیجات حاوی پیش‌ساز آن اختصاص داد تا نیاز جوامع انسانی به این ویتامین برطرف شود؟ آیا چنین چیزی ممکن است؟ آیا با مشخصات توسعه پایدار همخوانی دارد؟ «ردپای کربن»^۱ هویج، در حد ۰/۴ کیلوگرم معادل «دی‌اکسید کربن» برای تولید و توزیع هر کیلوگرم هویج است. در نگاه اول رقمی پایین به نظر می‌رسد، اما وقتی بخواهیم ویتامین A مورد نیاز را برای هشت میلیارد نفر از طریق کشت هویج تامین کنیم، این میزان گاز گلخانه‌ای قابل توجه خواهد بود.

ویتامین A در ۱۹۱۶ کشف شد. در ۱۹۳۱ توانستند آن را جدا و ساختمان شیمیایی آن را مشخص کنند. تا مدتها منبع تامین ویتامین A با اهداف دارویی به صورت یک کپسول ژلاتینی (

مشخص می‌کند، برای مثال کدام فعالیت‌ها ارجمندی بیشتری دارد و کدام یک از زمینه‌های پژوهشی بیشتر مورد نیاز جامعه است. برای مثال، یک محک بین مقالات مختلف را میزان ارجاع و استناد به آن در نظر گرفته‌اند که در نظام‌های رتبه‌بندی بسیاری مورد توجه است. از طرف دیگر، ممکن است یک نهاد دانشگاهی یا پژوهشی در بازه زمانی خاصی پژوهش روی پدیده فرونشست زمین (یا سرطان پستان) را نسبت به افزایش بهره‌وری در استحصال میوه‌ها (یا یک تومور نادر) در اولویت قرار دهد.

«قانون یا ضابطه» از برآیند ارتباطات منطقی بین مدل مفهومی، ملاک، معیار، محک استخراج و بر اساس توافقی ارگانیکی یا انداموار که بین جامعه، دولت، صنعت، سران دانشگاه و مراکز پژوهشی، و اعضای هیئت علمی و پژوهشگران حاصل می‌آید، فعالیت پژوهشی تنظیم، انجام، قضاوت، رهبری و هدایت می‌شود.

نشانی غلطی که دانشگاه و اعضای هیئت علمی به هم می‌دهند

مدل مفهومی در فعالیت‌های پژوهشی اهمیتی محوری دارد و باید موجودیتی عاری از تناقض و واجد یکپارچگی مفهومی برای موفقیت و نیل به هدف داشته باشد. اگر ملاک، معیار، محک، و ضابطه و قانون با یکدیگر روابط انداموار نداشته باشند، فعالیت پژوهشی به انحراف می‌رود و نمیتوان به راحتی قطار فعالیت پژوهشی را به ریل مناسب بازگرداند.

یک مثال از وقوع انحراف، تجارت با چاپ مقاله و موسساتی که تضمینی مقالات را در مجلات معتبر در قبال پول چاپ می‌کنند، است که کار تقلب را به مرحله بالاتری از تجربه مجلات پاکستانی ارتقاء دادند. مانند آن است که در میدان مرکزی شهر مواد مخدر بفروشند و پلیس هیچ کاری نکند.

گزارش وسعت تقلب علمی کشور به مجلات ممتاز و معتبر کشیده شده است (۱۷) و از این بابت وزارت و دانشگاه‌ها گویی کاری از دستشان برنمی‌آید. یک توصیف این است که ممکن است مشکل از ساختارهای خود وزارت و دانشگاه باشد و بهتر است اثر پر خودمان را در تیری که به وجودمان اصابت کرده ببینیم.

انتشار مقاله بخش مهم و نهایی فعالیت پژوهشی است و کسی منکر آن نیست. اما بدون ایجاد فرهنگ علمی و تعریف دقیق و درست از علم، انتشار مقاله را به مهم‌ترین بخش فعالیت پژوهشی اعضای هیئت علمی تبدیل کرده، فعالیت این صنف به همراه دانشجویان را به سوی حل مسائل اساسی کشور هدایت نکرده‌ایم. به طور مصداقی به دو مثال در اینجا اکتفا می‌کنیم.

خطر عمده این است که چاپ مقاله از خود هدف اصلی از پژوهش مهم‌تر شود؛ آنگاه خود به خود ممکن است اعضای هیئت علمی کیفیت کار را کاهش دهند (۲۰، ص ۷).

این وضعیت عملاً در دانشگاه‌های ایران اتفاق افتاده است. حال یکی از معیارهای ارتقاء در نردبان سیاست داشتن مدرک دانشگاهی است که عملاً ناقض کار روشمند سیاسی باید شمرده شود؛ یک انگیزه جنبی هولناک دیگر، که با تقلب در انتشار مقاله نیز گره خورده است (۱۷).

یک مثال به درک بهتر منظور نگارنده کمک می‌کند. میزان مصرف اسید سولفوریک یکی از شاخص‌های صنعتی شدن یا صنعتی بودن یک کشور به حساب می‌آید. خود دانشگاهیان می‌توانند از روی این مثال، خود را در آینده واقعیت ببینند. دست کم در عرصه علوم تجربی از روی میزان مصرف کیت‌های آزمایشگاهی می‌توان دید که اعضای هیات علمی به دنبال کشف کدام حقیقت در معنای اصیل پژوهش هستند.

به عنوان مثال، از روی میزان مصرف کیت‌های اندازه‌گیری شاخص‌های استرس اکسیداتیو می‌توان به بعضی حقایق پی برد. بهتر است از میزان مصرف آن در رشته‌های دیگر صرف نظر کرده، تنها در گوگل سکالر (<http://www.scholar.google.com>) عبارت زیر را جستجو کنیم. مقالاتی که در نتایج این جستجو ظاهر می‌شود، حیرت‌انگیز است (تاریخ جستجو ۱۴۰۲/۱۰/۲۲):

Oxidative stress+ Veterinary+Iran

نتایج در مورد شاخص‌های استرس اکسیداتیو به شرح زیر است و در پرانتز تعداد ارجاعات به همان مقاله نمایش داده می‌شود (قطعا تا این لحظه این آمار تغییر کرده است):

دامنه طبیعی شاخص‌های استرس اکسیداتیو در گوسفند دنبه‌دار (۲۰)

- دامنه طبیعی شاخص‌های استرس اکسیداتیو در بز (۱۹)
- اثر ترامادول بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در سگ (۱۰)
- مطالعه شاخص‌های استرس اکسیداتیو در گوسفند مبتلا به بابزیا (نوعی انگل خونی) (۶۱)
- رابطه شاخص‌های استرس اکسیداتیو با گوساله مبتلا به کم خونی (۲۰)
- رابطه شاخص‌های استرس اکسیداتیو با عناصر معدنی در بابزیوز گوسفند (۳۹)
- وضعیت شاخص‌های استرس اکسیداتیو در شتر (۱۲)
- رابطه شاخص‌های استرس اکسیداتیو در بیهوشی (۷)
- رابطه شاخص‌های استرس اکسیداتیو با انگل کبد در گوسفند (۲۵)

حاوی روغن کبد ماهی کاد (Cod) بود. برای یک جمعیت هشت میلیاردی چه مقدار باید ماهی کاد صید کرده روغن کبدش را بگیریم تا نیاز انسان و حیوانات را برطرف کنیم؟ در ۱۹۴۷ موفق به سنتز شیمیایی ویتامین A شدند و در ۱۹۴۸ اولین محموله آن از طرف شرکت هوفمان-لاروش^۱ روانه بازار شد (۱۸).

امروزه بدون مکمل‌های حاوی ویتامین‌ها و کانی‌ها امکان پرورش دام به صورت صنعتی وجود ندارد. کمبود مواد غذایی استعداد ایجاد آشوب اجتماعی دارد. بنابر گزارشی از سازمان جهانی بهداشت دام، مشاهده شده که در بیش از ۳۰ کشور جهان پس از جهش ۸۵ درصدی قیمت مواد غذایی نسبت به سه سال پیش شورش‌های اجتماعی رخ داده است (۱۹)

چهار یا پنج شرکت در سطح دنیا هستند که از طریق شیمیایی و احتمالاً منابع پتروشیمی سنتز تجاری ویتامین A را انجام می‌دهند. شرکت‌های مکمل‌سازی در ایران، هر کیلوگرم از آن را به قیمت ۴۰-۳۵ دلار از کشورهای اروپایی وارد می‌کنند.

ویتامین A فقط یک نمونه از طیف وسیعی از مواد مغذی است که باید بخشی از ارزش حاصل از صادرات نفت را برای پایداری سلامتی انسان و حیوان صرف واردات آن کنیم. شیمیدان‌های بسیار توانمندی در ایران هستند، اما چرا به فکر سنتز مواد مغذی و ویتامین‌هایی چون ویتامین A و تجاری سازی آن نیفتاده‌ایم؟ و از خود پرسیم با این همه دلاری که برای خرید این ریزمغذی‌ها و داروها می‌دهیم، سر نهادن در پی مفهوم خودکفایی گندم رو به مکه است یا رو به ترکستان؟

استرس اکسیداتیو: روشی مطمئن و شیک برای تضمین چاپ مقاله

انتشار مقاله بخش مهمی از فعالیت پژوهشی اعضای هیات علمی است و باید هم باشد؛ اما اگر تمام قضیه به همین نقطه ختم شود، انحراف بزرگی در جهت‌دهی به فعالیت دانشگاهی در بعد پژوهش روی خواهد داد.

انگیزه اصلی برای پژوهش نیل به حقیقت یا به عبارت بهتر نزدیک شدن به حقیقت است، اما بر اساس آیین‌نامه‌ها و شیوه‌نامه‌های پاتولوژیک، اینک انگیزه‌های جنبی، هدف اصلی از پژوهش را به حاشیه فعالیت پژوهشی رانده و نوعی شکل‌گرایی یا فرمالیسم بر دانشگاه‌ها حاکم شده است. این انگیزه‌های جنبی عبارت‌اند از:

- پذیرفته شدن از سوی همقطاران،
- کسب صلاحیت برای استخدام و ...،
- ترفیع و ارتقا،
- جذب منابع مالی.

- رابطه شاخص‌های استرس اکسیداتیو با انگل خونی گاو (۱۳۹)
- رابطه شاخص‌های استرس اکسیداتیو با لیتوسپیروز (نوعی بیماری باکتریایی) (۲) منتشره در ۲۰۲۲
- رابطه درمان با ملاتونین بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در سگ (۷) منتشره در ۲۰۲۱
- اثر ویتامین E بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در جوجه گوشتی مبتلا به استرس اکسیداتیو (۱۰)
- رابطه شاخص‌های استرس اکسیداتیو در گوسفند مبتلا به انگل خونی (۶)
- رابطه شاخص‌های استرس اکسیداتیو در شتر با کیست هیداتید در کبد (۴۰)

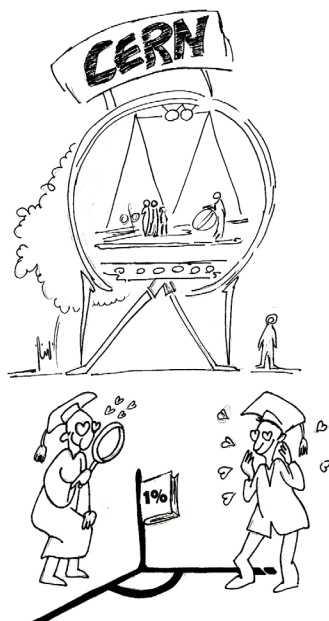
تقریباً در هیچ یک از این مقالات از منطق اکتشاف علمی پیروی نشده است؛ با این که برخی ارجاعات خوبی هم دارند. از روی این شیوه از طراحی طرح پژوهشی و انجام آن می‌توان درک کرد که گنجاندن غیرمرتبط و فاقد روشمندی علمی شاخص‌های استرس اکسیداتیو در بخش مواد و روش کار در بسیاری موارد، برای بالا بردن شانس چاپ مقاله در مجلات با ضریب تاثیر بالاتر، در موضوعی است که فعلاً داغ است. عمدتاً این طرح‌های پژوهشی مجموعه استقراها و تعمیم‌های کور است؛ هر چند ظاهری علمی دارند، اما به فرض قبولی در امتحان‌های گوناگون در بهترین شرایط به زحمت کمکی به پیشبرد دانش ما خواهند کرد.

با این شیوه انگیزشی، اگر مسائل اساسی کشور مورد بی‌توجهی اعضای هیات علمی قرار گیرد، جای تعجب ندارد. هدف اصلی فعلاً چاپ مقاله است؛ باقی موارد چندان مهم نیست. تقریباً یقیناً هیچ یک از تحقیقات فوق، کمکی به افزایش دانش و توانایی در زمینه‌های بیماری‌زایی، درمان و پیشگیری بیماری‌ها نکرده‌اند. بنابراین، با این نشانی غلط پژوهشگران می‌توانند به معاونت‌های پژوهشی نشان دهند که واقعاً کاری انجام شده است و معاونین پژوهشی نیز هیچ به روی خود نمی‌آورند. هر یک از محققین باید در برابر جامعه و دانشگاه پاسخگو باشند که نتایجی از جنس یافته‌های مثال بالا چقدر در حل مشکلات جامعه مفیدند و تا چه اندازه شیوه تفکر و مواجهه کاروران در سطح جامعه در مقابله با مسائل اجتماع را تغییر خواهند داد یا بر آنها موثرند.

از بیم شرط انتشار مقاله به عنوان شرط دانش آموختگی، هم استاد و هم دانشجو طوری پیشنهاد یا پروپوزال را طراحی خواهند کرد که از همان ابتدا شانس چاپ آن تا حدود زیادی مسلم باشد؛ انگار که دانشگاه و وزارت از این دو صنف، هندوانه به شرط چاقو می‌خواهند. این نشانه‌گیری از پیش، انحراف بزرگی بر فعالیت پژوهشی ایجاد خواهد کرد. بیرون راندن هدف اصلی از پژوهش از میدان توسط هدف‌های حاشیه‌ای، تالی فاسد فضای فعلی به اصطلاح سیاست‌گذاری پژوهشی است؛ در اصل سیاست‌گذاری‌ای

وجود ندارد. بدون معیار مناسب برای بررسی فعالیت پژوهشی، دچار کوری پژوهشی هستیم؛ کورمال کورمال راه می‌رویم که با این شیوه تشخیص راه از چاه ممکن نیست. در حال حاضر در سطح جهانی نیز به کارگیری معیارهای کمی در ارزیابی کار اعضای هیئت علمی به جد مورد نقد قرار گرفته کار به جایی رسیده که فعالیت پژوهشی از هدف اصلی خود دور شده، بیشتر به مسابقه موش‌ها شباهت دارد (۲۱) (شکل ۲). در این مسابقه فعلی فرصتی برای تامل و اندیشه‌ورزی شرکت‌کنندگان در آن در اهداف پژوهشی و اصول علمی وجود ندارد. کافی و انجو (۲۰۲۱) به درستی تاثیر این وضعیت بر دانشگاه‌ها را با تاثیر مصرف خوراکی‌های فست فودی بر سلامتی انسان برابر دانسته‌اند. به زعم آنان، فشارهای اجتماعی و هراسی که از بابت از دست رفتن شغل وجود دارد، دانشجویان را به سمت اساتیدی سوق داده که با نظارت آنها در یک دوره کوتاه مقاله لازم برای دانش‌آموختگی به مرحله چاپ می‌رسد و این پدیده به ویژه در دوران بحران کووید-۱۹ به روشنی مشاهده شد؛ شرایطی که در آن دسترسی به دانش کاربردی با اعتبار، قربانی منافع حرف‌های پژوهشگران شد. این وضعیت ممکن است که پژوهشگران و مردم عادی را به سمت نقطه غیرقابل بازگشتی، شبیه یک سیاهچاله در مفهوم نجومی آن، سوق دهد (۲۲). در این حالت، پژوهشگران جوانی که زیر دست این گونه اساتید تربیت شده‌اند، ممکن است گمان کنند که فعالیت اصیل علمی همین شیوه غلط در حال اجرا است؛ به ویژه که فشاری که بر اساتید می‌آید، در نهایت بر سر دانشجو آوار خواهد شد. یک پژوهش در مورد وضعیت بهداشت روانی دانشجویان دکترا و مطالعه اجبار برای چاپ مقاله لازم است.

این فشار روانی موقعیت جدیدی آفریده است. در چند سال اخیر، نگارنده به طور مستقیم شاهد این جریان بوده است که دانشجویی به تعداد زیادی از اعضای هیئت علمی دانشکده‌ای مراجعه و درخواست داشته که داده‌های منتشر نشده پایان نامه‌های قبلی را در اختیار وی بگذارند. پس از مدتی ملاحظه می‌شود که در تعداد زیادی از مقالات نام وی به عنوان نفر اول ظاهر شده است، بدون این که یک لوله آزمایش را لمس کرده باشد یا در بخشی از خلق فرضیه، انجام آزمایش و تولید نتایج شرکت داشته باشد. با هدف کسب اعتبار چه برای استخدام و چه برای مهاجرت از اعتبار دانشگاهی استاد استفاده می‌کند و استاد نیز راضی و خوشحال است که بدون زحمت، سبد مقالاتش سنگین‌تر می‌شود. همانطور که در امور اقتصادی فساد رخ می‌دهد، این مورد هم یک فساد دانشگاهی است که بیشتر به صورت گسترده‌تر روی داده بود و در یک مقاله در نشریه نیچر در ۲۰۰۹ به آن اشاره شده بود (۱۷). در ۲۰۱۶ مجدداً گزارش شد که ۵۸ مقاله که نام ۲۸۲ محقق ایرانی در آنها آمده باز ابطال شده است (۲۳). برآوردها حاکی از آن بود که ترکیبی از انگیزه‌های دانشجویی به همراه سهل‌انگاری اساتید



شکل ۳. رواج پژوهش انفرادی بر اساس توجه به دانشمندان ۱٪ پرستند در مقایسه با اهمیت تشویق فعالیت‌های جمعی بین‌رشته‌ای همانند سرن (مرکز اروپایی تحقیقات هسته‌ای). پیش از تاسیس سرن، دهه‌ها فعالیت جمعی برای تمرین چنین فعالیت بزرگی لازم است. (با تشکر از دکتر بهناز نوروزی، دامپزشک متخصص داخلی به خاطر پذیرفتن ترسیم و اجازه انتشار این کاریکاتور)

استنتاج

مسائل اساسی بسیار جدی در سطح کشور وجود دارد که با سیاست‌گذاری غیرهدفمند یا به عبارتی با فقدان سیاست‌گذاری علمی بر زمین مانده است. مسائل اساسی جدی در هدایت و مدیریت کشور وجود دارد که اگر دانشگاه‌ها به آنها نپردازند، گویی اساس وجودی خویش را فراموش کرده‌اند. مشکلات جدی همانند فرونشست زمین، مسئله آب، تغذیه، بهداشت و... وجود دارند که می‌بایست در طی طرح‌های پژوهشی برای آنها راه‌حل‌های اساسی پیدا کنیم که با حیات و ممت تمدنی ما پیوند دارند. بسیاری از مسائل هستند که حل آنها در یک طرح پژوهشی نمی‌گنجد و لازم است در یک پروسه و پروژه پژوهشی طولانی مدت به جواب و راه حل رسید. مثال واضح آن پژوهش طولانی مدتی است که برای اثبات سرطان‌زا بودن تریاک در یک روند طولانی مدت انجام شد (۲۶). تحقیقات روی بیماری‌های بسیار مهم دامی بروسلوز^۳ (تب مالت)، تب برفکی^۴، آنفلوآنزای مرغی^۵، هاری و طیف گسترده‌ای از

چنین رسوائی را به وجود آورده بود. مشاهده نگارنده از ادامه این وضعیت نشان می‌دهد که با تداوم انگیزه‌های خطرناک و غیرعلمی دانشجویی به همراه سهل‌انگاری و نوعی آزمندی اساتید و بیخیالی و هاج و واج ماندن نظام سنجش دانشگاهی، رخداد مکرر این گونه رسوائی‌ها محتمل است. چنین وضعیتی سربلندی از تمامی مسئولیت‌هایی است که برای محققین در محیطی آکادمیک تعریف شده است که در بخش استنتاج به آن اشاره خواهد شد.



شکل ۲. فشار بر اعضای هیئت علمی و دانشجویان برای چاپ مقاله به هر قیمت و تبدیل این فعالیت به مسابقه موشها (با الهام از مرجع ۲۱، Grinwis, ۲۰۱۳). (با تشکر از دکتر بهناز نوروزی، دامپزشک متخصص داخلی به خاطر پذیرفتن ترسیم و اجازه انتشار این کاریکاتور)

آسیب شناسی ایده پدیده دانشمند پرستند ۱٪ جهانی نیاز به واکاوی دارد. این ایده، حمایت‌کننده تک روی و مشی غیرهمیارانه در فعالیت علمی است. در اوایل قرن بیستم دانشمندی همانند آینشتاین به تنهایی می‌توانست سرآمد شود، اما در پایان قرن بیستم تیمی عظیم از فیزیک‌دانان باید گرد می‌آمدند تا سرن^۱ (CERN) شکل بگیرد (۲۴) (شکل ۳). نکته مهم در آن است که میزان سرمایه‌گذاری در پژوهش همبستگی مثبتی با تولید ناخالص داخلی^۲ داشته باشد. مطالعاتی وجود دارند که میزان همبستگی سرمایه‌گذاری در امور تحقیقاتی در حرفه دامپزشکی و رابطه مثبت و منفی آن با تولید ناخالص داخلی در کشورهای مختلف را بررسی کرده است (۲۵). این گونه مطالعات کلان برای تمامی رشته‌ها ضروری است و برای سیاست‌گذاری در پژوهش باید در دستور کار سرن عالی کشور قرار گیرد.

1. the European Organization for Nuclear Research
2. Growth Domestic Product (GDP)
3. Brucellosis (Malta Fever)

4. Foot-and-mouth Disease (FMD)
5. Avian Influenza

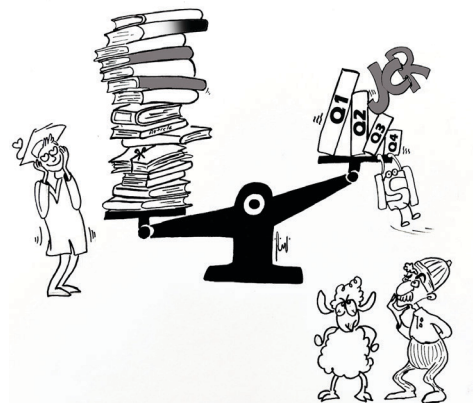
و اعضای هیئت علمی را ملوانان کشتی دانشگاه در نظر بگیریم، یک طرح پژوهشی مهم این خواهد بود که این دو دسته در انجام امور پژوهشی (و نیز وظایف آموزشی) تا چه میزان از ماموریت و چشم انداز دانشکده و دانشگاه محل خدمت خود آگاه هستند.

در بخشی که به اهمیت استراتژیک ویتامین A اشاره شد، باید به این نکته توجه کرد که تک تک مواد مغذی اهمیتی استراتژیک و حیاتی در حد توانمندی سیاست خارجی خواهد یافت. این یک ذره از یک کوه شن است. مراکش صاحب ۷۰٪ درصد صخره‌های فسفات جهان است. منابع جهانی فسفر (و در مرتبه بعدی پتاسیم) برای پایداری کشاورزی در حال ته کشیدن است و در اختیار کشورهای معدودی است. دستیابی غیرقابل رقابت این کشور به منابع فسفات جنبه‌های ژئوپولیتیک، اقتصادی و سیاسی دارد (۲۸) و قدرت چانه‌زنی این کشور در تحمیل شرایط خود را بسیار افزایش می‌دهد. مطابق این موضوع، برنامه‌های پژوهشی کشور نیز از وضعیت فعلی باید متوجه نقاط ضعف و بحرانی کشور در سه مقطع کوتاه مدت، میان مدت و دراز مدت باشد. اتکاء صرف به گندم به عنوان تنها رکن خودکفایی ممکن است به لحاظ منطق حکمرانی نیکو با توسعه پایدار همخوانی و همگامی زیادی نداشته باشد. یافته‌های اصیل دانشگاهی حتی در امور تجربی، قدرت چانه زنی وزارت خارجه در مذاکرات بین المللی را افزایش خواهد داد.

معیارهای فعلی موجب بروز یک پدیده انحرافی به عنوان انتشار قبیله‌ای مقاله^۱ به جای فعالیت بین‌رشته‌ای^۲ شده است. مواردی نه چندان اندکی مشاهده می‌شود که نام فردی با گرفتاری‌های زیاد، سفرهای متعدد و سرپرستی پروژه‌های تحصیلات تکمیلی فراوان در مقالات متعددی ظاهر می‌شود. چگونه چنین فردی می‌تواند تعداد زیادی مقاله در طول سال منتشر کند؟ کسی که ممکن است مسئولیت دولتی رده بالایی نیز برعهده داشته باشد؟ در نگاهی کلان، این شیوه از انتشار مقاله به صورت قبیله‌ای، خرد و ابتکار و نوآوری را در مراکز قربانی خواهد کرد که سیاست «یا مرگ یا مقاله» را در پیش می‌گیرند و در برابر «انتشار قبیله‌ای مقاله» دچار کوری پژوهشی هستند. داوران مسابقه فوتبال طوری آموزش می‌بینند که حرکات فریبنده بازیکن برای گرفتن پنالتی یا خطای صوری را تشخیص داده، وی را به خاطر صحنه‌سازی جریمه کنند (۲۹). دقیقاً مشابه آن، سازوکاری لازم است که صحنه‌سازی در پژوهش هم با جریمه روبرو شود. این گونه صحنه‌سازی‌ها، دانشگاه و مراکز پژوهشی را نابود خواهد کرد. پیشتر به مورد دانشجویانی اشاره شد که به تعدادی استاد مراجعه و داده‌های منتشر نشده پایان‌نامه‌ها را گرفته بدون این که در پیشنهاد طرح پژوهشی اولیه نامش ذکر شده باشد، نامشان با اساتید دیسپلین‌های متعددی در مقالات گوناگون می‌آید. ظاهر شدن نام استاد و نیز

مشکلات دیگر را نمی‌توان بدون مطالعات درازدامن، چند بخشی و چندرشته‌ای انجام داد. این که اعضای هیئت علمی و دانشجویان را به ماشین پر کردن پرسش‌نامه تبدیل کنم و هر سال مطالبه کنیم که چند مقاله منتشر کرده چند ارجاع گرفته‌اند، در عمل موجب می‌شود که از کار کردن روی مسائل استراتژیک بپرهیزند و همانند آنچه که طرح بنگاه‌های زودبازده در دولت‌های نهم و دهم بر سر کشور و اشتغال و اقتصاد آورد، موجب فرسایش تفکر علمی و کوری پژوهشی اعضای هیئت علمی، دانشجویان و نهادهای دانشگاهی و پژوهشی می‌شود.

پنل ۱۱ از پنل‌های آینده‌پژوهی علم در ایران که به همت موسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی برگزار شده و می‌شود، به عوارض این کوری پژوهشی اشاره کرده که چهار مورد از مهم‌ترین آنها عبارتند از: خام فروشی دانش، ضعف در تاثیر اجتماعی علم، ابهام در درک عمومی علم در ایران و به ویژه حاکمیت جنون کمیت است (۲۷) که در سرگردانی به دنبال مقاله و باز کردن باب بروز فساد علمی تبلور یافته است (شکل ۴).



شکل ۴. جنون کمیت در تولید مقاله. (با الهام از مرجع ۲۷، فراست‌خواه ۱۳۹۴، میز آینده پژوهی آموزش عالی ایران) (با تشکر از دکتر بهناز نوروزی، دامپزشک متخصص داخلی به خاطر پذیرفتن ترسیم و اجازه انتشار این کاریکاتور)

هر مدل مفهومی که برای سیاست‌گذاری پژوهشی در نظر گرفته می‌شود، در هنگام ریل‌گذاری برای امر پژوهش، در گام اول باید واجد منطق اکتشاف علمی به عنوان شاخص فعالیت پژوهشی باشد و بعد اجازه انجام طرح تحقیقاتی صادر شود، تا سرگردانی در فعالیت پژوهشی پیش نیاید. همانند دریانوردان که برای جلوگیری از سرگردانی در دریا و دور خود چرخیدن از ابزار آلات مساحی و جهت یابی به وسیله صور فلکی استفاده می‌کردند. مطابق با این قیاس تمثیلی، اگر روسای دانشگاه‌ها و دانشکده‌ها را کاپیتان کشتی

1. Tribal co-authoring
2. Interdisciplinary

3. Publish or Perish

بخشی از بار جامعه را سبک کند و در تولید ناخالص داخلی بازتاب یابد. در غرب اگر دانشگاه توانست توسعه یابد، از آن رو بود که اجتماعی بود از افرادی که با خدمات متقابل و الزام‌های اجتماعی پیوندی واقعی داشتند (۹). دانشگاه‌ها باید بتوانند با شناخت شرایط ویژه‌ی جامعه‌ای که به آن خدمت می‌کنند، حرکت به سوی توسعه را با اشاعه ارزش‌ها، دانش و فنون جدید و پرورش نیروی انسانی کارآمد نهاده‌ی کنند، اما روش فعلی ارزیابی فعالیت پژوهشی با شیوه‌های کمی می‌تواند پیش‌بینی مرحوم پیتر دراگر، آینده پژوه معروف را تداعی کند که پیش‌بینی کرده بود مجموعه‌های دانشگاهی بزرگ تبدیل به آثار باستانی خواهند شد و دانشگاه‌ها ادامه‌ی حیات نخواهند داد. این تحول، به بزرگی تحولی خواهد بود که پس از صنعت چاپ شاهد آن بودیم (۳۴). باید امیدوار باشیم که او پیش‌بینی خوبی کرده باشد، زیرا پیش‌بینی خوب، آنی است که مانع تحقق خود شود. شیوه‌ی ریل‌گذاری مبتنی بر منطق اکتشاف علمی در امر پژوهشی و ارزیابی کیفی فعالیت‌های پژوهشی موجب خواهد شد که پژوهش به امری تزئینی تبدیل نشود (شکل ۵).

سیاست‌گذاری در هر زمینه‌ای، فعالیت‌ها را سامان می‌دهد و موجب تجمع و هم‌افزایی نیروها و در معنای واقعی آن موجب خلق و بهبود توانایی می‌شود. بدون سیاست‌گذاری صحیح در پژوهش، پریشانی بر فعالیت‌ها و فکر پژوهشگران حاکم می‌شود. یک گفته‌ی تیزبینانه‌ی روش شناختی از فرانسیس بیکن، برای اختتام این بخش از مجموعه‌ی کوری آموزشی و پژوهشی بسیار مناسب است: «حقیقت، از خطا بسیار آسان‌تر پدید می‌آید تا از پریشان فکری» (۳۵).



شکل ۵. تبدیل پژوهش به امری تزئینی - (با تشکر از دکتر بهناز نوروزی، دامپزشک متخصص داخلی به خاطر پذیرفتن ترسیم و اجازه‌ی انتشار این کاریکاتور)

دانشجو در مقالات متعدد در دیسپلین‌های گوناگون، سرپیچی از مسئولیت‌هایی است که در مراکز آکادمیک برای محققین پیش‌بینی شده است. ردیف شدن نام افراد مختلف در یک مقاله به منزله‌ی تسهیم در مسئولیت انتشار داده‌ها است، و این حقیقت از سوی بسیاری از این دست افراد که به صورت خط تولید مقاله منتشر می‌کنند، نادیده گرفته می‌شود (۲۹). معاونین پژوهشی و بدنه‌ی هیئت علمی مقید به معیارهای آکادمیک نباید هاج و واج در برابر این گونه‌ی شیادی‌ها ساکت بمانند. همانند داور فوتبال که گل آفساید را مردود می‌شمارد، بر این مقالات آفساید از معیارهای آکادمیک نیز باید خط بطلان کشید. اگر در برابر این گونه‌ی فسادها نه تنها مسئولین بلکه بدنه‌ی دانشگاهیان ساکت بمانند، بالاخره دیگران مقالات منتشره از ایران را ابطال خواهند کرد؛ چیزی که قبلاً در حد رسوایی اتفاق افتاده است (۱۷، ۲۳)، این وضعیت همچنان به خاطر بی‌توجهی نظام سنجش دانشگاهی در ارزیابی دقیق فعالیت پژوهشی دانشگاهی ادامه دارد (۳۱، ۳۰).

وقتی که دانشگاهیان مسئولیتی در برابر انتشار مقالات فاقد اصالت بر اساس منطق اکتشاف علمی نپذیرند و ساکت بمانند، فساد علمی گسترش می‌یابد و جمعیت غالب را کسانی تشکیل خواهند داد که برای انتشار مقاله مقید به هیچ اصلی نخواهند بود که موجب ابطال تعداد قابل توجهی از مقالات شده است. غلبه‌ی این اندیشه‌ی مخرب فقط در همین حد محدود نخواهد ماند. نگارنده در پی انتشار نقدی (۳۲) که بر انتساب تلفات گسترده‌ی پرنندگان مهاجر در شبه جزیره‌ی میانکاله در سال ۹۸-۹۹ به بیماری بوتولیسم (۳۳) به همراه همکارانش نوشت، و بحث‌های بعدی که در امتداد آن در فضای مجازی انجام شد، متوجه شد که پاسخ به نقدهای مطرح شده از طریق قضایی در حال پیگیری است. همین تجربه در مورد فرد دانشگاهی دیگری که آبروی دانشگاه متبوع خویش است و بحث علمی نقادانه‌ای مطرح کرده بود، باز به موجب بررسی قضایی در سطح دانشگاه، از درجه‌ی استادی به دانشیاری تنزل درجه یافت؛ البته اینک حکم بدوی از سوی دیوان عدالت اداری لغو شده است. گرچه این موارد بسیار نادر بوده است، اما همین که جماعتی با ظاهر علمی و دانشگاهی به مخیله‌ی خود این نکته را راه بدهند که یک بحث علمی را میتوان به موضوعی کیفی تبدیل و پیگیرانه آن را دنبال کنند، نشان می‌دهد در همین مرحله باید جلوی غلبه‌ی این نوع تفکر مخرب گسترش دهنده‌ی علم کاذب گرفته شود.

در هر حال، هدف اصلی باید آن باشد که سود و زیان فعالیت‌های دانشگاهی و علمی به عنوان نهاده‌ی اجتماعی باید به جامعه برگردد،

1. Santiago Ramón y Cajal Junquera (2000) RAMÓN Y CAJAL, microbiologist. *INTERNATL MICROBIOL* 3:59–61.
۲. پوپر، کارل ریموند. (۱۹۵۹). منطق اکتشاف علمی. ترجمه سید حسین کمالی. (۱۳۸۱). ویراسته عبدالکریم سروش. چاپ دوم. شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، صص ۳۹–۴۳ و ۵۶ (چاپ نخست).
۳. هاوئرد، دان. آ. (۲۰۰۴). فلسفه علم آینشتاین. در مجموعه دانشنامه فلسفه استانفورد، (۲۱). ترجمه سعید جعفری. (۱۳۹۳). نشر ققنوس، صص ۱۳–۱۸.
۴. بورتوتی، لیزا. (۲۰۰۸). درآمدی بر فلسفه علم. ترجمه علی حقّی. (۱۳۹۷). چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۶۸۸.
۵. اکاشا (عکاشه)، سمیر. (۲۰۰۲). فلسفه علم. ترجمه هومن پناهنده. تهران: انتشارات فرهنگ معاصر. ص ۱۵، ۱۳۸۷.
۶. سیگفرید، تام (۲۰۰۶). ریاضیات زیبا (جان نش، نظریه بازی‌ها و جست‌وجوی رمز طبیعت). ترجمه مهدی صادقی. (۱۳۹۱). نشر نی، ص ۳۵.
۷. شریفی، کامران، تاملی بر آموزش دامپزشکی: از تئوری تا مشی حرفه‌ای. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۸۸۱، تابستان ۱۴۰۲.
۸. سروش، عبدالکریم. (۱۳۶۱). علم چیست، فلسفه چیست؟ چاپ دوم. پیام آزادی، صص ۲۰–۳۶.
۹. دولیبرا، آلن (مصاحبه با) پیشگامان عرب رنسانس اروپایی. (۱۹۹۷). ترجمه افشین جهانپنده. (۱۳۷۶). پیام یونسکو، شماره ۳۲۱، صص ۴–۹ (چاپ و انتشار در ایران، مهر ۱۳۷۶).
۱۰. طاهری، عباس، یادداشت مترجم بر کتاب ساختار انقلاب‌های علمی اثر، تومس کوون، نشر قصه، ص ۵۴، ۱۳۸۳.
11. Yilmaz, M.F. (2012). The case of Schleiermacher in the context of hermeneutic method in education. *Procedia-social and Behavioral sciences* 55 :531–538.
12. Romeijn, Jan-Willem. (2011) *Statistics as inductive inference*. Vol 7 in *Handbook of the philosophy of science*, 751-774. (<https://doi.org/10.1016/B978-444-51862-0.50024-1>), Volume editors: Prasanta S. Bandyopadhyay and Malcolm R. Forster. General Editors: Dov M. Gabbay, Paul Thagard and John Woods, Elsevier. [for a concise definition, please refer to: <https://www.sciencedirect.com/topics/mathematics/inductive-inference>] (Accessed 31 Oct 2022).
۱۳. منصوری، رضا، المیادی‌ها و تصویر معوج علم در ایران، پیام امروز، صص ۸۸–۸۹، شماره ۳۴، آبان ۱۳۷۸.
۱۴. صال‌مصلحیان، محمد. علم سنجی، ضعف‌ها و قوت‌ها، نامه علوم پایه، فصلنامه تخصصی گروه علوم پایه فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، صص ۲۱۲–۲۱۳، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰.
۱۵. پیک سنجش، شماره ۱۵۳، اول آذر ۱۳۷۸ (لوح، شماره ۷، ص ۲۷، دی ۱۳۷۸).
۱۶. منصوری، رضا، ایران ۱۴۲۷: عزم ملی برای توسعه علمی و فرهنگی. چاپ سوم، طرح نو، ص ۱۱۱، ۱۳۸۰.
17. Butler, D. Plagiarism scandal grows in Iran. *Nature* 462,704-705(2009) <https://doi.org/10.1038/462704a>.
18. Bonrath W, Gao B, Houston P, McClymont T, Müller MA, Schäfer C, Schweiggert C, Schütz J, Medlock JA. 75 years of vitamin A production: a historical and scientific overview of the development of new methodologies in chemistry, formulation, and biotechnology. *Organic Process Research & Development*. 2023 Aug 14;27(9): 1557-84. <https://doi.org/10.1021/acs.oprd.3c00161>
19. Kelly AM, Marshak RR. Veterinary medicine, food security and the global environment. *Rev Sci Tech*. 2009 Aug;28(2): 511-17. <https://doi.org/10.20506/rst.28.2.1889>.
20. Holmes, M., Cockcroft, P. (2009) *Handbook of Veterinary Clinical Research*. Blackwell Publishing, P7.
21. Grinwis, GCM. The Downside of the quest for publications. *Vet Quarterly*. 33(1):1,2013.
22. Kafi M, Enjoo SA. Fast Food and Fast Research: Life-threatening Phenomena. *Iran J Med Sci*. 2021;46(6): 501-502. <https://doi.org/10.30476/IJMS.2021.90083.2085>.
23. Callaway, E. Publisher pulls 58 articles by Iranian scientists over authorship manipulation. *Nature* (2016). <https://doi.org/10.1038/nature.2016.20916>.
۲۴. شریفی، کامران، برنامه استراتژیک دانشگاه: لزوم توجه به وظایفی که دانشگاه در برابر جامعه دارد. ایده دانشگاه، دو فصلنامه فرهنگی، اجتماعی و علمی، صص ۲۰–۲۵، شماره ۴، بهار و تابستان ۱۴۰۰.
25. Christopher, M.M., Marusic, A. Geographic trends in research output and citations in veterinary medicine: insight into global research capacity, species specialization, and interdisciplinary relationships. *BMC Vet Res*

9,115 (2013) <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-115>.

26. Sheikh M, Kamangar F, Malekzadeh R. Fifty years of research and one conclusion: opium causes cancer. *Arch Iran Med*. 2020;23(11): 757-760. <https://doi.org/10.34172/aim.2020.95>.
۲۷. پانل ۱۱، از میز آینده پژوهشی آموزش عالی ایران، دبیر پانل، مقصود فراستخواه (۱۳۹۴). موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی، لینک پانل: https://irphe.ac.ir/files/site1/pages/Panel/panel_11_report941201.pdf (Accessed: 3 Sep 2024).
28. Tanchum, M. (2022). Morocco's New Challenges as a Gatekeeper of the World's Food Supply: The Geopolitics, Economics, and Sustainability of OCP's Global Fertilizer Exports. The Middle East Institute, <https://www.mei.edu/publications/moroccos-new-challenges-gatekeeper-worlds-food-supply-geopolitics-economics-and> (Accessed, 3 Sep 2024).
29. Kafi, M., and H. Nadgaran. «Publishing papers tribally: a deviated branch of interdisciplinary research?». *Iranian Journal of Veterinary Research* 25.1(2024): 1-2. <https://doi.org/10.22099/IJVR.2024.49449.7264>.
30. Mansourzadeh MJ, Ghazimirsaeid J, Motamedi N, Najafi A, Abubakar AA, Dehdarirad H. A survey of Iranian retracted publications indexed in PubMed. *Iranian Journal of Public Health*. 2021 Jan;50(1): 188. <https://doi.org/10.18502/IJPH.v50i1.5086>.
31. Moradi S, Janavi E. A scientometrics study of Iranian retracted papers. *Iranian Journal of Information Processing and Management*. 2018 Aug 23;33(4): 1789-808. <https://doi.org/10.35050/IJPM010.2018.034>.
۳۲. شریفی، کامران؛ مقدم جعفری، امیر؛ شاهسونی، داور. نقد و بررسی مقاله پایش همه جانبه رخداد مرگ و میر بالای پرندگان آبی مهاجر تالاب میانکاله در سال ۱۳۹۸. تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک، ۱۴۰۰؛ ۳۴(۱): ۵-۲. <https://doi.org/10.22092/vj.2021.353454.1817>
۳۳. ماکنعلی، علی صفر؛ حیدرئزاد، ارکید؛ کشاورز زمانیان، وحید؛ حبیبی، محمد؛ ربیعی، کوروس؛ طالیفر، حمید رضا؛ عبدالهی، حامد. پایش همه جانبه رخداد مرگ و میر بالای پرندگان آبی مهاجر تالاب میانکاله در سال ۱۳۹۸. تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک، ۱۳۹۹. <https://doi.org/10.22092/vj.2020.343532.1736>
۳۴. دودرستاد، جیمز؛ استانلی، ایکنبری؛ هارولد، ویلیامز. (۱۹۹۹). دانشگاه و محیط پیرامون: تعامل با فناوری و بازار. ترجمه مهدی عباسی و قدرت حاجی رستم‌لو. (۱۳۸۱). چاپ اول. دفتر برنامه‌ریزی اجتماعی و مطالعات فرهنگی معاونت فرهنگی و اجتماعی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ص ۳.
۳۵. کوون، تومس، ساختار انقلابهای علمی، مترجم عباس طاهری، نشر قصه، صص، ۹۳-۹۴ و ۱۰۳، تهران، ۱۳۸۳.

تب دنگی: زیست‌شناسی ویروس، و گسترش بیماری‌زایی

شکیبا درویش علیپور آستانه
دانشکده بیوتکنولوژی، پردیس علوم و فناوری نوین، دانشگاه سمنان، سمنان
Darvishalipour@semnan.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

عفونت ویروسی تب دنگی به سرعت در حال گسترش است و شیوع آن تهدیدی برای سلامت عمومی در کشورهای گرمسیری و نیمه-گرمسیری به شمار می‌رود. این ویروس به جنس فلاوی ویروس در خانواده فلاوی ویریده تعلق دارد و ژنگان آن از نوع RNA تک‌رشته با قطبیت مثبت است. چهار سروتیپ از ویروس وجود دارد. عفونت ناشی از این ویروس در اثر گزش یک پشه ماده آلوده به ویروس، در اکثر موارد پشه تب زرد و در موارد کمتر از پشه ببری ایجاد می‌شود. عفونت معمولاً بدون علامت است، ولی سبب بیماری‌هایی از تب خفیف تا تب خونریزی‌دهنده دنگی کشنده یا سندرم شوک نیز می‌شود. تشخیص بیماری می‌تواند با شناسایی ژنگان ویروس با استفاده از انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمرز یا آزمایش ردیابی آنتی‌ژن NS1 و/یا پادتن‌های ضد دنگی از سرم، پلاسما، سلول‌های خونی در گردش یا سایر بافت‌ها باشد. افزایش شیوع دنگی در دهه‌های اخیر، تأثیر قابل توجهی بر سلامت عمومی داشته است. هدف این پژوهش، مرور زیست‌شناسی، بیماری‌زایی، روش‌های تشخیص و نشانه‌های بالینی عفونت دنگی است.

کلیدواژگان: تب دنگی، همه‌گیری، بیماری‌زایی، نشانه‌های بالینی، ویروس دنگی

مقدمه

تب دنگی^۱ یک عفونت مهم ویروسی است، عامل بیماری از طریق بندپایان منتقل می‌شود. به طور تقریبی ۳/۹ میلیارد نفر در ۱۲۸ کشور در معرض خطر عفونت هستند، ۴۰۰ میلیون عفونت در سال رخ می‌دهد، و حدود ۵۰۰۰۰۰ بیمار بر اثر عفونت در بیمارستان بستری می‌شوند. در ۵۰ سال گذشته، شیوع دنگی ۳۰ برابر شد (Zende et al. 2024) و به مرگ‌ومیر و مشکلات اقتصادی قابل توجهی در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری انجامید. عفونت دنگی بیش از ۱۰۰ کشور از جمله اروپا و ایالات متحده (آمریکا) را تحت تأثیر قرار داده است (Hasan et al. 2016) و با توجه به اینکه یک و نیم تا دو میلیارد نفر در مناطق بومی بیماری زندگی می‌کنند، نرخ مرگ‌ومیر در برخی مناطق از ۵ تا ۲۰ درصد نیز فراتر می‌رود.

عامل عفونت در این بیماری ویروس دنگی (DENV)^۲ است که

1. Dengue fever
2. Dengue virus
3. Aedes aegypti
4. Aedes albopictus

5. Chikungunya virus
6. Zika virus
7. Yellow fever virus (YFV)

افزایش دما، بارش و ایجاد رطوبت مطلوب برای تولید مثل و الگوهای تغذیه‌ی پشه‌ها، عواملی هستند که در افزایش جمعیت پشه‌ها و حساسیت به سروتیپ‌های در حال گردش و دوره کمون ویروس دنگی نقش دارند. علاوه بر این، در سال‌های اخیر عدم نیاز به چرخه تکثیر در بدن حشرات و سازگاری برای همانندسازی ویروس در دماهای بالای بدن حامل، تلفات ناشی از ویروس دنگی را به بزرگ‌ترین و گسترده‌ترین همه‌گیری در مناطق شهری در نواحی گرمسیر تبدیل کرده است. چرخه‌های انتقال بیماری در همه‌گیری تب دنگی همراه با عوارض و مرگ‌ومیر، هزینه‌های اقتصادی قابل توجهی به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه در مناطق بومی تحمیل کرده است. از سال ۲۰۰۰، با افزایش تب دنگی، خطر گسترش موارد بیماری به کشورهای جدید، در نیمی از جمعیت جهان وجود دارد. عفونت ویروس دنگی اکنون در ۱۲۹ کشور گزارش شد که از بین آنها ۳۶ کشور قبلاً توسط سازمان بهداشت جهانی و/یا مرکز پیشگیری و کنترل بیماری (CDC) ^۶ ایالات متحده به‌عنوان مناطق عاری از دنگی طبقه‌بندی شده بودند. در چهل یا پنجاه سال گذشته، کودکان در معرض خطر بیشتری برای ابتلا به تب دنگی قرار داشتند. در سال ۲۰۱۵ موارد بیماری در همه گروه‌های سنی مشاهده شد. به نظر می‌رسد در طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۱، تعداد کل مرگ و میر، برعکس کاهش یافته است ولی تشابه علائم بیماری با کووید ۱۹ گزارش صحیح موارد بیماری را در چندین کشور با مشکل مواجه کرد. حتی با وجود اینکه گزارش‌های بیماری تب دنگی و مرگ و میر در مکان‌های جغرافیایی وسیع و در تمام سنین در یک جمعیت در حال افزایش است، میزان پراکندگی جهانی هم‌کنون بسیار نامشخص است (Zerfu et al 2023).

اگرچه افراد آلوده معمولاً بدون علامت یا فقط علائم خفیف را دارند، ولی اکثریت جمعیت انسانی در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری، از نظر ژنتیک توانایی بروز علائم شدیدتر بیماری را دارند. در مناطق فرابومی ^۷ مانند آسیای جنوبی و جنوب شرقی (SEA)، در چندین دهه، هر چهار سروتیپ ویروس دنگی (ویروس دنگی - ۱، ویروس دنگی - ۲، ویروس دنگی - ۳ و ویروس دنگی - ۴) شایع بودند. مناطق ساحلی و دریایی آسیای جنوبی و جنوب شرقی، ژنوتیپ‌ها / دودمان‌های متمایز را برای دوره‌های طولانی در خود جای داده‌اند. هر سروتیپ به ژنوتیپ‌های متعددی تقسیم می‌شود که منعکس‌کننده تنوع ژنتیکی گسترده ویروس است. از دیدگاه تکاملی، ژنوتیپ‌های ویروس توزیع جغرافیایی خاصی در مناطق بومی مرتبط دارند ولی الگوی همه‌گیری به دلیل شهرنشینی، جهانی‌شدن بیماری و تغییرات آب‌وهوا، تغییر کرده است. در طول زمان نوع سروتیپ‌های هم‌گردش در هر کشور متفاوت هستند و در

اما الگوهای همه‌گیری با افزایش شهرنشینی، کمبود آب و احتمالاً تغییرات محیطی، آن را به عنوان یک بیماری مهم در آینده معرفی می‌کند، که برای سلامت انسان و ثبات اقتصاد جهانی هشدار دهنده است ولی بنا بر توصیه سازمان بهداشت جهانی، کنترل دنگی با هماهنگی‌های بین‌المللی و پشتیبانی فنی و مالی در برنامه‌های اقتصاد ملی امکان پذیر است (Guzman et al 2016) در این پژوهش، نوع بیماری، میزان همه‌گیری تب دنگی و دلایل اصلی ایجاد بیماری بررسی می‌شود.

همه‌گیری بیماری تب دنگی

تب دنگی اولین بار در سال ۱۷۸۹ توسط بنجامین راش ^۱، که اصطلاح «تب استخوان شکن» ^۲ را به دلیل علائم درد ماهیچه ^۳ و درد مفاصل ^۴ معرفی کرد، شناسایی و نام‌گذاری شد. اولین گزارش از بیماری شبه دنگی در سال ۱۷۸۰ در مدرس هند بود، و در سال ۱۹۶۴-۱۹۶۳ در کلکته و سواحل شرقی هند، اولین همه‌گیری تب دنگی رخ داد.

این بیماری در بسیاری از کشورهای تحت نظارت سازمان جهانی بهداشت در قاره آفریقا، آمریکا، مدیترانه شرقی، آسیا، استرالیا و غرب اقیانوس آرام بومی است، بنابراین آمریکا، جنوب شرق آسیا و غرب اقیانوس آرام تحت تاثیر بیشتری قرار گرفته و بالاترین میزان گسترش بیماری را دارند. میزان گسترش جهانی تب دنگی در آسیا ۷۰ درصد است. با افزایش جمعیت، همزمان با جنگ جهانی دوم در سراسر دنیا بیماری گسترش یافت و عدم هماهنگی در اجرای طرح‌های نظارت بر همه‌گیری در مناطق پرجمعیت، منجر به تفاوت در میزان گزارش از گسترش بیماری در مناطق مختلف شد. از اواخر دهه ۱۹۹۰ در هر سال تقریباً ۴۰ میلیون مورد تب دنگی و صدها هزار مورد تب هموراژیک دنگی ^۵ (DHF) گزارش می‌شود که به‌عنوان دومین بیماری مهم منتقل شده از پشه، بعد از مالاریا به شمار می‌رود (Zerfu et al 2023).

سازمان جهانی بهداشت تب دنگی را از مشکلات اساسی سلامت و بهداشت عمومی برای کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در نظر می‌گیرد. انتقال ویروس دنگی به‌شدت تحت‌تأثیر تغییرات موضعی آب‌وهوا، بارندگی، دما، شهرنشینی است. بیماری دنگی بین سال‌های ۱۹۶۰ و ۲۰۱۰ به دلیل افزایش در نرخ رشد جمعیت، گرم‌شدن زمین، شهرنشینی برنامه‌ریزی نشده، اجرای ناکارآمد برنامه‌ها در کنترل پشه‌ها، مسافرت‌های هوایی مکرر و کمبود امکانات بهداشتی و درمانی، افزایش ۳۰ برابری در سراسر جهان داشته است.

1. Benjamin Rush
2. Break-bone fever
3. Myalgia
4. Arthralgia

5. Dengue hemorrhagic fever
6. Centers for Disease Control Prevention
7. Hyper-Endemic

بسیاری از کشورها گردش همزمان ژنوتیپ های متعدد در حال گسترش است (Phadungsombat et al. 2024).

حامل های ویروس دنگی و توزیع آنها انتقال بیماری

این ویروس ها با بدن انسان سازگار هستند، حامل بسیار اهلی هم پشه تب زرد (اصلی) است. در چرخه جنگل^۱، در انتقال ویروس بین پستانداران غیر انسانی، میمون ها به عنوان مخزن اصلی بیماری، توسط پشه های وحشی گزیده می شوند و ویروس را به سایر میمون ها و گاه به انسان که در حال بازدید یا کار در جنگل هستند منتقل می کنند. اگرچه این چرخه ها هنوز وجود دارند، ولی از نظر بهداشت عمومی اهمیت انتقال آنها نامشخص است. پشه

تب زرد، ببری، نیویس^۲، پلی نیسیس^۳ به عنوان انتقال دهنده ویروس دنگی شناخته شدند (شکل ۱). پشه تب زرد با انسان ها در خانه آنها مرتبط است، از آنها تغذیه می کند، و در ظروف مصنوعی آب مانند سطل های ذخیره سازی پلاستیکی و لاستیک های لاستیکی ساخته دست بشر تخم های خود را می گذارد. پشه ماده به طور متوسط تقریباً یک هفته عمر می کند، اما برخی از پشه های ماده می توانند بیش از ۲ هفته زندگی کنند. پشه ماده با خوردن خون آلوده در مرحله حاد تب، آلوده می شود ولی پشه ببری هوای آزاد را ترجیح می دهد و یک تغذیه کننده فرصت طلب است. در طول دوره انکوباسیون بیرونی، ویروس ابتدا سلول های روده میانی را آلوده می کند و بعد از تکثیر در بافت های متعدد پشه منتشر می شود (Guzman et al. 2016).



پشه تب زرد



پشه ببری



پشه پلی نیسیس

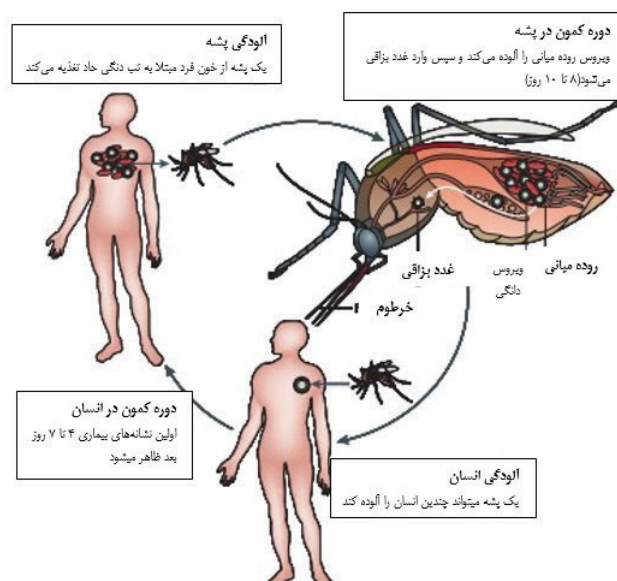


پشه نیویس

شکل ۱. انواع حاملین ویروس عامل تب دنگی (Zende et al. 2024)

او تغذیه می کند یا در حین تلاش برای تغذیه کاوش می کند، آلوده کند (شکل ۲). زمان از عفونت تا شروع بیماری (دوره نهفتگی ذاتی) در انسان از ۳ تا ۱۴ روز با میانگین ۴ تا ۷ روز متغیر است. انتقال عمودی نیز می تواند زمانی رخ دهد که پشه ماده آلوده، ویروس را از طریق تخم ها به فرزندان خود منتقل کند، اما اهمیت این روش انتقال در همه گیری نامشخص است. (Khan et al. 2023)

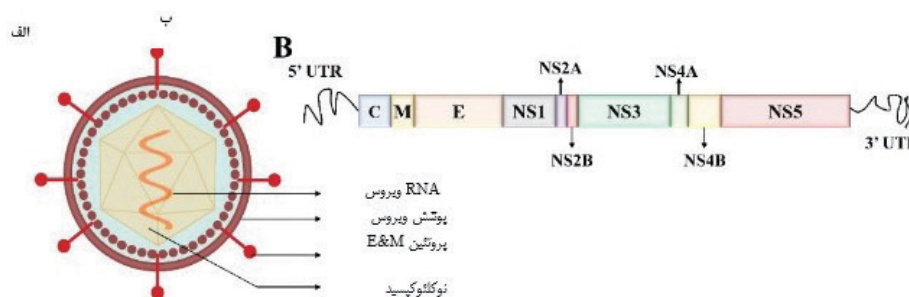
در نهایت غدد بزاقی پشه آلوده می شود این فرآیند با توجه به دمای محیط، سویه ویروسی و کارایی پشه ممکن است ۵-۱۲ (به طور متوسط ۸-۱۰) روز بعد از تغذیه خون آلوده اتفاق بیفتد. هنگامی که غدد بزاقی آلوده می شوند، پشه عفونی است و در طول تغذیه با خون به فرد دیگر، می تواند ویروس را منتقل کند. این پشه ها تا آخر عمر عفونی باقی می مانند و می تواند هر فردی را که متعاقباً از



شکل ۲. چرخه ویروس دنگی شهری در انسان و پشه. پشه تب زرد می‌تواند با تغذیه از فردی در مرحله عفونت ویروسی آلوده شود. در طول مرحله انکوئاسیون بیرونی، ویروس‌های دنگی ابتدا سلول‌های روده میانی پشه و سایر بافت‌ها را قبل از انتشار به غدد بزاقی آلوده می‌کنند. پس از آن یک پشه آلوده می‌تواند ویروس دنگی را در حین تغذیه یا تلاش برای تغذیه به چندین انسان منتقل کند. هنگامی که فرد آلوده می‌شود، به طور متوسط ۴ تا ۷ روز طول می‌کشد تا علائم شروع شود و فرد بتواند ویروس دنگی را به پشه جدید منتقل کند. هم افراد علامت‌دار و هم بدون علامت می‌توانند ویروس دنگی را به پشه‌ها منتقل کنند (Guzman et al. 2016)

ویربون دنگی و ساختار سازمان یافته آن

ژنگان ویروس دنگی^۱، RNA تک‌رشته‌ای مثبت (+) طول آن حدود ۱۱ کیلو باز است، مستقیماً با ورود به سلول‌های میزبان توسط دستگاه سنتز پروتئین به پلی پروتئینی ترجمه می‌شود که از طریق فرایند پروتئولیتیکی به ۱۰ پروتئین تقسیم می‌شود. سه پروتئین ساختاری کپسید (C)، پیش غشایی (prM)، و پوشش (E)، و ۷ پروتئین غیر ساختاری NS1، NS2b، NS3، NS4a، NS4b، NS5 و NS5a، رمزگذاری می‌شود. پروتئین‌های NS برای تکثیر ویروسی ضروری هستند، و در فرار ویروس از پاسخ‌های ایمنی میزبان نیز نقش دارند (شکل ۳).



شکل ۳. ساختار ویروس دنگی و تکامل (الف) ویروس دنگی کروی است و اندازه آن حدود ۴۰ تا ۶۰ نانومتر است. RNA ژنگانی و پروتئین‌های نوکلئوکپسید توسط غشایی به نام پوشش پوشیده شدند. (ب) ژنگان کامل ویروس دنگی ۱۱ کیلو باز طول دارد که از سه پروتئین ساختاری و هفت پروتئین غیر ساختاری و دو ناحیه ترجمه نشده تشکیل شده است (kabir et al. 2021)

شکل همراه با پروتئین‌های سطحی، در یک تقارن بیست‌وجهی منظم، به قطر تقریباً ۲۰ نانومتر است. یک شکل نسبتاً صاف، با محیطی تقریباً ۵۰ نانومتر، که به همراه یک پوشش خارجی

ویروس دنگی متعلق به جنس فلاوی ویروس^۲ از خانواده فلاویویریده^۳ هستند. چهار سروتیپ دارد (Guzman et al 2016). تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان داد که ویربون دنگی کروی

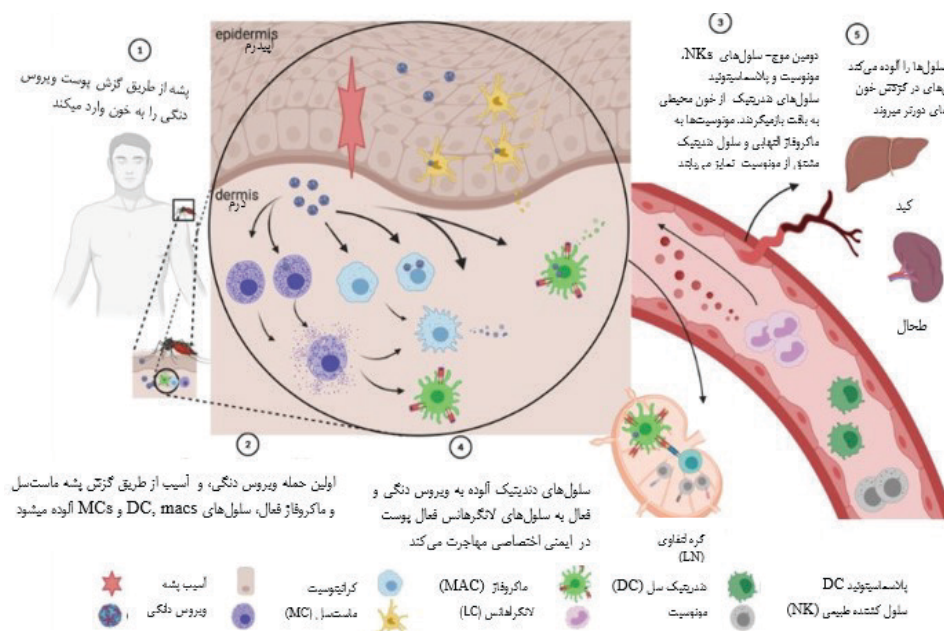
چرخه ویروس دنگی شامل فرایندهایی مانند ورود و اتصال ویروس، همجوشی غشای ویروس و اندوزوم، آزادسازی نوکلئوکپسید، سنتز و پردازش پروتئین، تکثیر RNA، و تشکیل نوکلئوکپسید است. برای اتصال به سلول میزبان، پروتئین E از ویروس دنگی با مولکول چسبندگی بین سلولی از گیرنده‌های سلول هدف مانند گیرنده غیرانتگرین سلول دندریتیک (DC-SIGN-3)، گیرنده مانوز، سولفات هیپاران و... تعامل خواهد داشت. اگرچه گیرنده اصلی برای ویروس دنگی شناخته شده نیست، هیپارین سولفات، گیرنده مانوز (CD206)، CD14، همگی به عنوان گیرنده یا گیرنده مشترک نقش دارند. این گیرنده‌ها در انواع مختلف از سلول‌های پوست بیان می‌شوند: کراتینوسیت‌ها، سلول‌های لانگرهانس (LCs)، ماست سل‌ها، فیروبلاست‌ها، سلول‌های دندریتیک پوستی (DCs)، و ماکروفاژها (شکل ۴).

سازمان‌یافته پروتئینی بر روی سطح دولایه لیپیدی، و یک هسته نوکلئوکپسید داخلی شناخته می‌شوند (Zende et al. 2024).

ژنگان RNA و پروتئین کپسید برای تشکیل یک کمپلکس با هم تعامل دارند، درحالی‌که سایر پروتئین‌های ساختاری بخشی از پوشش ویرون را تشکیل می‌دهند (Sinha et al. 2024).

چرخه ویروس - تشکیل، تجمع ویروسی، بلوغ ویروسی و در نهایت آزادسازی ذره بالغ ویروس دنگی

انسان معمولاً از طریق گزش پشه‌های آلوده به ویروس؛ مانند پشه تب زرد یا پشه ببری آلوده می‌شود. ویروس دنگی سلول‌های دندریتیک (DCs) و ماکروفاژها را در روز اول عفونت هدف قرار می‌دهد.



شکل ۴. مسیر عفونت دنگی از گزش پشه تا انتشار به اندام‌ها (king et al. 2020).

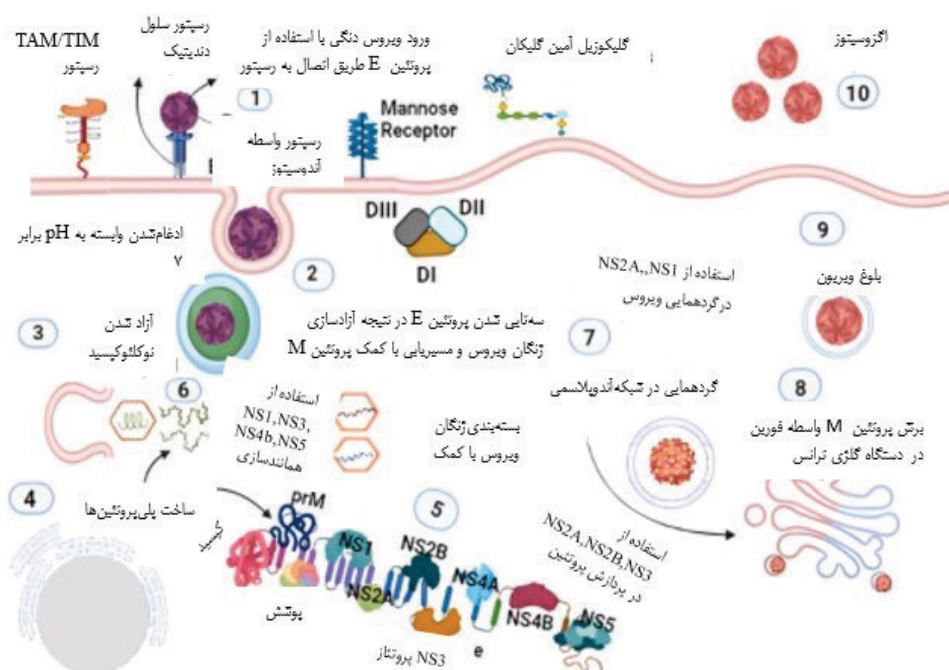
ترکیبی از پروتئین‌های ویروسی و میزبان، ترجمه و شکافته می‌شود تا تحت فرآیند پروتئین‌سازی و همانندسازی قرار گیرد. پروتئین‌های NS یک الگوی مکمل ssRNA (-) را از ژنگان ssRNA (+) رونویسی می‌کنند که برای تولید ژنگان‌های بیشتر برای ترجمه و تولید ویرون استفاده می‌شود. تکثیر ژنگان RNA با استفاده از مجموعه پروتئین‌های ویروس به نام کمپلکس همانندسازی است که از RNA ویروس، پروتئین‌های ویروس و فاکتورهای سلول میزبان تشکیل یافته است. این مجموعه که بر روی غشای شبکه آندوپلاسمی (ER) قرار دارد، به محافظت از محصولات تکثیر در برابر سیستم ایمنی ذاتی میزبان کمک

هنگامی که پشه ویروس دنگی را در پوست قرار می‌دهد، پروتئین E به یکی از گیرنده‌ها متصل می‌شود و از طریق اندوسیتوز با واسطه گیرنده به روش وابسته به کلاترین در سلول وارد می‌شود، pH پایین در محفظه اندوزومی امکان ادغام ویروس دنگی و غشای اندوزوم را فراهم می‌کند. اسیدی شدن وزیکول اندوسیتوزی منجر به تغییر ساختار پروتئین E می‌شود، در مرحله بعد با غشای اندوزومی ترکیب و ژنگان RNA از نوکلئوکپسید بدون پوشش، در سیتوپلاسم آزاد شود. ژنگان به شبکه آندوپلاسمی خشن متصل می‌شود. در ابتدا، RNA به عنوان mRNA عمل می‌کند و برای تولید پروتئین ویروسی ترجمه می‌شود. سپس پلی پروتئین توسط

عفونی ویروس دنگی آزاد شود. برای جلوگیری از همجوشی غشای ویروس دنگی نابالغ با سلول میزبان قبل از اینکه ذره ویروسی از سلول آلوده آزاد شود، پروتئین آب‌گریز حلقه همجوشی را با اتصال به دایمرهای پروتئین E پس از جداسدن محصور می‌کند. در نهایت، زمانی که ویروس دنگی بالغ و در فضای خارج سلولی آزاد شد، این پروتئین از سطح ذرات ویروسی جدا می‌شود (Kok et al. 2023) و سلول‌های پوست مجاور را آلوده می‌کند، در ادامه سلول‌های لانگرهانس آلوده و سپس سلول‌های دندریتیک پوستی از پوست به سیستم لنفاوی مهاجرت می‌کنند و ویروس را در غدد لنفاوی منتشر می‌کنند، جایی که تکثیر ثانویه رخ می‌دهد (شکل ۵) (Martí et al. 2024).

می‌کند. همان‌طور که ژنگان‌ها و پروتئین‌های ویروسی بیشتری ساخته می‌شوند، یک ژنگان با پروتئین‌های E، C و prM ترکیب می‌شود و یک ویریون نابالغ را تشکیل می‌دهد. پس از تشکیل نوکلئوکسپید، ذره ویروس دنگی زمانی که به‌عنوان ذره نابالغ در لومن شبکه اندوپلاسمی جوانه می‌زند شروع به تشکیل ویریون می‌کند. پروتئین prM به صورت پروتئولیتیک در شبکه گلژی شکافته می‌شود و در نتیجه یک ویریون بالغ ایجاد می‌شود که جوانه می‌زند (Martí et al. 2024).

در امتداد مسیر ترشح در شبکه گلژی ترانس (TGN)، ره‌اشدن ویروس دنگی نیاز به برش پیش غشاء/غشاء (prM/M) به پروتئین M با عمل پروتئازهای سرین شبه‌فورین دارد تا فرم بالغ و



شکل ۵. چرخه زندگی ویروس دنگی شامل چندین مرحله از جمله اتصال ویروس، اندوسیتوز با واسطه گیرنده، پوشش ویروس، تولید پروتئین ویروسی، تکثیر RNA، گردهمایی و آزادسازی ویروس تکرار می‌شود (khan et al. 2023).

طبقه‌بندی بیماری تب دنگی از نظر بالینی

بر اساس طبقه‌بندی در سال ۱۹۹۷، بیماری تب دنگی در دو گروه تقسیم می‌گردد، در گروه اول بیماری تب‌دار غیراختصاصی^۱ این مرحله بیشتر در عفونت اولیه دیده می‌شود؛ ولی ممکن است در ابتدای عفونت ثانویه نیز رخ دهد، از نظر بالینی، تمایز آن از بسیاری از بیماری‌های ویروسی دیگر دشوار و اغلب تشخیص داده نمی‌شود و دسته دوم تب همورائیک دنگی که به درجه های I-IV دسته‌بندی می‌گردد:

درجه اول: فقط کبودی^۲ خفیف یا تست تورنیکت^۳ مثبت
درجه دوم: خونریزی خودبه‌خود^۴ در پوست و جاهای دیگر
درجه سوم: تظاهر بالینی شوک
درجه چهارم: شوک شدید، نبض ضعیف^۵ و عدم ثبات فشارخون
در موارد مرتبط با درجه سوم و چهارم سندرم شوک دنگی (DSS) را شامل می‌شود.

تب دنگی هر دو عفونت اولیه و ثانویه را به همراه دارد و بیشتر در بزرگسالان و کودکان بزرگ‌تر دیده می‌شود؛ شروع علائم با تب

1. Undifferentiated Fever
2. Bruising
3. Tourniquet test

4. Spontaneous bleeding
5. Feeble pulse

تشخیص افتراقی اصلی بین آنها در نظر گرفته شود که امکان ارزیابی بالینی برای تشخیص سریع و قاطع را فراهم می‌کند (Duarte et al. 2024).

علی‌رغم مدت زمان کوتاه دوره نهفتگی بیماری (تقریباً در ۹۰٪ موارد بیش از ۱ هفته) تب دنگی یک بیماری پویا^{۱۲} است، تظاهرات بالینی آن می‌تواند با گذشت روزها تغییر کند، حتی می‌تواند به طور ناگهانی بدتر شود. بیماری دنگی می‌تواند به سه مرحله تبدیل شود: مرحله حاد تب^{۱۳} - که در اکثر بیماران مشاهده می‌شود - و فاز بحرانی و بهبود (نقاوت)^{۱۴}.

تب در مرحله حاد بیماری اتفاق می‌دهد، و اولین تظاهرات بالینی با سردرد، استفراغ و همچنین دردهای بدنی با شدت متغیر همراه است. تظاهرات بالینی در کودکان، اغلب تب است که با راش و/یا علائم گوارشی نامشخص همراه است. خلق می‌تواند قرمز شود، اما سایر علائم و نشانه‌های سیستم تنفسی از نظر بالینی قابل توجه نیستند. درد خفیف شکم و اسهال ممکن است رخ دهد. اسهال بیشتر در بیماران زیر دو سال و در بزرگسالان رخ می‌دهد. به طور کلی، در مقایسه با کودکان، در نوجوانان و بزرگسالان یک «سندرم شبه آنفولانزا»^{۱۵} (شامل کسالت، سردرد و بدن درد) در صورت وجود علائم گوارشی، بارزتر از علائم تنفسی مشخص می‌شود. در مرحله تب معمولاً تعداد لکوسیت‌ها کاهش می‌یابد. پتشی^{۱۶} (لکه های کوچک روی پوست ناشی از آسیب به مویرگ) یا کبودشدگی پوست^{۱۷} (خونریزی زیر جلدی زیاد) می‌تواند با یا بدون کاهش در پلاکت خون^{۱۸} وجود داشته باشد. پس از ۲ تا ۵ روز، این علائم می‌تواند با افزایش نشانه‌های بالینی همراه شوند.

اکثر بیماران مبتلا به دنگی با از بین رفتن تب بهبود می‌یابند ولی وضعیت بالینی برخی از بیماران با کاهش تب بدتر می‌شود. بدین ترتیب با فروکش کردن تب، مرحله بحرانی بیماری شروع می‌شود. فاز بحرانی همزمان با نشأت پلاسما منجر به شوک می‌شود که با سردی پوست^{۱۹}، نبض ضعیف، تأخیر در پرشدن مویرگ‌ها^{۲۰}، افزایش ضربان قلب^{۲۱}، کم‌ادراری^{۲۲} و افت فشار خون^{۲۳} مشخص می‌شود. شوک، به دلیل حجم کم پلاسمای خون (هیپوولمی)^{۲۴} است. در ابتدا، همه علائم بالینی شوک مشاهده نمی‌شود و در این شرایط، شوک را می‌توان با باریک شدن تنش شریانی افتراقی یا فشار پالس (اختلاف ≥ 20 میلی متر جیوه بین حداکثر یا تنش شریانی سیستولیک و تنش شریانی حداقل یا دیاستولیک) نشان داد. در این مرحله بیماران معمولاً دارای صورت براق‌روخته، بدن

شدید و دوفازی^۱ مشخص می‌شود که از سه روز تا یک هفته طول می‌کشد. سردرد شدید (عمدتاً رتروبولبار^۲)، بی‌حالی^۳، درد ماهیچه و درد مفصل، کاهش اشتها، اسهال، استفراغ، و معده درد از تظاهرات دیگر این بیماری است (Hasan et al. 2016). علت بیماری بر اثر هر یک از چهار سروتیپ می‌تواند منجر به طیف وسیعی از تظاهرات بالینی شود که مدت زمان یا توالی تظاهرات بالینی عفونت می‌تواند در تعیین شدت و دوره بیماری مهم باشد.

طراحی در نحوه ارزیابی علائم هشداردهنده، برای شناسایی زودهنگام بیمارانی است که بیماری با علائم شدید دارند و نیاز به درمان حمایتی است، بیماری دنگی را می‌توان به سه مرحله مجزا تقسیم کرد: مرحله حاد (تب)^۴، مرحله بحرانی^۵ (نشأت پلاسما) و مرحله نقاوت^۶ یا بازجذب^۷.

در سال ۲۰۰۹ سازمان جهانی بهداشت، بیماری تب دنگی را با هدف بهبود در مدیریت بالینی طبقه‌بندی می‌کند: بدون عارضه و شدید؛ موارد شدید با خونریزی بیش از حد، اختلال اندام، یا نشأت شدید پلاسما مرتبط هستند، و سایر موارد بدون عارضه در نظر گرفته می‌شوند.

این طبقه‌بندی که جایگزین سیستم قبلی سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۹۷ است، دو نوع پدیده بیماری‌زایی مرتبط با این بیماری را معرفی و بر آن تأکید دارد: نشأت پلاسما و هموستاز غیرطبیعی. در این طبقه‌بندی، بیماران مبتلا به تب دنگی به صورت زیر مشخص می‌شوند:

- یک بیماری غیراختصاصی تب‌دار با شایع‌ترین تظاهرات عفونت ویروس دنگی - یا تب خونریزی‌دهنده دنگی / سندرم شوک دنگی - ترکیبی از نشأت پلاسما و انعقاد^۸ و گاهی همراه با خونریزی - کاهش سریع فشارخون و در نتیجه شوک گردش خون^۹ و اختلال در عملکرد اندام^{۱۰} (Guzman et al. 2016)

علائم و نشانه‌های بیماری

تقسیم‌بندی کلاسیک با استفاده از تشخیص بالینی (همه‌گیری‌شناسی، اطلاعات از سابقه بیماری و معاینه بالینی)، تشخیص‌های افتراقی، شناسایی شدت بیماری و تشخیص آزمایشگاهی است. با توجه به شباهت بین تظاهرات بالینی در برخی از عفونت‌های ویروس (سایر آربوویروس‌ها، کووید-۱۹، لپتوسپیروز و سرخک و غیره) با انواع مختلف سروتیپ‌های ویروس دنگی در مناطق بومی^{۱۱}، عفونت ناشی از ویروس دنگی باید به‌عنوان

1. Biphasic
2. Retrobulbar
3. Lassitude
4. Febrile
5. Plasma Leakage
6. Convalescent
7. Reabsorption
8. Coagulopathy

9. Circulatory shock
10. Organ impairment
11. Endemic
12. Dynamic illness
13. Acute febrile phase
14. Convalescent
15. Flu-like syndrome
16. Petechiae

17. Ecchymosis
18. Thrombocytopaenia
19. Teguments
20. Delayed capillary filling
21. Tachycardia
22. Oliguria
23. Hypotension
24. Hypovolaemia

ژنگان ویروس توسط واکنش زنجیره‌ای پلیمرز رونویسی معکوس (RT-PCR)^{۱۳} و/یا پادتن‌های پروتئین NS1 ضد ویروس دنگی توسط سنجش‌های الایزا (ELISA)^{۱۴} یا آزمایش‌های سریع نقطه مراقبت (POCT)^{۱۵} تشخیص داده می‌شوند.

سنجش الایزا مرتبط با جذب پادتن (IgM (MAC-ELISA) برای تشخیص کیفی پادتن‌های IgM علیه ویروس دنگی است که ۴ تا ۵ روز پس از شروع علائم، استفاده می‌شود، و تقریباً برای ۱۲ هفته قابل تشخیص است. MAC-ELISA برپایه ردیابی پادتن‌های IgM انسانی روی یک صفحه میکرو تیترا با استفاده از پادتن ضد IgM انسانی و به دنبال آن افزودن آنتی‌ژن‌های ویروس دنگی مشتق‌شده از پروتئین‌های پوششی چهار سروتیپ است. تست‌های خنثی‌سازی کاهش پلاک (PRNT)^{۱۶} که پادتن‌های خنثی‌کننده خاص را علیه ویروس دنگی و سایر فلاوی ویروس‌ها تشخیص می‌دهند، برای بیماران IgM مثبت انجام می‌شوند تا علت بیماری را از عفونت سایر فلاوی ویروس‌ها مانند ویروس تب‌زرد و زیکا و یا حتی در برخی موارد آلودگی سروتیپ‌های ویروس دنگی را متمایز کنند. علاوه بر این، پیشرفت‌های اخیر در نوع روش سنجش با استفاده از الایزا و الایزای نقطه‌ای^{۱۷} با هدف قرار دادن آنتی‌ژن‌های E/M و NS1 نشان داد که سطوح بالایی از این آنتی‌ژن‌ها به شکل کمپلکس‌های ایمنی در بیماران مبتلا به عفونت‌های اولیه و ثانویه دنگی تا نه روز پس از عفونت تشخیص داده می‌شود. در شروع بیماری در پستانداران، گلیکوپروتئین NS1 که توسط تمام فلاوویروس‌ها تولید می‌شود، پاسخ هومورال و سلولار بسیار قوی ایجاد می‌کند، به طوری که با تشخیص NS1 امکان شناسایی سریع ویروس دنگی فراهم است، اگرچه نمی‌توان سروتیپ‌ها را از هم تمایز داد ولی روش رونویسی معکوس واکنش زنجیره‌ای پلیمرز آشیانه با استفاده از پرایمرهای عمومی^{۱۸} دنگی که ناحیه C/prM ژنگان را برای تکثیر اولیه در مرحله رونویسی معکوس مورد هدف قرار می‌دهد و به دنبال آن یک واکنش زنجیره‌ای پلیمرز آشیانه^{۱۹} برای شناسایی سروتیپ خاص آلوده کننده از نظر کیفی انجام می‌شود (zerfu et al. 2023).

پیشگیری

پیشگیری اولیه، برای کنترل مکان‌های تکثیر پشه تب زرد، استفاده از موانع مکانیکی برای جلوگیری از ورود پشه به خانه‌ها، استفاده از حشره‌کش‌ها، استفاده از لباس‌های مناسب و مواد دافع پیشنهاد

گرم، آبریزش^۱، تعریق زیاد^۲، پرشدن آهسته وریدی^۳، بی‌قراری، تحریک‌پذیری، درد در قسمت فوقانی و میانی شکم و کم‌ادراری هستند. علاوه بر این، بیماران ممکن است علائمی از اختلال هموستاز^۴، از جمله لکه‌های پراکنده روی پوست پیشانی و اندام‌ها، کبودشدگی خودبخودی، خونریزی در محل‌های رگ‌گیری و سیانوز^۵ محیطی (تغییر رنگ پوست به آبی) را نشان دهند. خونریزی گوارشی در کمتر از ۱۰ درصد بیماران مشاهده می‌شود و پس از یک دوره شوک، کاهش فشار خون نامنظم^۶، رخ می‌دهد. بیماران مبتلا به شوک همچنین تنفس سریع و بالقوه سخت، نبض ضعیف و ضربان قلب سریع دارند که به نظر می‌رسد، در نهایت، کبد آنها معمولاً سفت، حساس (فیبروز کبدی) است و حدود ۴ تا ۶ سانتیمتر افزایش حجم می‌یابد، سطح هماتوکریت افزایش و پلاکت‌ها به تدریج کاهش می‌یابد و به کمترین تعداد خود می‌رسند. این مرحله بحرانی ۲۴ تا ۳۶ ساعت طول می‌کشد، در افرادی که بهبود می‌یابند، بلافاصله دوره نقاهت شروع می‌شود. دوره نقاهت می‌تواند عوارضی مانند بیماری مغز^۷، کاهش ضربان قلب^۸، انقباض زودرس بطنی^۹ و به‌ندرت التهاب عضلات قلب^{۱۰} و التهاب مغز^{۱۱} داشته باشد (guzman et al. 2016; harapan et al. 2020).

تشخیص، غربالگری

برای شناسایی آلودگی، می‌توان از اسیدنوکلیتیک ویروس، ردیابی پادتن علیه آنتی‌ژن‌های ویروس دنگی یا ترکیبی از این تکنیک‌ها استفاده کرد. در مراحل اولیه بیماری (هفت روز یا کمتر پس از شروع بیماری)، عفونت دنگی را با تشخیص ژنگان ویروس از سرم، پلاسما، سلول‌های خونی در گردش یا سایر بافت‌ها، با استفاده از آزمایش واکنش زنجیره‌ای پلیمرز^{۱۲} (PCR)، و یا ردیابی پروتئین NS1 می‌توان تشخیص داد. جداسازی ژنگان ویروس از کشت سلولی پستانداران یا پشه با استفاده از برخی کیت‌های تجاری، برای تعیین شناسایی دقیق ژنوتیپ ویروس بکار می‌رود. تشخیص دقیق آلودگی به حفظ نمونه‌ها وابسته است، ویروس دنگی به حرارت حساس است. نمونه‌های زیستی قبل از ارسال به آزمایشگاه باید در یخچال یا فریزر نگهداری شوند. در حداقل زمان ۲۴ ساعت در دمای ۴ تا ۸ درجه سانتی‌گراد، و برای نگهداری طولانی‌مدت در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد یا تانک نیتروژن مایع منجمد شوند. برای بیماران مشکوک به تب دنگی، نمونه‌های سرمی در طول مراحل حاد (≥ 7 روز پس از شروع بیماری) جمع‌آوری و توالی

1. Clammy extremities

2. Diaphoresis

3. Slow venous filling

4. Impaired haemostasis

5. Cyanosis

6. Uncorrected hypotensive shock

7. Encephalopathy

8. Bradycardia

9. Ventricular extarsystoles

10. Myocarditis

11. Encephalitis

12. Polymerase Chain Reaction

13. Reverse transcription polymerase chain reaction

14. Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay

15. Point-of-care testing

16. Plaque Reduction Neutralization Tests

17. Dot immunoassay (DIA)

18. Universal

19. Nested PCR

می‌گردد. این کنترل باید به صورت گسترده باتوجه به نابودی مکان‌های پرورش حشرات، انجام شود تا زمانی که این کار انجام نگیرد، توصیه می‌شود آنچه را که در حد توان است به‌درستی انجام داد، برای از بین بردن مکان‌های تولیدمثل حشرات در خانه‌ها و حیاط‌خو‌ت‌ها، استفاده از حشره‌کش‌های فرار در محیط (که به آن مه‌پاشی پشه‌ها^۱ یا «فوماس»^۲ نیز می‌گویند) یا در منزل، علی‌رغم ایجاد برخی مشکلات و محدودیت‌ها، همچنان در اکثر مواقع استفاده می‌شود، مشکلات و محدودیت‌ها عبارت‌اند از: آسیب به محیط‌زیست، مقاوم شدن پشه در برابر حشره‌کش‌ها و عدم تأثیر آن به پشه‌های داخل خانه.

پیشنهادهای متفاوتی در استفاده از هر یک از موارد بالا وجود دارد. استفاده از توری‌های ظریف (فلزی یا پلاستیکی) روی پنجره‌ها و درها برای جلوگیری از ورود پشه تب زرد به منازل توصیه می‌شود، همچنین استفاده از پشه‌بند بر روی تخت هرچند همراه با محدودیت، می‌تواند کمک کند، زیرا پشه تب زرد در طول روز در روشنایی و دمای بالا فعالیت بیشتری دارد. اقداماتی مانند استفاده از حشره‌کش‌ها یا دافع‌های طبیعی در محیط‌های خانگی، روش‌های موازی ولی با درصد اثربخشی متغیر هستند. تله‌هایی با ترکیبات طبیعی یا حشره‌کش‌هایی که به شکل نانوذرات ارسال می‌شوند، پشه‌ها را جذب، و آلوده می‌کنند، جایگزین مهمی هستند که نوع و نحوه استفاده از آنها هنوز در حال بررسی است. استفاده از هر یک این روش‌ها نحوی است که در تمام مراحل چرخه زندگی پشه (تخم‌ها، لاروها^۳، شفیره‌ها^۴ و اشکال بالغ) موثر است.

یکی از اقدامات پیشگیرانه در برابر گزش پشه تب زرد، استفاده از مواد دافع در نواحی پوست در معرض است. هنگام پوشیدن لباس‌های پارچه‌ای نازک، محصول باید بر روی لباس اعمال شود، بو و افزایش دی‌اکسیدکربن بازدم از سطح بدن همراه با افزایش دمای بدن عوامل مهمی در جذب پشه تب زرد هستند؛ ولی نحوه کنترل متغیرهای فیزیولوژیکی دشوار است. متغیر مهم دیگر رنگ است که پشه‌ها به آن جذب می‌شوند. آنها رنگ‌های تیره‌تر را ترجیح می‌دهند؛ بنابراین پوشیدن لباس‌های با رنگ روشن که تاحدامکان سطح بدن را بپوشاند توصیه می‌شود (Duarte et al, ۲۰۲۴).

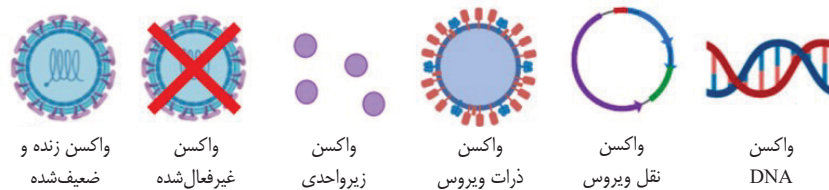
واکسن دنگی

امروزه تنها یک واکسن مؤثر و ایمن (CYD-TDV،

Dengvaxia®) برای محافظت از انسان در برابر ویروس طراحی گردید و استفاده از آن فقط به افراد سرم مثبت، یعنی کسانی که سابقه عفونت ویروس دنگی دارند، توصیه می‌شود. این واکسن در تعداد انگشت‌شماری از کشورها تأیید شده است. این نشان می‌دهد که گسترش واکسن در یک جمعیت نیاز به شناسایی افراد آلوده قبل از انجام واکسیناسیون دارد. هیچ درمان ضدویروسی خاصی در دسترس نیست، و کنترل گسترش حامل ویروس، به‌عنوان ابزار اصلی برای پیشگیری از ابتلا به تب دنگی است. خطر روبه‌رشد عفونت دنگی، نیاز به بررسی زیستگاه حامل‌های ویروس را افزایش داده است. باتوجه به فقدان درمان‌های ضدویروسی قوی برای دنگی، مدیریت سریع و حمایتی، به‌ویژه در بیماران مبتلا به دنگی شدید، کلید اصلی پیشگیری از بیماری‌های شدید و مرگ است. واکسن‌ها و داروهای ضدویروسی دوره اصلی برای کنترل بیماری‌های ویروسی هستند. پیچیدگی ساختاری چهار سروتیپ (ویروس دنگی ۱-۴) و نقش تقویت وابسته به پادتن^۵ (ADE) در تب دنگی شدید، هر دو مانعی در تولید واکسن برعلیه ویروس دنگی است. در سال ۱۹۴۰، برای اولین بار مشخص شد که فلاوی ویروس‌ها دارای آنتی‌ژن‌های خاصی برای تثبیت کمپلمان^۶ (CF) هستند. پس از شناسایی این پروتئین‌ها توسط فلاوی ویروس‌ها، مشخص گردید که پروتئین‌های پوششی و در تثبیت کمپلمان و خنثی‌سازی نقش دارند. پروتئین E واسطه مرحله اول عفونت، در اتصال ذرات ویروسی و آندوسیتوز است، پروتئین E به طور معمول به عنوان هدف اول در برابر عفونت فلاوی ویروس‌ها، از جمله دنگی در نظر گرفته می‌شود. علیرغم اینکه پروتئین E کاندید خوبی برای طراحی واکسن است، یک عارضه جانبی ناشی از برهمکنش ایمونوگلوبولین‌های غیراختصاصی با پروتئین ویروسی و تقویت وابسته به آنتی‌بادی را نشان می‌دهد، بنابراین روش‌های جایگزین در حال بررسی هستند. براین اساس، چند روش جدید در ساخت واکسن از طریق استفاده از نامزدهای مختلف آنتی‌ژن‌های ویروس یا پروتئین نو ترکیب آن برای القای پاسخ ایمنی که عمدتاً پروتئین‌های NS1، premembrane (prM) و پوشش (E) را هدف قرار می‌دهند، پیشنهاد شدند. واکسن‌های هدف پروتئین E شامل واکسن زنده ضعیف شده (CYD-TDV)، واکسن زیرواحد (cED III, V180)، واکسن غیرفعال (PIV)، DNA واکسن (TVDV)، واکسن‌های حامل ویروسی (CAVax-Den) می‌باشد. همه این نامزدهای واکسن هنوز در فاز تحقیق و ارزیابی کارآزمایی بالینی هستند.

1. Mosquito Fogging
2. Fumace
3. Larvae

4. Pupae
5. Antibody-dependent Enhancement
6. Complement fixation



شکل ۶. انواع فعلی واکسن دنگی، انواع مختلفی از واکسن‌های دنگی در دست توسعه هستند، از جمله واکسن‌های ضعیف شده زنده، واکسن‌های غیرفعال، واکسن‌های زیر واحد، ذرات ویروس مانند، واکسن‌های مبتنی بر اسید نوکلئیک، و واکسن‌های ناقل ویروسی.

برای درمان این بیماری استفاده کرد، تب را می‌توان با استامینوفن درمان کرد. ولی مدیریت دقیق «عفونت شدید دنگی» ضروری است. برای انجام مدیریت معطف و مراقبت‌های پیشگیرانه از خونریزی، استفاده از دارو متیل پردنیزولون^۲ در یک دوز توصیه می‌شود، اما به دلیل ایجاد عوارض برای سرکوب سیستم ایمنی، هیپرگلیسمی^۳ و خونریزی روده‌ای^۴، این دارو توسط سازمان جهانی بهداشت و مرکز پیشگیری و کنترل بیماری توصیه نمی‌شود.

گزینه‌های درمان بیماری دنگی در طب سنتی استفاده از داروهای گیاهی است که دارای خواص ضدویروسی، لاروکشی^۵ و پشه‌کشی^۶ هستند، همچنین این داروها توانایی دفع پشه‌ها را دارد و سبب از بین رفتن پشه تب زرد می‌شوند. در زیر به برخی از مهم‌ترین درمان‌های گیاهی اشاره می‌شود.

(۱) علف تب‌بر^۷، که اغلب به عنوان عصاره استخوان^۸ شناخته می‌شود، گیاهی است که به طور گسترده در دسترس و در درمان تب دنگی بسیار مهم است. بهترین راه مصرف آن به صورت دمنوش است.

(۲) زنجبیل چینی^۹ (Temu kunci) ریشه‌های این گیاه اغلب به صورت خمیری آسیاب و به صورت موضعی استفاده می‌شود. ناراحتی عضلانی و حالت تهوع، که در مبتلایان به این بیماری بسیار اذیت‌کننده است، با استفاده از این گیاه کاهش می‌یابد.

(۳) زنجبیل سیاه^{۱۰}: برگ و ساقه آن به عنوان یک درمان گیاهی ضدویروس استفاده می‌شود. طبق مطالعات، یک جزء فعال زیستی در زنجبیل سیاه مستقیماً سروتیپ^۲ ویروس دنگو را غیرفعال می‌کند.

(۴) کاریکا پاپایا^{۱۱}: عصاره آبی از برگ‌های گیاه برای بالا بردن سطح پلاکت استفاده می‌شود.

(۵) بذرتاجریزی نارنجی^{۱۲}: عصاره میوه دارای فعالیت لاروکشی علیه پشه تب زرد است.

علاوه بر واکسن‌های مبتنی بر prM و E، استفاده از NS1 به عنوان ایمونوژن برای طراحی واکسن پیشنهاد و تأیید شده است. مشخص گردید که سطوح بالای پروتئین NS1 در پلاسما با شدت بیماری و خونریزی مرتبط است و بیماران بهبودیافته دارای تیترا بالایی از پادتن‌های ضد NS1 هستند. بسیاری از مزایای استفاده از واکسن NS1 به عنوان ایمونوژن، حفاظت بیشتر در بین هر چهار سروتیپ، خطر کمتر القای پادتن علیه پروتئین E و پدیده تقویت وابسته به آنتی بادی است. واکسیناسیون NS1 می‌تواند پاسخ‌های قوی هومورال علیه عفونت ویروس دنگی ایجاد کند. بر اساس مطالعات، پادتن‌های NS1 همچنین می‌توانند عامل میزبان را با تقلید مولکولی شناسایی کنند که منجر به آسیب بافتی و اختلال در فرایند فیزیولوژی شود. روش‌های طراحی واکسن مبتنی بر NS1 همچون انواع واکسن زیرواحد (واکسن‌های ویروس دنگی NS1)، DNA واکسن (واکسن tPA-pNS1)، نامزدهای واکسن حامل (بوکلاو ویروس برای بیان پروتئین NS1)^۱، و واکسن‌های ضعیف‌شده (ویروس دنگی ax) در مراحل انجام آزمایش‌های بالینی هستند. در حال حاضر برخی از واکسن‌ها، از جمله انواع واکسن ذرات ویروس مانند (DSV4، VEE-VRP) و انواع واکسن حامل ویروسی (MV-DEN) در مرحله تحقیقات پیش‌بالینی هستند (zende et al. 2024).

درمان

هیچ درمان ضدویروسی خاصی برای بیماری دنگی وجود ندارد. سازمان جهانی بهداشت توسعه واکسن چهار ظرفیتی ویروس دنگی را بر اساس اولویت‌های اصلی برای بازدارندگی از عفونت تب دنگی برای کسب درآمد بیشتر نامزد کرد. معمولاً تب دنگی خودبه‌خود برطرف می‌شود. مصرف کردن مایعات، مسکن‌ها به عنوان مراقبت‌های حمایتی و استراحت در بستر معمولاً کافی هستند. هیچ داروی شناخته شده‌ای وجود ندارد که بتوان از آن

1. Baculovirus-expressed
2. Methylprednisolone
3. Hyperglycémie
4. Gastrointestinal Bleeding
5. Larvicidal
6. Mosquitocidal

7. Eupatorium perfoliatum
8. Boneset
9. Boesenbergia rotunda
10. Kaempferia parviflora
11. Carica papaya
12. Solanum villosum

۶) گاروم زنگی‌ها^۱: عصاره پوست ساقه آن دارای خاصیت لاروکشی علیه پشه تب زرد است.

۷) گل‌مور^۲: عصاره برگ و دانه آن لارو و تخم پشه تب زرد و پشه انوفل استنفسی^۳ را از بین می‌برد (khan et al. 2023).

روش‌های کنترل

علاوه بر بررسی جنبه‌های مختلف تب‌دنگی، مانند همه‌گیری‌شناسی، عوامل خطر، تظاهرات بالینی، تشخیص و درمان، تمرکز بر روی اقدامات مؤثر برای کنترل در انتشار حاملین ویروس دنگی بسیار مهم است. در حال حاضر روش‌های کنترل مختلفی برای رفع این مشکل پیشنهاد گردید که بخش‌های بعدی به روش‌های کنترل فعلی برای عفونت دنگی اشاره دارد.

برنامه‌های کنترل جامعه‌محور

هدف اصلی این برنامه کنترل و از بین بردن مکان‌های تکثیر حاملین ویروس است که نیاز به ارائه آموزش و دانش در مورد حاملین، بیماری و همچنین آگاهی‌بخشی برای شناسایی اقدامات پیشگیرانه در جامعه دارند. افراد را بر اساس سطح تحصیلات و دانش آنها در مورد نحوه آموزش مبتلا به بیماری به گروه‌های مختلف تقسیم می‌کنند. این برنامه‌ها اثربخشی زیادی نشان داد و در برخی کشورها که نقش حیاتی در پیشگیری از ویروس دنگی ایفا می‌کنند، به کاهش جمعیت پشه‌ها کمک کرده است ولی با وجود اجرای برنامه‌های کنترل مبتنی بر جامعه، میزان اثربخشی این برنامه‌ها در اکثر کشورهای مبتلا به دنگی، در کنترل عفونت دنگی هنوز محدود است. این محدودیت را می‌توان به عوامل مختلفی از جمله تغییرات در وسعت کشور، جمعیت انسانی، منابع موجود، و روش‌ها و برنامه‌های اجرایی در کشورهای مختلف نسبت داد.

کنترل‌های بیولوژی

یکی از موارد کنترل و جلوگیری از گسترش حامل‌های ویروس دنگی برای حذف و کاهش جمعیت حامل، استفاده از روش و طرح‌های کنترل بیولوژی است. برنامه‌های کنترل محافظه‌کارانه در برابر این پشه حامل ویروس که تقریباً به طور مداوم در طول روز نیش می‌زند مؤثر نیست؛ بنابراین روش‌های جدیدی برای کنترل جمعیت حامل پشه مورد نیاز است. پشه‌های اصلاح‌شده ژنتیکی به عنوان روش‌های اصلی در برنامه‌های کنترل بیولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرند، روش‌های عقیم‌سازی حشره^۴ (SIT) برای چندین سال به طور مؤثر در برابر حفاظت از پشه‌های حامل در چندین کشور استفاده گردید. عملکرد اصلی روش‌های عقیم‌سازی

حشرات، آسیب رساندن به سلامت حشرات نر با روش جلوگیری از تولیدمثل با ماده‌ها و کاهش توانایی پرورش آنها است. گروهی از باکتری‌ها که در بافت‌های تولیدمثل بندپایان یافت می‌شوند به آن ولباچیا^۵ گویند. آنها مکانیسم‌های مختلف برای تولیدمثل در میزبان خود به کار می‌برند که شامل بیماری‌زایی، زنده شدن^۶ و ناسازگاری تولیدمثل^۷ است و باکتری از طریق سیتوپلاسم تخمک به میزبان منتقل می‌شوند.

ولباچیا به عنوان یک کنترل بیولوژی در برابر پشه حامل ویروس دنگی و بسیاری دیگر از بیماری‌های آربوویروسی استفاده می‌شود. برخی از کشورها برای کاهش جمعیت پشه حامل دنگی از پشه نر تب زرد حامل ولباچیا استفاده کردند. ولباچیا باعث ناسازگاری سیتوپلاسمی^۸ (CI) می‌شود، رشد را مختل می‌کند و باعث مرگ جنین پس از جفت‌گیری با ماده‌های غیرآلوده می‌شود.

نتایج استفاده از باکتری *Wolbachia pipientis* برای کنترل جمعیت پشه تب زرد امیدوارکننده است، بطوریکه تولیدمثل پشه‌های آلوده به ولباچیا تحت تأثیر قرار گرفته است. تخم‌های ماده غیرآلوده هنگام بارور شدن توسط یک نر آلوده به ولباچیا از تخم خارج نمی‌شوند. اگر ماده قبلاً توسط این باکتری آلوده شده باشد، فرزندان او به عفونت ویروس دنگی مقاوم خواهند بود، علاوه بر این سبب گزینش ماده‌ها و مرگ نرها می‌شود. این روش هنوز در مقیاس کوچک و تحت کنترل کیفی دقیق استفاده می‌شود (duarte et al. 2024).

مطالعات هافمن و همکاران نشان داده است که عفونت ولباچیا در پشه نر تب زرد، در توانایی برای رقابت تأثیر ندارد، آنها نشان می‌دهند که نرهای ولباچیا که در آزمایشگاه‌ها بزرگ شده‌اند ممکن است به دلیل تغذیه بیشتر و جثه بزرگ‌ترشان در طول دوره رهاسازی در مزرعه، مزیت داشته باشند. این موضوع استفاده احتمالی اندازه بدن آنها را برای کنترل بیماری برجسته می‌کند و ممکن است باعث گسترش ولباچیا و ناسازگاری سیتوپلاسمی در پشه‌های وحشی شود.

پشه تب زرد همچنین می‌تواند به طور ژنتیکی تغییر یابد و برای از بین بردن سایر پشه‌ها در یک جامعه استفاده شود. این روش ابتدا توسط اکسی‌تک^۹، یک شرکت بیوتکنولوژی مستقر در بریتانیا و متعلق به ایالات متحده که حشرات اصلاح شده ژنتیکی را توسعه می‌دهد، انجام شد. آنها نسل دوم پشه نر اصلاح شده ژنتیکی (GM)، «اکسی ۵۰۳۴- همیار»^{۱۰} را تولید کردند. پشه‌های تب زرد دارای ژن (tTAV-OX5034) هستند که به فرزندانشان به

1. *Combretum collinum*
2. *Delonix elata*
3. *Anopheles stephensi*
4. Sterile Insect Techniques
5. *Wolbachia*

6. Feminization
7. Reproductive Incompatibility
8. Cytoplasmic Incompatibility
9. Oxitec
10. Friendly™ OX5034

پشه‌های تب زرد مورد استفاده هستند. علاوه بر این، چندین تنظیم‌کننده‌های دیگر رشد حشرات برای مهار رشد حاملین ویروس استفاده می‌شود. برای کاهش جمعیت پشه‌های بالغ حشره‌کش‌های مختلفی که به‌عنوان بزرگسال‌کش^۶ شناخته می‌شوند، به کار می‌رود.

این مواد را می‌توان از طریق هواپیما یا سم‌پاش‌های سوار بر کامیون، بر روی زمین رهاسازی کرد. حشره‌کش‌های پیرتروئید مصنوعی^۷ شامل پراترین^۸، اتوفن پروکس^۹، پیرترین^{۱۰}، پرمیترین^{۱۱}، رسمی‌ترین^{۱۲} و سامیترین^{۱۳}، معمولاً برای کنترل پشه‌های بالغ همراه با حشره‌کش‌های ارگانوفسفره مانند مالاتیون^{۱۴} استفاده می‌گردد، این ترکیبات شیمیایی با کمک سازمان‌های مختلف دولتی و محلی شناسایی شدند، مورد استفاده قرار می‌گیرند (2023 khan et al).

نتیجه‌گیری

گسترش ویروس دنگی در حال حاضر یک مشکل بهداشت عمومی است، با شیوع بیماری همه‌گیر کووید ۱۹، برخی از کشورهای آسیایی با بار مضاعف بیماری به ویژه تأثیر بر بخش اقتصادی و سلامت مواجه شدند. بخش نگران‌کننده‌تر این است که اکثر موارد کووید ۱۹ از بیماری‌های خفیف تا متوسط با علائم معمولاً مشابه در عفونت دنگی مانند تب و بثورات رخ می‌دهند، بنابراین احتمال زیادی وجود دارد که موارد کووید ۱۹ با موارد دنگی به اشتباه تشخیص داده می‌شوند یا یک فرد دارای عفونت دوگانه از هر دو ویروس باشد (شبیه ویروس دنگی و سایر فلاوی ویروس‌ها).

تاکنون مشکلات به وجود آمده در تشخیص، درمورد واکنش متقاطع پادتن علیه ویروس در عفونت توسط سروتیپ‌های مختلف ویروس دنگی و فلاوی ویروس‌های مختلف هنوز حل نشده است. احتمال بدتر شدن وضعیت بیمار نیز بیشتر است. علاوه بر این مشکلات، عادت ویروس دنگی به فرار از پاسخ ایمنی، نیز یکی از ملاحظات است که در کنترل موثر عفونت ویروس دنگی باید در نظر گرفته شود. برای حل مسئله واکنش متقاطع، طرح‌های تحقیقاتی برای کشف داروهای مفید و دارای خاصیت ضد ویروسی، خنثی‌کننده پادتن‌ها و نامزدهای واکسن که می‌توانند به طور کارآمد و موثر عمل کنند، در حال انجام است. همچنین، توسعه یک جایگزین تشخیصی حساس‌تر و اختصاصی‌تر برای رفع محدودیت کیت‌های فعلی تشخیص تجاری بسیار ضروری است تا امکان تشخیص سریع و زودهنگام فلاوی ویروس‌ها یا سایر ویروس‌های بدخیم

ارث می‌رسد و تنها فرزندان نر زنده می‌مانند و فرزندان ماده سرکوب می‌شود، انتشار مداوم پشه‌های نر GM OX5034 در طول فصل فراوانی پشه، و عدم حضور پشه‌های ماده در منطقه منجر به کاهش جمعیت پشه می‌شود. پشه تب زرد OX5034 GM [۱۹۹۲۰۰]، برای رهاسازی در فلوریدا و تگزاس توسط آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده^۱ (EPA) تأیید گردید. باتوجه‌به مجوز آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده، برنامه‌های کنترل پشه‌های محلی در مناطقی که پشه‌ها رها شدند، قادر به ارزیابی تأثیر پشه‌های GM بر جمعیت پشه تب زرد هستند. در یک آزمایشگاه از ژن‌های خود محدودکننده و نشانگر برای ایجاد پشه‌های GM OX5034 در تعداد زیاد استفاده می‌شود. محققان می‌توانند این پشه‌های GM را که فرزندان ماده پشه از بین می‌روند، در طبیعت با استفاده از یک ژن نشانگر فلورسنت که در نور قرمز خاص می‌درخشد و به‌عنوان ژن خود محدودکننده عمل می‌کند، شناسایی کنند. یک GM در مجاورت یک پشه GM قرار می‌گیرد، تخم‌هایی که حاوی ژن خود محدودکننده هستند، تولید می‌گردد، وقتی از تخم بیرون آمدند، بزرگ شدند و به سن بلوغ رسیدند، آماده جفت‌گیری با ماده‌های وحشی هستند. فرزندان این ژن‌ها را دریافت می‌کنند و فرزندان ماده پشه، قبل از رسیدن به بلوغ خواهند مرد، در نتیجه جمعیت پشه تب زرد باید کاهش یابد.

کنترل‌های شیمیایی

در چندین دهه گذشته، کنترل‌های شیمیایی برای جلوگیری از گسترش پشه حامل ویروس مطالعه شد که بسیار مؤثر عمل می‌کند ولی استفاده طولانی‌مدت از آن، معایب زیادی مانند تأثیر منفی بر محیط‌زیست و مقاومت پشه‌های حامل ویروس در برابر مواد شیمیایی موجود در آنها دارند. درحالی‌که دانشمندان پیشرفت‌هایی را در توسعه مواد سازگار با محیط‌زیست، و مشتق شده از عصاره‌های گیاهی برای کنترل این حامل‌ها انجام دادند، این عصاره‌های گیاهی هنوز هم اثربخشی قابل‌توجهی در برابر پشه تب زرد نشان می‌دهند. انواع مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات^۲ (IGR) که از سایر ترکیبات شیمیایی تولید می‌شوند، در جلوگیری از انتقال و رشد در انواع مختلف حشرات، از جمله تغییرات در مراحل رشد و پس از آن، اثربخشی دارند.

تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات شامل اسپینوساد^۳، سیرومازین^۴ و متوپرن^۵ برای کشتن حشرات قبل از رسیدن به مرحله بزرگسالی برای جلوگیری از گسترش بیماری، و برای کنترل تعداد لارو

1. US Environment protection Agency
2. Insect Growth Regulators
3. Spinosad
4. Cyromazine
5. Methopren
6. Adulticides
7. Synthetic Pyrethroid

8. Prallethrin
9. Etofenprox
10. Pyrethrins
11. Permethrin
12. Resmethrin
13. Sumithrin
14. Malathion

نوظهور برای مدیریت بالینی فوری بر روی بیماران و افراد آلوده به دست آید. روش‌هایی مانند استفاده از مشتقات نانوبادی‌ها و مهندسی پادتن ایده جالبی در توسعه آشکارسازهای زیستی حساس و خاص هستند. در نتیجه گسترش هر دو جنبه درمانی و تشخیصی، ایده‌های مفید و جالبی را برای توسعه در آینده ارائه می‌دهد.

منابع

1. Duarte, Geraldo; Braga, Antonio Rodrigues; Kreitchmann, Regis; Menezes, Maria Luiza Bezerra; Miranda, Angélica Espinosa Barbosa; Travassos, Ana Gabriela Alvares et al. (2024): Prevention, diagnosis, and treatment protocol of dengue during pregnancy and the postpartum period. In *Revista brasileira de ginecologia e obstetricia : revista da Federacao Brasileira das Sociedades de Ginecologia e Obstetricia* 46. DOI: 10.61622/rbgo/2024rbgo73.
2. Guzman, Maria G.; Gubler, Duane J.; Izquierdo, Aliensys; Martinez, Eric; Halstead, Scott B. (2016): Dengue infection. In *Nat Rev Dis Primers* 2 (1), p. 16055. DOI: 10.1038/nrdp.2016.55.
3. Harapan, Harapan; Michie, Alice; Sasmono, R. Tedjo; Imrie, Allison (2020): Dengue: A Minireview. In *Viruses* 12 (8), p. 829. DOI: 10.3390/v12080829.
4. Hasan, Shamimul; Jamdar, Sami Faisal; Alalowi, Munther; Al Ageel Al Beajji, Sadun Mohammad (2016): Dengue virus: A global human threat: Review of literature. In *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry* 6 (1), pp. 1–6. DOI: 10.4103/2231-0762-175416.
5. Kabir, Md Alamgir; Zilouchian, Hussein; Younas, Muhammad Awais; Asghar, Waseem (2021): Dengue Detection: Advances in Diagnostic Tools from Conventional Technology to Point of Care. In *Biosensors* 11 (7), p. 206. DOI: 10.3390/bios11070206.
6. Khan, Muhammad Bilal; Yang, Zih-Syuan; Lin, Chih-Yen; Hsu, Ming-Cheng; Urbina, Aspiro Nayim; Assavalapsakul, Wanchai et al. (2023): Dengue overview: An updated systemic review. In *Journal of Infection and Public Health* 16 (10), pp. 1625–1642. DOI: 10.1016/j.jiph.2023.08.001.
7. King, Christine A.; Wegman, Adam D.; Endy, Timothy P. (2020): Mobilization and Activation of the Innate Immune Response to Dengue Virus. In *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 10, p. 574417. DOI: 10.3389/fcimb.2020.574417.
8. Kok, Boon Hui; Lim, Hui Ting; Lim, Chin Peng; Lai, Ngit Shin; Leow, Chiuan Yee; Leow, Chiuan Herng (2023): Dengue virus infection - a review of pathogenesis, vaccines, diagnosis and therapy. In *Virus Research* 324, p. 199018. DOI: 10.1016/j.virusres.2020.199018.
9. Martí, Michelle M.; Castanha, Priscila M. S.; Barratt-Boyes, Simon M. (2024): The Dynamic Relationship between Dengue Virus and the Human Cutaneous Innate Immune Response. In *Viruses* 16 (5), p. 727. DOI: 10.3390/v16050727.
10. Phadungsombat, Juthamas; Nakayama, Emi E.; Shioda, Tatsuo (2024): Unraveling Dengue Virus Diversity in Asia: An Epidemiological Study through Genetic Sequences and Phylogenetic Analysis. In *Viruses* 16 (7), p. 1046. DOI: 10.3390/v16071046.
11. Sinha, Saumya; Singh, Kinjal; Ravi Kumar, Y. S.; Roy, Riya; Phadnis, Sushant; Meena, Varsha et al. (2024): Dengue virus pathogenesis and host molecular machineries. In *J Biomed Sci* 31 (1), p. 43. DOI: 10.1186/s129229-024-01030-9.
12. Torto, Baldwyn; Tchouassi, David P. (2024): Chemical Ecology and Management of Dengue Vectors. In *Annual Review of Entomology* 69 (Volume 69, 2024), pp. 159–182. DOI: 10.1146/annurev-ento020123-015755-.
13. Zende, Akshata V.; Shinde, Yogesh A.; Sonwalkar, Rutuja R.; Parekar, Priyanka B. (2024): A Comprehensive Review Article on Dengue Fever. In *South Asian Res J Pharm Sci* 6 (03), pp. 89–105. DOI: 10.36346/sarjps.2024.v06i03.007.
14. Zerfu, Biruk; Kassa, Tesfu; Legesse, Mengistu (2023): Epidemiology, biology, pathogenesis, clinical manifestations, and diagnosis of dengue virus infection, and its trend in Ethiopia: a comprehensive literature review. In *Trop Med Health* 51 (1), p. 11. DOI: 10.1186/s41182-023-00504-0.

گیاهان و قارچ‌ها و چالش‌های غذا، دارو و انرژی

فرخ قهرمانی‌نژاد
گروه علوم گیاهی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
حمید نظری
گروه زیست‌شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
fgh@khu.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

هدف این مقاله نشان دادن اهمیت کاوش برای یافتن گونه‌های جدید با پتانسیل مفید به عنوان منابع غذایی با ذکر مثال‌هایی از گونه‌های کمتر شناخته شده موجود در فهرست غذای مردم محلی نواحی مختلف و ارائه راه‌حلی برای چالش‌های پیش‌رو مانند قحطی است. با توجه به رشد جهانی جمعیت و پیش‌بینی افزایش حدود دو میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰، اهمیت یافتن مواد غذایی و دارویی جدید، به‌ویژه از منابع گیاهی و قارچی و اکتشاف گونه‌های جدید برای آینده بشر ارزش بیشتری پیدا می‌کند چراکه در حال حاضر تعداد محدودی از گونه‌های گیاهی بخش اصلی نیاز غذایی مردم را تشکیل می‌دهند و بروز بیماری و کاهش تنوع ژنتیکی ممکن است به انقراض آنها و در نهایت به بحران‌های غذایی احتمالی جهانی منجر شود. بخش عمده این نوشته که به بررسی شکاف‌هایی از دانش می‌پردازد و مزایای شناخته شده و بالقوه قارچ‌ها و گیاهان را برای ما و سیاره زمین آشکار می‌سازد، برگرفته از گزارشی است که با همکاری و تلاش مشترک ۲۱۰ محقق از ۹۷ مؤسسه در ۴۲ کشور انجام شده است.

کلمات کلیدی: انقراض، تهدید غذایی، تنوع ژنتیکی، زیست‌کره، گونه

مقدمه

از مجموعه کتاب قانون ابن سینا نام برد (قانون ۱۳۷۰). کارل لینه سوئدی که به پدر علم رده بندی مشهور است به افتخار ابن دانشمند برجسته ایرانی نام علمی سرده حرا را در کتاب خود در سال ۱۷۵۳، *Avicennia* نام‌گذاری کرد.

واضح است که هنوز تمامی اسرار گیاهان خوراکی برای انسان آشکار نشده است، زیرا برخی از کاربردهای سنتی در جوامع محلی باقی مانده و یا مثلاً در نوشته‌های فارسی و یا چینی مستند شده است که ترجمه آنها بی شک بسیار ارزنده خواهد بود (Taoerdahong et al. 2023). همچنین واکسن‌های خوراکی که از طریق برخی گیاهان وارد رژیم غذایی انسان می‌شوند، امروزه جایگاه ویژه‌ای در بخش سلامت دارند (Yip et al. 2023).

طی قرون گذشته، هرگز زیست‌کره^۲ یا همان لایه نازک دارای حیات که ما آن را خانه خود می‌دانیم، به اندازه امروز دستخوش تهدیدهای شدید نشده است. نرخ جنگل‌زدایی در بیشتر نقاط دنیا

در طول اعصار، گیاهان وحشی به عنوان یکی از منابع مهم غذایی مورد استفاده انسان قرار گرفته‌اند. گیاهان علاوه بر منبع غذایی به‌عنوان دارو، مواد اولیه نساجی و همچنین علوفه حیوانات اهلی نیز استفاده می‌شوند (2006, Ghahremaninejad et al. 2021). نقش حیاتی گیاهان وحشی خوراکی در فراهم آوردن نیاز غذایی جوامع بی‌شمار در سراسر جهان انکار ناپذیر است. در عصری که بازار مواد غذایی و رازهای علم تغذیه بیش از پیش مشخص شده است، پتانسیل گیاهان وحشی و قارچ‌ها^۱ هم برای خوردن و هم برای درمان مورد توجه قرار گرفته است (2013, Manohar et al.). همان طور که در متون تاریخی می‌توان یافت، ایرانیان نیز از قرن‌ها پیش بسیاری از گیاهان دارویی و غذایی را شناسایی و مورد استفاده قرار داده‌اند که می‌تواند به موقعیت خاص جغرافیایی ایران و غنای گیاهی آن نیز مرتبط باشد (منوری و همکاران ۱۳۸۶). دانشمندان بزرگ ایرانی از گذشته در این زمینه مطالعات و مکاشفات ارزنده‌ای داشته‌اند که به عنوان نمونه می‌توان



شکل ۱. مقاله انتشار یافته توسط کیو.

قسمت زیادی از این نوشته که به بررسی شکاف‌های دانش می‌پردازد و مزایای شناخته شده و بالقوه قارچ‌ها و گیاهان را برای انسان و سیاره ما آشکار می‌سازد برگرفته از گزارشی (Antonelli et al. 2020) است که با همکاری و تلاش مشترک ۲۱۰ محقق از ۹۷ مؤسسه در ۴۲ کشور انجام گرفته است (شکل ۱) و چهارمین گزارش از مجموعه وضعیت جهان منتشر شده توسط هرباریوم^۶ و باغ گیاه‌شناسی کیو^۷ بریتانیا به شمار می‌آید که در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ بر روی گیاهان و در سال ۲۰۱۸ بر روی قارچ‌ها تمرکز داشته است. هدف گزارش این بوده است که به دنیا بگوید برای چالش‌هایی که با آن روبرو هستیم می‌توانیم راه‌حلی پیدا کنیم. اگرچه هیچ راه و دستورالعمل جامع، واحد و یا آسانی برای خروج از بحران‌های زیست‌محیطی وجود ندارد، اما به هر ترتیب ارتباط علم گیاهی و قارچی را نمی‌توان دست کم گرفت. در اینجا با هدفی مشترک و با افزودن مطالب و منابعی دیگر، این بررسی به زبان فارسی نگارش شده است.

توصیه متن حاضر استفاده پایدار از گیاهان و قارچ‌هاست و باید توجه کنیم که طبیعت همیشه ارزش خاص و ویژه خود را داراست. در این سیاره میلیون‌ها گونه وجود دارند و بسیاری از مردم امروزه بر این باور هستند که ما باید از این گونه‌ها حفاظت کنیم و مانع نابودی آنها شویم حتی اگر به ظاهر این گونه‌ها هیچ سودی برای ما نداشته باشند. در نتیجه، حفاظت از تنوع زیستی می‌تواند وظیفه ما برای مراقبت از این سیاره و همچنین رفع نیازهای خودمان باشد

افزایش یافته است زیرا پوشش‌های گیاهی زمین برای تهیه غذا و سکونتگاه جمعیت بیشتری از مردم پاکسازی می‌شوند، انتشار گازهای گلخانه‌ای سیستم آب و هوایی را مختل می‌سازند، عوامل بیماری‌زای جدید محصولات زراعی و سلامت ما را تهدید می‌کنند، تجارت غیرقانونی جمعیت‌های بسیاری از گیاهان را ریشه‌کن کرده است و گونه‌های^۱ غیر بومی در حال رقابت با گیاهان محلی و بومی^۲ هستند. تنوع زیستی^۳ در سطح منطقه‌ای و جهانی با سرعت زیادی رو به کاهش است. در حالی که همین وجود تنوع زیستی است که زندگی ما را مستحکم و تضمین می‌کند. یخچال خود را باز کنید، به مجموعه داروهای خود نگاه کنید، اتاق نشیمن خود را بررسی کنید، لباس‌های خود را لمس کنید؛ هزاران سال است که طبیعت را برای رفع گرسنگی، درمان بیماری‌ها، ساختن خانه و راحت‌تر کردن زندگی‌مان مورد استفاده قرار داده‌ایم. کاوش‌های اولیه انسان برای یافتن صفات مفید در گونه‌های مختلف بر ابزارهای ابتدایی تکیه داشت. به تدریج دانش بومی با کم اهمیت جلوه دادن سنت‌های محلی و ظهور جهانی شدن در حال نابودی است. در نتیجه، بشر هنوز تا کشف و استفاده کارساز از پتانسیل کامل تنوع زیستی، به ویژه گیاهان و قارچ‌ها که نقش مهمی در اکوسیستم^۴ دارند، فاصله زیادی دارد. اکنون، بیش از هر زمان دیگری، باید به دنبال راه‌حلی باشیم که بتوانند به ما برای مقابله با چالش‌های رویاروی جهانی کمک کنند. گرچه هر سال گونه‌های جدیدی توصیف^۵ و به صورت علمی نام گذاری می‌شوند، اما همزمان، گونه‌های دیگر به سمت انقراض و نابودی پیش می‌روند چرا که توانایی مقاومت در برابر موج تهدیدات و مخاطرات زیستی اخیر را ندارند. درک دقیق این دو روی سکه برای حفظ گیاهان و قارچ‌ها، با توجه به اهمیت و فوایدی که برای ما دارند، شاید ضرورتی اجتناب ناپذیر باشد. تحقیقات مسئولانه در باب محصولات طبیعی، از طریق پیشرفت در زیست فناوری و سایر روش‌ها، به ما کمک می‌کند تا ویژگی‌های مفید گیاهان و قارچ‌ها برای مبارزه با بیماری‌های جدید و مقابله با چالش‌های نوظهور پیش روی سیاره زمین را شناسایی کرده و مورد استفاده قرار دهیم. بسیاری از گونه‌هایی که در سایه مطالعات علمی، جدید محسوب می‌شوند، ممکن است از مدتها قبل توسط مردم محلی منطقه‌ای که این گونه‌ها بومی آنجا هستند، شناخته شده و مورد استفاده قرار گرفته باشند. بنابراین افراد محلی می‌توانند منبع دانشی بی نظیر برای گونه‌های گوناگون موجود در زیستگاهشان باشند.

1. Species
2. Native
3. Biodiversity
4. Ecosystem

5. Describe
6. Herbarium
7. Kew

بفهمیم کاربردهای بالقوه آن چیست و آیا حفاظت از آن را باید در اولویت قرار دهیم یا خیر.

بسیاری از گیاهانی که در سال ۲۰۱۹ معرفی شدند، پتانسیل استفاده در نوشیدنی‌ها یا غذاهای جدید را دارند. از چین و آسیای جنوب شرقی، ۳۰ گونه از سرده^۵ *Camellia* که قبلاً نامی از آنها برده نشده بود معرفی شدند. کاملیا به تیره^۶ یا خانواده چائیان (Theaceae) تعلق دارد، تیره‌ای که نوشیدنی روزمره و آشای ما ایرانیان یعنی چای (*Camellia sinensis*) و همچنین درختچه‌های گلدار زینتی زیبای متعددی به آن تعلق دارند. در همین حال، شش گونه از *Allium*، سرده‌ای که شامل سیر، پیاز، تره فرنگی و پیازچه است، برای نخستین بار توسط دانشمندان گیاه‌شناس در ترکیه شناسایی شدند و ۱۰ گونه از خویشاوندان اسفناج از سرده *Chenopodium* در کالیفرنیا، ایالات متحده آمریکا، کشف شدند. برزیل دو خویشاوند وحشی کاساوا (*Manihot esculenta*) که قبلاً برای علم ناشناخته بودند و همچنین خویشاوندان وحشی یام (*Dioscorea*) و سیب زمینی شیرین (*Ipomoea*) را معرفی کرد. هر یک از این گونه‌ها به نوبه خود می‌تواند امید بشر را برای تهیه غذای مورد نیاز برای میلیون‌ها نفر در سطح کره زمین بالا برده، نگرانی ناشی از بحران غذایی و انقراض برخی گونه‌های موجود در وعده‌های غذایی را نیز تا حدی کاهش دهد.

در شکل ۲، افزایش تعداد گونه‌های شناخته شده سرده *Begonia* از سال ۱۸۰۰ نشان داده شده است. توصیف علمی گونه‌های جدید سرده بگونیا در دو قرن اخیر به سرعت افزایش یافته است. بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹، به طور متوسط ۶۰ گونه جدید بگونیا در سال منتشر شده است که آن را به یکی از سریع‌ترین سرده‌ها از نظر شناسایی و توصیف علمی در دنیا تبدیل کرده است. نمودار دایره‌ای نشان می‌دهد که ۴۶ گونه بگونیا نام گذاری شده در سال ۲۰۱۹ عمدتاً از آسیای جنوب شرقی معرفی شده‌اند.

دانشمندان دائماً در نام گذاری گونه‌هایی از گیاهان و قارچ‌ها که برای علم جدید محسوب می‌شوند به این موضوع که بسیاری از آنها در معرض تهدید هستند نیز توجه دارند. با آگاهی از سرعت بالای کاهش تنوع زیستی، ما باید کار حیاتی یافتن و شناسایی گونه‌های جدید را افزایش دهیم. در غیر این صورت شاهد انقراض بسیاری از گونه‌های بالقوه با ارزش خواهیم بود. هر ساله، همان طور که دانشمندان اکوسیستم‌های جهان را کاوش می‌کنند، گیاهان دارویی و قارچی را مورد بررسی قرار می‌دهند، DNA موجودات زنده را توالی‌یابی می‌کنند و یا زمانی که شبکه‌های اجتماعی را مرور می‌کنند، با گونه‌هایی از گیاهان و قارچ‌ها مواجه می‌شوند که هنوز به طور علمی توصیف و معرفی نشده‌اند. در سال ۲۰۱۹، گیاه‌شناسان ۱۹۴۲ گونه جدید از گیاهان آوندی را در فهرست نام‌های بین‌المللی گیاهان (عمدتاً گیاهان گلدار^۲، بازدانگان و سرخس‌ها) ثبت کردند و قارچ‌شناسان^۳ ۱۸۸۶ قارچ جدید را در فهرست قارچ‌ها^۴ ثبت نمودند.

تهدیدهای کنونی برای تنوع زیستی جهانی، از تغییرات آب و هوایی، قطع درختان و تغییر کاربری زمین، وظیفه فهرست‌نویسی گونه‌ها را به مسابقه‌ای با زمان تبدیل کرده است. اغلب، وقتی که یک گونه جدید شرح داده و نام‌گذاری می‌شود در واقع در معرض انقراض است. این بدان معنی است که گونه‌هایی که ممکن است به عنوان غذا، دارو یا الیاف ارزشمند باشند یا نقش مهمی در ثبات اکوسیستم‌ها داشته باشند، شاید قبل از اینکه حتی فرصتی برای کشف ویژگی‌های آنها داشته باشیم، منقرض شده و ناپدید شوند. اکثر مردم فکر می‌کنند که همه گونه‌ها کشف، مکان‌یابی و طبقه‌بندی شده‌اند، اما اینطور نیست. هنوز تعداد زیادی از گونه‌ها در این سیاره وجود دارند که ما هیچ چیزی درباره آنها نمی‌دانیم و به همین دلیل نامی هم برای آنها نداریم. لذا باید کشف و شناسایی و نام‌گذاری گونه‌ها با سرعت بیشتری انجام پذیرد. هنگامی که یک گونه را شناسایی و نام‌گذاری کردیم، گام بعدی این است که



شکل ۲. افزایش تعداد گونه‌های شناخته شده سرده بگونیا در سال‌های اخیر.

1. Deoxyribonucleic Acid
2. Flowering plants
3. Mycologists

4. Index Fungorum
5. Genus (genera جمع)
6. Family

ایجاد می‌کنند تا پاتوژن‌های^۷ گیاهی، قارچ‌های مرتبط با جانوران و گل‌سنگ‌ها. از میان قارچ‌های میکوریزی، ۵۱ مورد از تیره حاوی کلاهک‌های شیری و شکننده (Russulaceae) بودند. قارچ‌های این تیره با گیاهانی از درختان غول پیکر در سرده *Lithocarpus* در جنوب شرقی آسیا گرفته تا درخت معروف به بید کوتوله یا بید قطبی (*Salix arctica*) در مناطق نزدیک به قطب شمال ارتباط برقرار می‌کنند. سی و هفت گونه دیگر به تازگی در ۱۵ سرده از تیره Boletaceae توصیف شدند. اینها شامل هشت گونه از سرده *Strobilomyces* هستند که قارچ خوراکی با نام محلی «پیرمرد جنگل»^۸ از آنهاست. یکی از مهم‌ترین نام‌گذاری‌های قارچ‌ها در سال ۲۰۱۹، نام گذاری قارچ *Fusarium odoratissimum* بود که مسئول بیماری پانامایی موز کاوندیش^۹ است. این گونه در دهه ۱۹۹۰ در مزارع کاوندیش در سراسر آسیا گسترش یافت و سپس به آفریقا، شبه قاره هند و خاورمیانه رسید و جمعیت آن اکنون در آمریکای جنوبی نیز در حال افزایش است. هر ساله حدود ۵۰ میلیارد تن موز کاوندیش برداشت می‌شود که ۴۷ درصد از محصول جهانی موز را تشکیل می‌دهد. این قارچ قبلاً نام رسمی نداشت و هیچ مطالعه مناسبی در مورد محدوده گونه‌ها در این مجموعه انجام نشده بود. با این حال، چندین گونه مرتبط در حال حاضر شناسایی شده‌اند و در نهایت نامی بر گونه‌ای گذاشته شد که امروزه تولید جهانی موز کاوندیش را تهدید می‌کند. این بدان معناست که ما اکنون راه بهتری برای انتقال اطلاعات در مورد این بیماری و تحقیقات هدفمند داریم چرا که نام گونه بیماری‌زا را می‌دانیم و آن را می‌شناسیم. خوب است که همیشه تهدیدات خود را بشناسیم، زیرا زمانی که آنها را بشناسیم، می‌توانیم راه‌های بهتر و مناسب‌تری برای کنترل‌شان پیدا کنیم.

برخی از قارچ‌ها در پیوندهای همزیستی با شرکای فتوسنتزی (جلبک‌ها، سیانوباکتری‌ها) زندگی می‌کنند و گل‌سنگ‌ها^{۱۰} را تشکیل می‌دهند. در سال ۲۰۱۹، بیش از ۲۰۰ گونه از قارچ‌های گل‌سنگ شده از ۳۷ تیره و ۸۷ سرده به‌صورت علمی نام‌گذاری شدند. قارچ‌شناسان در انواع محیط‌ها، از مزارع چای در ارتفاعات سریلانکا و جنگل‌های باستانی هیرکانین^{۱۱} در شمال ایران گرفته تا جزایر گالاپاگوس اکوادور و جنگل‌های استوایی در مکزیک، آنها را مشاهده کرده‌اند. با نشان دادن ارزش علم شهروندی در طبقه‌بندی^{۱۲}، گونه *Allographa kamojangensis* تنها پس از انتشار عکسی از آن در یک گروه فیس‌بوکی از اندونزی شناسایی شد.

سرده بگونیا که به صورت طبیعی در ایران گونه‌ای ندارد، در مناطق استوایی بطور گسترده‌ای دیده می‌شود و گونه‌های آن بیشتر در مکان‌های دست نخورده و جنگل‌های کوهستانی رشد می‌کنند. برخی از آنها رورست^۱ هستند (یعنی روی گیاهان دیگر، اغلب درختان، رشد می‌کنند)، در حالی که برخی دیگر طرفدار صخره‌های سایه‌دار یا آبشارهایی در دره‌های عمیق هستند. تا ماه مارس سال ۲۰۲۰، تعداد ۱۹۶۳ گونه از این سرده نام‌گذاری شده بود و گیاه‌شناسان انتظار دارند این رقم به زودی از ۲۰۰۰ گونه فراتر رود. برخی از این گونه‌های جدید ممکن است روزی وارد باغچه‌ها و باغ‌های ما شوند. به عنوان نمونه، ممکن است ژن‌های موجود در گونه‌هایی که به تازگی نام گذاری شده‌اند، برای کمک به مقاومت‌سازی محصولات زراعی فعلی در برابر آفات یا بیماری‌ها مفید باشند، یا در زیستگاه‌های دیگر با الگوهای بارندگی یا حاصلخیزی خاک متفاوت رشد کنند. داروهای جدید نیز ممکن است از برخی گیاهان، شامل گیاهان جدیداً شناخته شده، قابل استخراج باشند. گونه *Eryngium arenosum* که توسط دانشمندان در تگزاس، ایالات متحده آمریکا، مشاهده شده است، متعلق به یک سرده شامل گیاهانی است که برای درمان التهاب، قند خون بالا و نیش عقرب استفاده می‌شوند. گونه *Artemisia baxoiensis*، که نوعی درمنه است، در ارتفاعات تبت مشاهده شده است، ارتباط نزدیکی با *Artemisia annua* با خاصیت ضد مالاریایی دارد. همچنین سه گونه از سرده *Oenothera* که قبلاً توصیف نشده بودند، در ایتالیا، لهستان و در یک جزیره مکزیک اقیانوس آرام مشاهده شده‌اند. گونه‌های این سرده که به عنوان گل مغربی نیز شناخته می‌شود، اسیدهای گاما لینولئیک^۲ تولید می‌کنند که برای درمان اسکروز سیستمیک^۳، آگزما^۴ و پسوریازیس^۵ استفاده می‌شود. کشف درخت *Cedrela domatifolia*، از تیره زیتون تلخیان (Meliaceae)، ممکن است منبع جدیدی از الوار را در اختیار ما قرار دهد و هشت گونه تازه توصیف شده از سرده *Calamus* که در آسیای جنوب شرقی و هند یافت می‌شوند، می‌توانند مانند بستگان نزدیک خود، حصیری با ارزش را به تجارت مبلمان چند میلیارد دلاری عرضه کنند. در همین حال، باغبانان احتمالاً با شناخت ۲۸ گونه تازه نام گذاری شده سرخس‌های درختی، ۴۶ گونه جدید بگونیا و همچنین نوعی گلایول (*Gladiolus mariae*) با گل‌های قرمز دیدنی هیجان‌زده شوند. این گونه گلایول را دانشمندان در کوهی دورافتاده در گینه، غرب آفریقا، پیدا کردند. قلمرو قارچ‌ها نیز گونه‌های جدیدی را برای علم به ارمان آورد: از قارچ‌های میکوریزی^۶ که روابط متقابلی با گیاهان

1. Epiphyte
2. Gamma-Linolenic acids
3. Systemic Sclerosis (SS)
4. Eczema
5. Psoriasis
6. Mycorrhiza

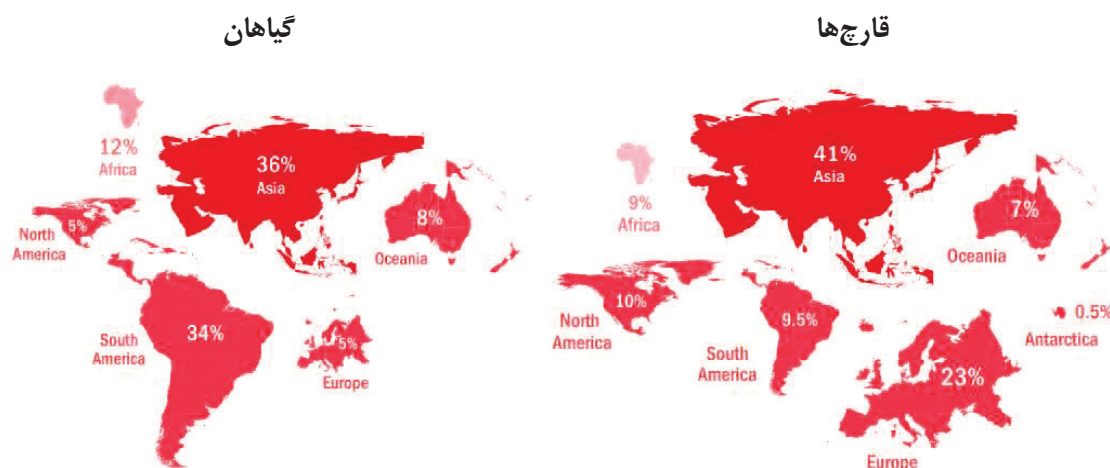
7. Pathogens
8. Old Man of the Woods
9. Cavendish
10. Lichens
11. Hyrcanian
12. Classification

آشکارسازی تنوع زیستی

آرایه‌های قارچی آسکومیکوتا^۱ و بازیدیومیکوتا^۲ شناسایی شده‌اند. اما دانشمندان بر این باورند که بیش از ۹۰ درصد گونه‌ها هنوز برای علم ناشناخته باقی مانده‌اند. آنها تخمین می‌زنند که بین ۲/۲ تا ۳/۸ میلیون گونه روی زمین وجود دارد. دلیل اصلی اطلاعات کم ما در مورد قارچ‌ها سبک زندگی بسیار مرموزانه آنهاست. در حالی که تقریباً همه گیاهان در روی زمین به سادگی قابل مشاهده هستند، قارچ‌ها اغلب پنهان می‌مانند.

مطالعه قارچ‌ها عمدتاً بر اساس ساختارهای حاوی هاگ^۳ آنهاست، از جمله قارچ‌هایی که روی زمین می‌بینیم. بسیاری از گونه‌ها فقط در زمان‌های خاصی از سال هاگ تولید می‌کنند. برخی از گونه‌ها حتی هر سال هاگ تولید نمی‌کنند. بعضی گونه‌ها شاید فقط هر ده سال هاگ تولید کنند و تعدادی از گونه‌ها هرگز هاگ نمی‌سازند. بنابراین، قارچ‌هایی که هیچ ساختار حامل هاگ قابل مشاهده‌ای تولید نمی‌کنند تا کنون کمتر توسط بشر شناخته شده‌اند. در شکل ۳، نسبت گونه‌های شناسایی شده از قارچ‌ها و گیاهان برای قاره‌های مختلف قابل مشاهده است.

نرخ فعلی توصیفات گونه‌های جدید گیاهی احتمالاً ادامه خواهد داشت. فهرست جهانی گیاهان آوندی، جامع‌ترین و به‌روزترین فهرست گونه‌ها در نوع خود، حدود ۳۵۰۰۰ گونه پذیرفته شده را ثبت کرده است، که از این تعداد ۳۲۵۰۰۰ مورد جزء گیاه گلدار هستند. تا حدود ده سال پیش، دانشمندان تصور می‌کردند که اکثریت قریب به اتفاق گیاهان گلدار توصیف و نام گذاری شده‌اند. اما توجه و تاکید بیشتر بر معرفی گونه‌های جدید نشان می‌دهد بسیاری از گونه‌های دیگر هنوز شناسایی و معرفی نشده‌اند، مانند تجربیات گیاه‌شناسانی که امروزه در مناطق استوایی کار میدانی انجام می‌دهند. وقتی نوبت به قارچ‌ها می‌رسد، ما حتی چیزهای بیشتری برای فهرست‌نویسی داریم. تهیه فهرست‌های قارچی منطقه‌ای می‌تواند بسیار مفید باشد. به عنوان نمونه اخیراً چنین فهرستی به شکل کتابی ارزنده برای قارچ‌های ایران به چاپ رسیده است (Ershad 2022). در حال حاضر، ۱۴۸۰۰۰ گونه، عمدتاً در



شکل ۳. نسبت گونه‌هایی از هر قاره که به عنوان گونه جدید برای علم گیاه‌شناسی در سال ۲۰۱۹ نام گذاری شده‌اند. درصدی‌های نسبی قاره‌ها نشان دهنده تعداد گونه‌های نام گذاری شده از هر یک است. هیچ گیاهی از قطب جنوب گزارش نشده است.

جهانی از معرفی گونه‌های جدید است. چین در سال ۲۰۱۹ رتبه دوم (۱۹۵ گونه جدید) را به خود اختصاص داد. برتری برزیل، چین و استرالیا احتمالاً به این واقعیت مرتبط است که همه علاوه بر دارائی گنجینه‌های غنی از تنوع زیستی، تعداد زیادی آرایه‌شناس^۴ حرفه‌ای و متبحر دارند. از سوی دیگر، جمهوری دموکراتیک کنگو علی‌رغم اینکه بزرگترین کشور دارای جنگل‌های بارانی آفریقا و جایگاه بسیاری از زیستگاه‌های غنی از گونه‌هاست، تنها هفت شرح یا توصیف از گونه‌های جدید ارائه نمود. این مطلب احتمالاً نشان دهنده کمبود فعالیت شناسایی و طبقه‌بندی و زیرساخت‌های

نقاط کانونی برای گونه‌های بی‌نام

بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۸، سه کشور به طور مداوم بیشترین تعداد گونه‌های تازه توصیف شده گیاهان را داشته‌اند: برزیل، چین و استرالیا. با این حال، در سال ۲۰۱۹، استرالیا (با ۸۶ گونه جدید) پس از کلمبیا (۱۲۱ گونه جدید) و اکوادور (۹۱ گونه جدید) قرار گرفت. برزیل جایگاه شماره یک (با ۲۱۶ توصیف جدید) را که از سال ۲۰۰۸ به اختیار دارد، حفظ کرد. هر سال، ۲۰۰ گونه جدید یا اندکی بیشتر از برزیل توصیف می‌شود که معادل ۱۰ درصد از میانگین کل

1. Ascomycota
2. Basidiomycota

3. Spore
4. Taxonomist

بسیاری از گونه‌های جدید را در نمونه‌های محیطی، به عنوان مثال از خاک، نشان داده است. با این حال یکی از مشکلات مرتبط با روش‌های توصیف مبتنی بر DNA، مرسوم بودن وجود یک نمونه مرجع از قارچ برای پذیرش رسمی و نام گذاری آن به عنوان یک گونه جدید توسط جامعه علمی است. به عبارت دیگر، مهم وجود عینی یک نمونه اصلی (به آن نمونه تایپ^۴/تیپ/مونه می‌گویند) است تا پژوهشگران بتوانند به عقب برگردند و در صورت نیاز مطالعات بیشتری در مورد گونه جدید انجام دهند. با این حال، برای قارچ‌هایی که به عنوان نمونه، بخش روشی تولید نمی‌کنند یا نمی‌توان آن‌ها را پرورش داد، واقعاً چیزی در دست نداریم. جایگزینی مناسب شاید ذخیره‌سازی نمونه خاک یا DNA حاوی ژنوم گونه جدید قارچ باشد.

با توجه به شرایط جغرافیایی ایران و تنوع زیستی غنی آن، می‌توان انتظار داشت که با برنامه‌ریزی منسجم‌تر و هدفمند برای پیدا کردن گونه‌های جدید به ویژه گونه‌هایی که مصارف خوراکی و یا دارویی دارند، علاوه بر ارتقاء دانش ما نسبت به تنوع زیستی کشور، منابع غذایی جدید و ناشناخته‌ای را نیز به موارد شناخته شده در دنیا اضافه کرد. با توجه به گزارشات ثبت و تایید شده در آخرین به‌روزرسانی وبسایت شاخص بین‌المللی نام گیاهان (2024 IPNI)^۵ تنها در سال ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ تعداد ۸۱ گونه، زیر گونه و یا واریته گیاهی جدید از ایران معرفی شده است که برخی از آنها می‌توانند استفاده دارویی و یا غذایی نیز داشته باشند. این موضوع نشان دهنده پتانسیل بالای کشور برای تحقیقات در این زمینه است. یکی از دلایل عمده رشد نرخ معرفی گونه‌های جدید در ایران برای سال‌های اخیر، افزایش تعداد آرایه‌شناسان متخصص است، بطوری که در حال حاضر نام بیش از ۲۰۰ دانشمند گیاه‌شناس ایرانی را به عنوان مولف گونه‌های گیاهی در IPNI می‌توان یافت (Ghahremaninejad et al. 2015). در زیر به عنوان نمونه گونه‌های ثبت شده ایران در سال ۲۰۲۱ (۴۵ گونه) و ۲۰۲۲ (۳۶ گونه) ذکر شده‌اند (IPNI 2024):

علمی و همچنین خطرات دوره‌ای مانند شیوع ویروس ابولا و یا کروناست. کشورهای معتدله شمالی این روزها نسبت به مناطق استوایی گیاهان جدید کمتری معرفی می‌کنند، چرا که طی سالیان متمادی بسیار مورد بررسی و مطالعه گیاه‌شناسان زیادی قرار گرفته‌اند. با این حال، وقتی صحبت از قارچ‌ها می‌شود، هنوز هم می‌توان گونه‌هایی را که برای علم جدید هستند، تقریباً در همه جای دنیا یافت. مکان‌های عمده آنها منعکس‌کننده مناطقی است که بیشترین فعالیت‌های تحقیقاتی را دارند. در سال ۲۰۱۹، بیشتر گونه‌های تازه نام‌گذاری شده قارچ‌ها از آسیا (۴۱ درصد) و اروپا (۲۳ درصد) بوده و قطب جنوب نیم درصد از تازه‌های علمی قارچی را به همراه داشت. شرح و نام گذاری یک گونه جدید برای علم می‌تواند زمان‌بر باشد. در مورد گیاهان، اکثریت قریب به اتفاق آنها با استفاده از علم ریخت‌شناسی، به عبارت دیگر، بر اساس مطالعه گل، میوه، برگ و سایر قسمت‌های آنها توصیف می‌شوند. ابتدا، یک دانشمند باید نمونه‌ای از گیاهی را که مشکوک به ناشناخته بودن است جمع‌آوری کند تا در هرباریومی^۱ معتبر قرار دهد. این نمونه‌ها توسط افرادی بر روی برگه‌های هرباریومی همراه با اطلاعات آنها در لیبل مربوط به آن نمونه چسبانیده می‌شوند (Ghahremaninejad & Hoseini. 2016). هرباریوم‌های معتبر غالباً در ایندکس هرباریومی^۲ فهرست شده‌اند. سپس باید این گونه بی‌نام را با نمونه‌های مرجع از گونه‌های مشابه به شکل همه‌جانبه مقایسه کند تا مطمئن شود که یافته جدید در واقع قبلاً شرح داده نشده است. در نهایت باید نامی به زبان لاتینی برای آن انتخاب کرده و کلیه مشخصات آرایه جدید را در یکی از انتشارات علمی معتبر چاپ کند. پیشرفت در فناوری DNA به سرعت بخشیدن به نام‌گذاری گونه‌ها در سال‌های اخیر کمک کرده است، به ویژه برای قارچ‌ها. بر خلاف گیاهان، یک نشانگر DNA منفرد که به عنوان «[توالی‌های] فاصله‌گذار رونویسی شده داخلی» یا ITS^۳ شناخته می‌شود، اغلب قادر است بسیاری از قارچ‌ها را در سطح گونه تشخیص دهد. تکنیک‌های پیشرفته همچنین وجود

2021: *Acantholimon hamadannicum* Assadi & Mahmoodi, *Alchemilla angustiloba* S.E.Fröhner, *Alchemilla chlorophyrea* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla crassiflora* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla cyclocteis* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla diversistipula* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla ochropoda* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla ochropodoides* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla paucidens* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla poliporphyrea* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla rotundata* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla scutellata* S.E.Fröhner & Faghir, *Alchemilla subpotentilla* S.E.Fröhner & Faghir, *Alkanna semiromica* Ranjbar & Khalvati, *Astragalus dinawarii* Bidarlord & F.Ghahrem., *Astragalus malaviensis* Maassoumi & Mehrnia, *Astragalus wiesneri* Maassoumi & Pahlevani, *Campanula oreodoxa* Arjmandi

۱. معادل فارسی آن را گیاکده می‌گویند.

۲. این ایندکس متعلق به باغ گیاه‌شناسی نیویورک است و در حال حاضر ۳۵۶۷ هرباریوم در آن فهرست و ثبت شده‌اند.

۳. Internal Transcribed Spacer

۴. International Plant Names Index

& Memariani, *Centaurea dezfulica* Ranjbar & S.Mohamadi, *Centaurea kuhdashtensis* Ranjbar & S.Mohamadi, *Dichoropetalum viarium* Lyskov & Kljuykov, *Dionysia avia* Mehregan, Younesi & Lidén, *Dionysia jamzadiae* Lidén, M.Irvine, Alvén & Mehregan, *Dionysia splendens* Alipour, Mehregan & Lidén, *Hedysarum atropatanum* var. *glabrum* Nafisi, *Hedysarum damghanicum* Rech.f., *Heracleum kurdistanicum* Rastegar, Maroofi & Tabad, *Hesperis bakhtiarica* Eslami-Farouji, Assadi & Khodayari, *Hesperis ilamica* Eslami-Farouji, Khodayari & Assadi, *Iris pseudomeda* Salimb. & H.Saeidi, *Lepidium khalkhalicum* Bidarlord & D.A.German, *Onobrychis avanakensis* Amirahm., *Onosma alburzensis* Attar, Amini Rad & Mirtadz., *Phelipanche pouyanii* Joharchi & Vaezi, *Plocama ehrendorferi* Mirtadz. & Bordbar, *Polygala guilanica* Sarvi & Faghir, *Potentilla alborzensis* Faghir & Attar, *Pterocephalus ramianensis* Z.Ranjbar, *Reseda microcarpa zanzanica* Ranjbar M.Asgari, *Rhamnus mehreganii* Alijanpoor & Khodayari, *Rhamnus pallasii* subsp. nov., *Rhamnus mazandaranica* Alijanpoor & Assadi, *Rhamnus rahiminejadii* Alijanpoor & Assadi, *Salicornia turanica* Chatren & Akhani, *Sideritis khalkhalica* Bidarlord & Jamzad, *Silene aminiradii* Gholipour.

2022: *Acantholimon assadii* Mirtadz. & Bordbar, *Allium parhamii* Memariani, *Centaurea daneshvarii* Negaresh & Oreizi, *Cousinia bornmuelleriana* Attar & Maroofi, *Cousinia semnanensis* Attar, Mirtadz. & Sotoodeh, *Crocus azerbaijanicus* Dolatyari & Rukšāns, *Crocus chiaicus* Dolatyari & Rukšāns, *Crocus chionophilus* Dolatyari & Rukšāns, *Crocus dolatyarii* Rukšāns, *Crocus marandicus* Dolatyari & Rukšāns, *Crocus pseudoiranicus* Dolatyari & Rukšāns, *Diaphanoptera gharehbilensis* Fadaie, *Dionysia* × *kowsariana* Zeraatkar & Khajoei, *Eranthis kurdica* Rukšāns, *Erodium ghahremanii* Assadi & Fakhr-Ranjbari, *Fritillaria kordestanica* Advay, *Hedysarum pseudomacranthum* Assadi, Chaghām. & F.Ghahrem., *Jurinea boreoiranica* Mirtadz. & Naderi, *Nepeta iraqo-iranica* Haloob, Bordbar & Qader, *Onosma atrii* Mehrabian & Khajoei, *Onosma persica* Mehrabian & Naghizadeh, *Plagioloba derakii* Khosravi & Eslami-Farouji, *Prunus mazandaranica* Habibi, H.Maleki & Attar, *Psephellus sennikovianus* Negaresh, *Puschkinia avromanica* Rukšāns & Zubov, *Puschkinia latifolia* Rukšāns & Zubov, *Puschkinia parvula* Rukšāns & Zubov, *Scrophularia sardashtensis* Ranjbar & Rahch., *Scutellaria lurestanica* Jamzad & Mehrnia, *Tanacetum kurdistanicum* Maroofi & Rastegar, *Tanacetum urmiense* Tabad, Maroofi & Rastegar, *Tulipa brinkii* J.de Groot & Zonn., *Tulipa lorestanica* Rukšāns & Zubov, *Verbascum birjandense* Sotoodeh, *Verbascum urumiense* Sotoodeh, *Zeravschania sola* Lyskov & Kljuykov.

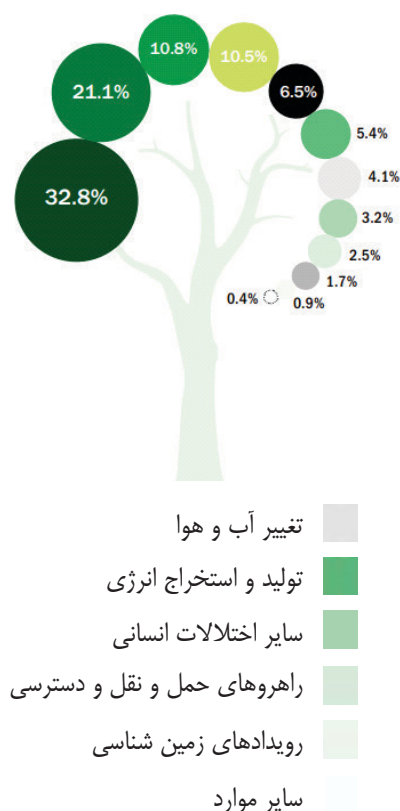
حفاظت از گونه‌ها

حیاتی است. ابزارها و رویکردهای جدید به ما در بهبود نحوه تعیین اولویت‌های حفاظتی کمک می‌کنند.

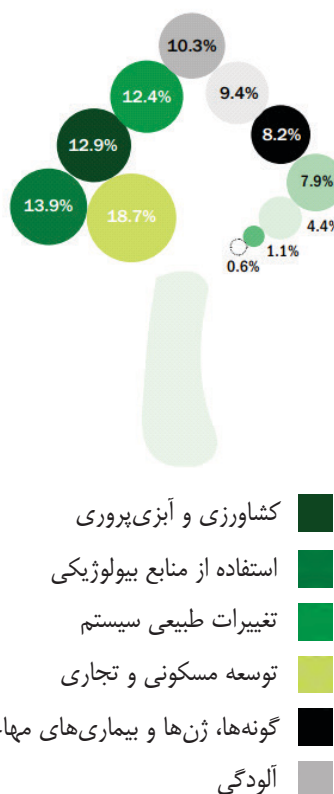
اکوسیستم‌های طبیعی خدمات مفیدی مانند تنظیم آب و هوا، جلوگیری از سیل و فیلتر کردن آب برای بشر ارائه می‌کنند. به‌عنوان ارکان تشکیل دهنده اکوسیستم‌ها، گیاهان و قارچ‌ها این پتانسیل را دارند که در مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی فعلی، به ویژه مانند تغییرات آب و هوا به ما کمک کنند. با این حال، این فواید طبیعی می‌تواند با از دست دادن تنوع زیستی، ناشی از پاکسازی یا تخریب پوشش گیاهی طبیعی توسط انسان و برداشت بیش از حد گونه‌های وحشی و همچنین با تغییر الگوهای آب و هوایی، به خطر افتد. اگر می‌خواهیم از گیاهان و قارچ‌های زمین که بخشی از سرمایه طبیعی ما محسوب می‌شوند محافظت کنیم، باید

یکی از اهداف توسعه پایدار اعلامی سازمان ملل متحد حفاظت از اکوسیستم‌ها و کاهش و توقف نرخ نابودی تنوع زیستی است. برنامه‌های حفاظت از گونه‌های شناسایی شده در خطر انقراض (مانند فهرست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت IUCN^۱) مسیری را برای دستیابی به این هدف فراهم می‌کند. با این حال، پیش از اطلاع از وجود یک گونه، نمی‌توان میزان تهدید را ارزیابی کرد. تلاش برای حفظ گیاهان و قارچ‌ها برای نسل‌های آینده مکان‌یابی، توصیف و نام‌گذاری گونه‌ها را به یک وظیفه اجتناب ناپذیر تبدیل می‌کند. آگاهی از این که کدام گیاهان و قارچ‌ها در معرض تهدید هستند، برای متوقف کردن کاهش تنوع زیستی و به حداقل رساندن انقراض‌های احتمالی آینده

شرکت مالی بین‌المللی (گروه بانک جهانی) از مردم می‌خواهد که از فهرست قرمز جهانی استفاده کنند تا از فعالیت‌هایی منتهی به کاهش جمعیت گونه‌های در معرض خطر یا در خطر انقراض اجتناب کنند. اگرچه فهرست قرمز جامع‌ترین منبع در مورد خطر انقراض جهانی برای گونه‌هاست، اما تنها ۱۱۶۱۷۷ گونه از ۲/۱ میلیون گونه شناخته شده گیاهی، قارچی و جانوری در آن وجود دارد؛ به عبارتی تقریباً شش درصد. نواحی تحت پوشش گیاهان با اضافه شدن ۱۹۰۰۰ ارزیابی حفاظتی بین سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹ به ۱۰ درصد افزایش یافت، اما در مورد قارچ‌ها این مقدار به مراتب کمتر است. تنها ۲۸۵ گونه از ۱۴۸۰۰۰ گونه قارچی توصیف شده در فهرست قرمز ارزیابی شده‌اند که معادل دو درصد است. همان طور که توضیح داده شد، گونه‌های بیشتری از گیاهان و قارچ‌ها هنوز به صورت علمی توصیف نشده‌اند (احتمالاً حداقل تعداد دو میلیون گونه هنوز شناخته نشده‌اند) و همین تعداد شناخته شده نیز نیاز به ارزیابی بیشتر دارند. در شکل ۴، دلایلی که می‌توانند باعث انقراض گیاهان و قارچ‌ها شوند نشان داده شده‌اند.



تهدیدات رویاروی آنها و اینکه آیا در معرض خطر واقعی انقراض هستند را کاملاً درک کنیم. این شامل ارزیابی وضعیت حفاظت از گونه‌ها، از جمله شناسایی سوگیری‌ها و کمبودها در دانش ماست. داشتن ایده روشنی از این که کدام گیاهان و قارچ‌ها و در کجا در معرض خطر هستند اهمیت اساسی دارد، زیرا همین اطلاعات است که راه هر توسعه جدید و هر اقدام حفاظتی را نشان می‌دهد. فهرست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت از گونه‌های در معرض خطر، استاندارد طلایی جهانی برای ارزیابی خطر انقراض گونه‌ها به منظور اطلاع‌رسانی اقدامات حفاظتی اولویت‌دار است. ارزیابی‌ها با استفاده از پنج معیار، شامل محدوده جغرافیایی و اندازه جمعیت انجام می‌شود: منقرض شده، منقرض شده در طبیعت، به شدت در خطر انقراض، در معرض خطر، آسیب‌پذیر، تقریباً در معرض خطر. چنین ارزیابی‌هایی ابزار قدرتمندی برای حمایت از سیاست، برنامه‌ریزی و اقدام حفاظتی است. آنها به مقامات کمک می‌کنند تا مناطق حفاظت شده را مشخص کنند، تخصیص بودجه را هدایت کنند و بر تصمیمات توسعه تأثیر بگذارند. برای نمونه،



شکل ۴. دلایل در معرض خطر قرار گرفتن گونه‌ها. تهدیدات گیاهان (سمت چپ) و قارچ‌ها (سمت راست) که برای فهرست قرمز IUCN از گونه‌های در معرض خطر ارزیابی شده‌اند.

غیر معمول، ایده‌های ارزیابی ملی و تمرکز بر ارزیابی گونه‌ها یا گروه‌هایی که مشکوک به تهدید هستند. علاوه بر این، شکاف‌ها و سوگیری‌های جغرافیایی، طبقه‌بندی و زمانی به خوبی مستند شده است. مقایسه با فهرست‌های جامع همه گیاهان آوندی و گیاهانی

گیاهان موجود در فهرست قرمز مجموعاً معرف وضعیت جهانی نیستند زیرا انگیزه‌های متعدد نحوه انتخاب گونه‌ها را برای ارزیابی در فهرست هدایت کرده است. این موارد عبارت‌اند از در دسترس بودن اطلاعات، علاقه انسان به گونه‌های مفید، جذاب یا

شناخته شده به عنوان نماینده‌ای برای تنوع کلی گیاهان انتخاب شدند. کاهش ارزش RLI نشان می‌دهد که گونه‌ها به سمت انقراض حرکت می‌کنند.

در حالی که ارزیابی‌ها و روندهای ریسک حفاظت برای درک وضعیت و تهدیدات گیاهان و قارچ‌ها مفید هستند، اما تنها بخشی از تصویر را نشان می‌دهند. انقراض نه تنها منجر به از دست دادن یک گونه خاص می‌شود، بلکه تاریخچه تکاملی منحصر به فرد نشان دهنده این گونه را به طور کامل نیست و محو می‌کند، از جمله ویژگی‌های غیرقابل جایگزین و ترکیبات منحصر به فرد برخی از آنها که می‌توانند برای انسان و اکوسیستم مفید باشند. اگر گونه‌ای تنها بازمانده یک اصل و نسب قدیمی در «درخت زندگی» باشد، از دست دادن آن تاریخچه تکاملی بیشتری را نسبت به آنهایی که اخیراً تکامل یافته و چندین خویشاوند نزدیک دارند، از بین خواهد برد. به عنوان نمونه، سرده کهن‌دار (*Ginkgo*) را در نظر بگیرید، که تنها سرده باقی مانده در راسته^۴ کهن‌دارسانان (*Ginkgoales*) است. تنها گونه بازمانده از این گروه گیاه کهن‌دار (*Ginkgo biloba*) است که اکنون در درخت زندگی بر روی شاخه‌ای بلند که نشان دهنده صدها میلیون سال تاریخ منحصر به فرد تکاملی است، جدا شده است. امروزه این گونه در طبیعت به صورت وحشی تنها به صورت چندین جمعیت پراکنده در کشور چین رشد می‌کند، اما در باغ‌ها و پارک‌ها در سراسر جهان به صورت کاشته شده دیده می‌شود. در ایران نیز این درخت به صورت زینتی به شکل محدودی کاشته شده است. از دست دادن تاریخ تکاملی می‌تواند این احتمال را کاهش دهد که گروهی از موجودات دارای تنوع کافی برای گونه‌های خود بتوانند با تغییرات آینده سازگار شوند. بنابراین، هنگام برنامه‌ریزی اولویت‌های حفاظتی، تمرکز فزاینده‌ای بر تاریخچه تکاملی گیاهان وجود دارد. رویکرد «تکاملی متمایز و در معرض خطر جهانی» (EDGE)^۵ با تمایز تکاملی که از موقعیت گونه‌ها در درخت زندگی و تعداد خویشاوندان نزدیکشان تعیین می‌شود، شامل ترکیب خطر انقراض گونه‌ای است که از ارزیابی حفاظتی استنتاج می‌گردد. در حالی که این روش به طور گسترده در قلمرو جانوران استفاده می‌شود، تا به امروز فقط برای چند گروه از گیاهان و نه قارچ‌ها استفاده شده است.

ابزارها و رویکردهای ژنتیکی جدید، دقت کارهای علمی را افزایش می‌دهند که می‌توان با آن محصولات را پرورش داد و کاربردهای جدید را برای قارچ‌ها مشخص کرد. استفاده از آنها برای تغذیه جمعیت در حال افزایش سیاره و کاهش اثرات مخرب کشاورزی بر محیط طبیعی حیاتی خواهد بود. تا سال ۲۰۵۰، احتمالاً دو میلیارد

با کاربردهای ثبت‌شده، یک تیم بین‌المللی از محققان به رهبری کیو را قادر ساخت تا برخی از این سوگیری‌ها را کمی کنند. این کار نشان داد که گیاهان مناطق گرمسیری آسیا کمتر در فهرست قرمز قرار دارند، در حالی که گیاهان آفریقایی بیش از حد نشان داده شده‌اند. برخی از تیره‌های غنی از گونه‌ها از جمله تیره‌های کاسنیان (*Asteraceae*)، ثعلبیان (*Orchidaceae*)، گندمیان (*Poaceae*) و نعنائیان (*Lamiaceae*) کمتر در این فهرست حضور دارند. اینها روی هم تقریباً یک چهارم کل گیاهان آوندی را تشکیل می‌دهند. در همین حال، فهرست قرمز تیره‌هایی را بیشتر نشان می‌دهد که هدف برنامه‌های ارزیابی بوده‌اند، مانند تیره کاکتوسیسان (*Cactaceae*) و تیره موردیان (*Myrtaceae*). روش مدل‌سازی آماری استفاده شده توسط برخی از نظرسنجی‌ها، به نام رگرسیون چندسطحی^۱ و پس قشربندی^۲ دانشمندان را قادر می‌سازد تا خطر انقراض را با دقت بیشتری استنباط و پیش‌بینی کنند. این مدل نسبت کلی گونه‌های در معرض تهدید را ۳۹/۴ درصد، کمی کمتر از ۴۳/۷ درصد گیاهان آوندی ارزیابی‌شده فهرست قرمز که در معرض تهدیدند پیش‌بینی کرد. آنها دریافتند که سطح تهدید تیره‌های موردیان (*Myrtaceae*)، برگ بوئیان (*Lauraceae*)، راشیان (*Fagaceae*) و جگنیان (*Cyperaceae*) در مقایسه با تیره‌های خرمالوئیان (*Ebenaceae*) و نخلیان (*Arecaceae*)، بیش از حد برآورد شده است. به طور کلی، سطوح تهدید برای گیاهان در بخش‌های بزرگی از قاره آمریکا کم تخمین زده شده است. از این یافته‌ها می‌توان برای هدایت اولویت‌های ارزیابی در آینده استفاده کرد. یکی از راه‌هایی که می‌تواند به شناسایی بیشتر گیاهان در معرض خطر کمک شایانی کند ترغیب متخصصان هر کشور برای تهیه فهرست‌های قرمز منطقه‌ای و محلی است.

علاوه بر تخمین خطر انقراض، درک چگونگی تغییر خطر انقراض در طول زمان نیز مهم است. برای شناسایی روند خطر انقراض، دانشمندان فهرست قرمز جهانی (RLI)^۳ را توسعه داده‌اند. ارزش شاخص با ارزیابی مجدد گونه‌ها، ردیابی تغییرات واقعی در خطر انقراض برای کل گروه، روزآمد می‌شود. این شاخص می‌تواند پیشرفت در جهت دستیابی به اهداف جهانی تنوع زیستی را رصد کند. از آنجایی که پوشش گیاهی در فهرست قرمز ناقص و گاهی با تمرکز بر برخی گونه‌های شناخته شده است، از روش نمونه‌گیری استفاده می‌شود که گونه‌ها به‌طور تصادفی برای نشان دادن وسعت جغرافیایی و طبقه‌بندی گیاهان در سطح جهانی ترسیم می‌شوند. به عنوان بخشی از تلاش‌های جاری برای تعیین روند جهانی RLI برای گیاهان، تیم تحقیقاتی خطر انقراض ۴۰۰ گونه تک لپه‌ای و حبوبات را دوباره تجزیه و تحلیل کردند. این گروه‌های نسبتاً

1. Multilevel regression
2. Post-stratification
3. The Red List Index (RLI)

4. Order
5. Evolutionarily Distinct & Globally Endangered (EDGE)

نفر به جمعیت کره زمین افزوده خواهد شد. از آنجایی که شهرها برای جای دادن به این افراد وسیع‌تر می‌شوند و تغییرات اقلیمی بر الگوهای آب و هوایی تأثیر می‌گذارند، میزان سطح زمین و آب موجود برای رشد محصولات کشاورزی و پرورش دام به مرور کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، باید به افراد بیشتری غذا بدهیم و محصولات زیستی تجدیدپذیر جدیدی تولید کنیم، در عین حال فشار روی اکوسیستم‌های تخریب‌شده، که سیستم پشتیبانی از حیات سیاره‌ای ما هستند، را کاهش دهیم و آنها را احیا کنیم.



شکل ۵. فناوری دستکاری ژنتیک در خدمت انسان.

سوال، ترسیم چگونگی انجام آن است. یکی از راه‌ها استفاده از ابزارها و روش‌های ژنتیکی است (شکل ۵) که در سال‌های اخیر توسعه یافته‌اند تا گیاهان و قارچ‌ها را برای ما مفیدتر کنند. به عنوان نمونه، ما می‌توانیم از تنوع ژنتیکی موجود در گونه‌های وحشی برای بهبود و تقویت غذا، سوخت و سایر محصولات مدرن استفاده کنیم. این امر باعث می‌شود آنها قوی‌تر شوند و بنابراین قادر به تحمل شرایط آب و هوایی تغییر یافته و مبارزه با آفات و بیماری‌های نوظهور بشوند. همچنین می‌توان رویکردهای مولکولی جدیدی را برای درک و مهندسی مجدد فرایندهای قارچی، برای تولید دارو و غذا اعمال کرد.

افزایش اصلاح نباتات و قارچ‌ها

بسیاری از محصولات مدرن تنوع ژنتیکی کمی دارند که نتیجه انتخاب و پرورش مداومی است که طی هزاران سال انجام شده است. کشاورزان اولیه ترجیح می‌دادند از گیاهانی زادآوری کنند که عملکرد و سودمندی بالایی داشتند، یا دارای میوه‌های خوش طعمی بودند و یا این که به خوبی با شرایط محیطی غالب کنار می‌آمدند. ما می‌دانیم که آنها را همچنین برای صفاتی انتخاب کردند که برداشت محصول را آسان‌تر می‌کرد، برای نمونه با

کنار گذاشتن گیاهانی که به راحتی دانه خود را پراکنده می‌کنند. بسیار شایان توجه است که آنها بدون اطلاع از دانش ژنتیک، انتخاب‌های خود را بر اساس ویژگی‌های بصری انجام می‌دادند. با این حال، محدود کردن گیاهانی که پرورش می‌دادند، به تدریج تنوع ژنتیکی محصولات را از بین برد. دانش ژنتیک تنها در قرن نوزدهم، پس از آن که گریگور مندل^۱، قوانین وراثت را با مطالعه گیاه نخود فرنگی^۲ کشف کرد، پدیدار شد. پیشرفت‌های بیشتر برای گیاهان در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم رخ داد، زمانی که آزمایش‌های دورگه‌گیری در اروپا تنوع جوی دوسر جدید و دورگه‌های^۳ گندم با عملکرد افزایش یافته را فراهم کرد و زمانی که زیست‌شناسان مولکولی ساختار DNA را کشف کردند، گام بزرگی در سال ۱۹۵۳ برداشته شد. اولین ژنوم^۴ (مجموعه کامل اطلاعات ژنتیکی، شامل همه ژن‌ها) قارچی که توالی‌یابی شد، مخمر نان (*Saccharomyces cerevisiae*) در سال ۱۹۹۶ بود و اولین ژنوم گیاهی، یعنی گونه *Arabidopsis thaliana* چهار سال بعد توالی‌یابی شد. دو دهه بعد، ژنوم بیش از ۳۰۰۰ گونه قارچی و ۵۰۰ گونه گیاهی توالی‌یابی شدند. در حال حاضر با افزایش سرعت توالی‌یابی و کاهش هزینه‌ها، این اعداد به سرعت در حال رشد هستند. این رشته جدید از علم، دانشمندان را قادر می‌سازد تا صفات خاص مشاهده شده در گیاهان را با ساختار ژنتیکی زیربنایی آنها تطبیق دهند، قابلیت‌هایی که ارزش زیادی در اصلاح محصولات دارد. پرورش دهندگان نباتات جمعیت گونه‌های وحشی یا کمتر اهلی شده را برای اشکال مختلف ژن (آلل^۵) جستجو می‌کنند و سعی دارند آنها را به نحوی صحیح ترکیب کنند تا محصولاتی با خواص مطلوب تولید کنند. بسیاری از موجودات، حاوی دو نسخه از هر ژن در هر یاخته هستند و فرزندان یک نسخه را از هر والد به ارث می‌برند. با حصول اطمینان از اینکه گیاهان هر کدام دو نسخه یکسان از یک آلل مطلوب را دارند، می‌توان تضمین کرد فرزندان همان صفت مطلوب را از خود را نشان دهند. در تئوری، نتیجه نهایی بهینه یک خط کشت کاملاً مهندسی شده خواهد بود که در آن هر موقعیت در ژنوم دارای نسخه‌های یکسانی از مطلوب‌ترین آلل‌ها خواهد بود. با این حال، گاهی اوقات یک آلل برای یک صفت نامطلوب نقش مهمی در زیست‌شناسی موجود زنده ایفا می‌کند. با حذف آلل‌های ناخواسته، ویژگی‌هایی مانند تحمل شرایط آب و هوایی مختلف و یا توانایی مبارزه با آفات، گاهی اوقات از بین می‌روند. چالش دیگر این است که پرورش محصولات سنتی زمان‌بر است. پرورش‌دهنده‌ای که می‌خواهد گونه‌ای را به بیماری خاصی مقاوم کند، باید گیاهان مقاوم و غیرمقاوم را مورد بررسی قرار دهد، فرزندان را تا بلوغ رشد دهد، آنها را با عامل

1. Gregor Mendel
2. *Pisum sativum*
3. Hybrids

4. Genome: همه ماده ژنتیکی یک موجود
5. Allele

گونه‌ای نرگس (*Narcissus pseudonarcissus*) و نوعی باکتری خاک (*Erwinia uredovora*) برای تولید بتاکاروتن^۵، پیش‌ساز ویتامین A، مهندسی شده است. امید است که این شکل ژنتیکی غنی‌سازی بتواند به کاهش کمبود ویتامین A کمک کند. این کمبود باعث نابینایی سالانه ۲۵۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ کودک می‌شوند و نیمی از آنها در عرض ۱۲ ماه پس از نابینایی می‌میرند. ویرایش ژن، جایگزینی برای قرار دادن ژن‌های کامل در محصولات کشاورزی فراهم می‌کند.

در حال حاضر، کارآمدترین، انعطاف‌پذیرترین و ارزان‌ترین رویکرد – معروف به CRISPR/Cas^۶ – از یک سیستم ویرایش ژنوم موجود در باکتری‌ها اقتباس شده است که امکان افزودن، حذف یا تغییر DNA را فراهم می‌کند (به عنوان نمونه شکل ۶). این روش در مواد غذایی و سایر محصولات برای بهبود عملکرد، ترکیب غذایی، قابلیت هضم، ماندگاری، تحمل سرما و خشکی و مقاومت در برابر بیماری‌ها، حشرات و علف‌کش‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۶. افزایش تنوع رنگ و مواد مغذی در دانه‌های ذرت با پیشرفت علم ژنتیک.

افزایش سودمندی قارچ‌ها

با وجود استفاده در غذاها، نوشیدنی‌ها و داروها از گذشته‌های دور، شناسایی و استفاده از گونه‌های قارچی برای انسان از گیاهان عقب مانده است. پرورش هدفمند قارچ‌ها به عنوان غذا تنها در دهه ۱۹۸۰ آغاز شد، زمانی که یکی از اولین گونه‌های دورگه قارچ خوراکی به نام *Agaricus bisporus* به طور گسترده کشت شد و توسعه یافت. امروزه این قارچ به طور وسیعی مورد استفاده مردم است و در اکثر فروشگاه‌های مواد غذایی یافت می‌شود. از آن زمان،

بیماری‌زا آلوده کند و پاسخ را آزمایش کند. آنها باید این روند را تکرار کنند تا زمانی که گیاهی را به دست آورند که صفات مطلوب گونه اصلی را با مقاومت به بیماری ترکیب کند. معرفی یک رقم جدید برنج به مزرعه به طور کلی به شش تا هشت نسل نیاز دارد و حدود ده سال طول می‌کشد. با توجه به سرعتی که باید تولید جهانی غذا را افزایش دهیم، تسریع این فرایند بسیار حیاتی است. خوشبختانه، رویکردهای نوآورانه‌ای که از روش‌های کم هزینه برای تعیین توالی DNA، ابزارهای جدید اصلاح مولکولی و پیشرفت در فناوری تصویربرداری استفاده می‌کنند، دقت توسعه گونه‌های گیاهی و قارچی جدید را افزایش می‌دهند و همچنین زمان لازم برای عرضه آنها به بازار را کاهش می‌دهند.

ابزارهای جدید برای پرورش دهندگان گیاهان

با نداشت توزیع آل‌های مختلف در بسیاری از ژنوم‌های گیاهی، می‌توان «نشانه‌های ژنتیکی»^۱ را شناسایی کرد. آل‌هایی که حضور آنها با صفات مطلوب مرتبط هستند. پرورش دهندگان می‌توانند نتایج را از یک تلاقی بگیرند و در مراحل ابتدایی رشد آنها را مرتب‌سازی کنند تا ببینند آیا نشانگر مورد نیاز مشاهده می‌شود یا خیر. از آنجایی که افرادی که این نشانگر را نشان می‌دهند احتمالاً ویژگی مورد نظر را دارند، رشد گیاهان تا زمان بلوغ و آزمایش آنها، مثلاً برای مقاومت در برابر بیماری، دیگر مورد نیاز نیست. یکی دیگر از گزینه‌های نوظهور برای تسریع چرخه‌های پرورش، تکنیکی به نام «فنوتایپ با توان بالا» است. به‌طور سنتی، یک پرورش‌دهنده بسیار باتجربه ممکن است گیاهانی را با ویژگی‌های خاص، مانند عملکرد بالا، تنها با استفاده از مشاهده شناسایی کند. تصویربرداری مدرن و فناوری رو به پیشرفت هواپیماهای بدون سرنشین در حال حاضر این فرایند را خودکار کرده است. الگوریتم‌هایی که برای تشخیص علائم بصری صفات مورد نظر آموزش داده می‌شوند، برای تجزیه و تحلیل تصاویر گیاهانی که در گلخانه‌های خودکار یا توسط هواپیماهای بدون سرنشین گرفته شده‌اند، استفاده می‌شوند. اصلاح ژنتیکی^۲ (GM) می‌تواند نیاز به یک فرایند اصلاحی طولانی را به کلی دور بزند. یک ترانس ژن^۳ ویژه (ژنی که از یک گونه دیگر منشأ می‌گیرد) یا سیس ژن^۴ (ژنی که از یکی از اعضای همان گونه یا یکی از خویشاوندان نزدیک به دست می‌آید) می‌تواند مستقیماً به ژنوم یک رقم وارد شود که خود نیز دارای ویژگی‌های مطلوب دیگری است. در سال‌های اخیر، این تکنیک‌ها برای افزایش محتوای غذایی چندین محصول، از جمله افزایش میزان عناصر آهن و روی گیاه برنج و افزایش محتوای امگا ۳ دانه‌های روغنی گیاه کلزا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شاید معروف‌ترین مثال، «برنج طلایی» است که با استفاده از ژن‌های

1. Genetic markers
2. Genetic modification
3. Transgene
4. Sisgene

5. Beta carotene

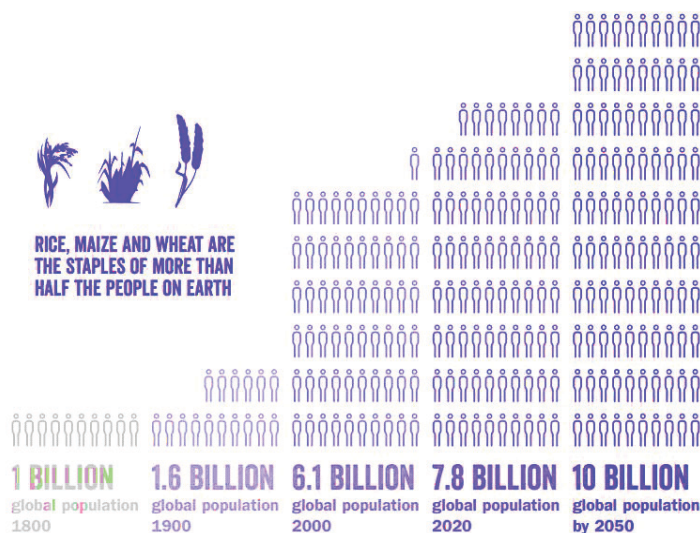
۶. CRISPR-Cas یک ابزار ویرایش ژنوم است که سریع‌تر، ارزان‌تر و دقیق‌تر از تکنیک‌های قبلی ویرایش DNA است و دارای طیف گسترده‌ای از کاربردهای بالقوه است.

رویکرد مورد نیاز است.

تکیه بر تعداد انگشت شمار محصولات کشاورزی برای تغذیه جمعیت جهانی می تواند خطر سوء تغذیه و قحطی داشته باشد و ما را در برابر تغییرات آب و هوایی آسیب پذیر کند. دانشمندان پیشنهاد می کنند که توجه به گیاهان نادیده گرفته شده و کم استفاده، کلید ثبات تولید مواد غذایی را در آینده بشر تقویت می کند.

در تحلیل تغذیه جمعیت آینده، جهان در موقعیتی نامطمئن قرار دارد. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فاو)، تنها ۱۵ گیاه زراعی ۹۰ درصد انرژی دریافتی انسان را تامین می کنند و بیش از چهار میلیارد نفر تنها به برنج، ذرت و گندم متکی هستند. میلیون ها نفر در سراسر جهان از گرسنگی یا چاقی رنج می برند، زیرا رژیم غذایی متعادل و مغذی ندارند و این رقم احتمالاً با افزایش جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ده میلیارد نفر، بیشتر خواهد شد (شکل ۷). در همین حال، تغییرات آب و هوایی با فراهم کردن شرایط مناسب برای حضور آفات و بیماری ها، محصولات فعلی ما را با تهدید روبرو خواهند کرد. اگر قرار باشد انسان در عصر پیش رو پیشرفت کند، باید سیستم های تولید مواد غذایی خود را متنوع تر، انعطاف پذیرتر و از نظر زیست محیطی پایدارتر کند. یکی از گزینه ها شناسایی محصولات مغذی جدیدی است که برای مقابله با شرایط آب و هوایی کمتر قابل پیش بینی در آینده مجهزتر هستند. با این حال، برای انجام این کار، ابتدا باید بیشتر بدانیم که چه تنوعی از گیاهان خوراکی وجود دارند، در کجا رشد می کنند، چه شرایط محیطی برای زیست آنها مطلوب است و میزان سازگاری و یا آسیب پذیری آنها در محیط چقدر است.

دانشمندان دوره های قارچی زیادی تولید کرده اند، از جمله آنهایی که به خاطر داشتن توانایی در ساخت اشکال جدید نوشیدنی و سوخت های زیستی آزمایش می شوند. برخی دانشمندان معتقدند که قارچ های مولد بسیار متفاوت از گیاهان مولد هستند، زیرا سیستم تولید مثل جنسی در قارچ ها می تواند بسیار پیچیده تر باشد. قارچ ها همچنین برای ساخت محصولات مهمی که در زندگی روزمره خود به آنها تکیه می کنیم، اساسی هستند و داروهایی مانند استاتین ها و آنتی بیوتیک ها تا سوخت های زیستی را شامل می شوند. برخی قارچ ها کاربردهای متنوعی دارند. به عنوان نمونه، گونه های پنی سیلیوم برای تولید انواع آنتی بیوتیک ها و همچنین انواع گوناگون پنیر استفاده می شوند. شرکت های مهندسی شیمی قارچ ها را برای تولید مقادیر صنعتی مواد مغذی، مواد شیمیایی و انواع داروها پرورش می دهند. در دو دهه اخیر، توالی یابی ژنوم های قارچ، درک ما را از عملکرد متابولیت های ثانویه قارچ (ترکیبات مرتبط با بسیاری از فعالیت های زیستی مفید) بهبود بخشیده است. این پیشرفت ها، همراه با توسعه روش های محاسباتی و نرم افزارهای مختلف برای درک داده های ژنومی، توانایی ما را برای شناسایی و تولید ترکیبات زیست فعال قارچی بسیار افزایش داده است و به دانشمندان کمک می کند تا راه های جدیدی برای غربالگری آنها پیدا کنند. به عنوان نمونه، محققان توانستند قارچ *Coprinopsis cinerea* را وادار کنند تا با کشت آن در حضور یک باکتری گرم مثبت، ترکیب ضد باکتری «لاگوپودین B» (یک آنتی بیوتیک جدید بالقوه) تولید کند. با این حال، تاکنون، تنها فعل و انفعالات محدود به تعداد کمی از ترکیبات خاص برخی گونه ها کشف شده است، بنابراین کاوش بیشتر برای باز کردن پتانسیل کامل این



شکل ۷. تا سال ۲۰۵۰، پیش بینی می شود که جمعیت جهان تا ده برابر آن در سال ۱۸۰۰ افزایش یابد. ما باید راه های جدید و پایداری برای تغذیه جمعیت جهان که به سرعت در حال افزایش است پیدا کنیم، به گونه ای که بر همه انواع سوء تغذیه غلبه کند.

تحقیق در مورد گیاهان خوراکی زمین

پتانسیل برای آوردن گونه‌های کم استفاده به بازار گسترده‌تر وجود دارد که در حال حاضر فقط به صورت محلی به عنوان غذا استفاده می‌شوند. زمانی که دانشمندان توزیع جهانی گیاهان خوراکی را ترسیم کردند، دریافتند که تعداد گونه‌ها از عرض‌های جغرافیایی پایین به سمت عرض‌های جغرافیایی بالا کاهش یافته است که با الگوی مشاهده شده برای تنوع کل گیاهان نیز مطابقت دارد. در مقایسه، نسبت محصولات عمده از مناطق غنی از گونه جنگلی، گرم و مرطوب، به مناطقی که با آب و هوای خشک‌تر، زمین‌های ناهموار و سکونت‌گاه‌های بزرگ انسانی مشخص می‌شوند، افزایش می‌یابد. تعداد کمی از گیاهان بسیار اهلی مانند گونه‌های وحشی در عرض‌های جغرافیایی بالا یافت می‌شود. درک اینکه در حال حاضر هم گونه‌های کم استفاده و هم محصولات غذایی به طور گسترده رشد می‌کنند، می‌تواند به ما کمک کند تا بفهمیم چه گیاهانی در شرایط آب‌وهوایی پیش‌بینی‌شده و در کجا بهتر رشد خواهند کرد.

غذاهای آینده

این غذاهای گیاهی، که قبلاً به صورت محلی در گوشه و کنار جهان استفاده می‌شدند ممکن است به زودی به یخچال‌های شما راه یابند.

کنگر

Gundelia tournefortii (Asteraceae)

گیاهی خارمانند که تقریباً منحصرأ در خاک‌های صخره‌ای دست نخورده در شرق مدیترانه و آسیای غربی و جنوب غربی رشد می‌کند. گل‌آذین‌های نارس (سرگل‌ها) این گیاه به روش‌های مختلف به عنوان سبزی مصرف می‌شوند، از جمله سرخ شده با روغن زیتون و سیر، اضافه شده به املت، یا با گوشت و نخود خورده می‌شود. این گونه به فراوانی در ایران به صورت طبیعی می‌روید (شکل ۸).

دانشمندان کار را با بررسی گیاهانی شروع کردند که به‌عنوان «غذای انسانی» در مجموعه داده‌ای از گونه‌های مفید گیاهی که در سال‌های اخیر توسط محققان کیو فهرست شده‌اند. آنها ۷۰۳۹ گونه گیاهی خوراکی شناخته شده در ۲۳۱۹ سرده از ۲۸۸ تیره را گزارش کردند. مجموعه داده شامل گونه‌های وحشی است که محصولات جدیدی از آنها مشتق می‌شوند. محصولات جزئی که توسط محققان کشاورزی، اصلاح‌کنندگان نباتات و سیاست‌گذاران کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. مهم‌ترین منابع غذایی انسان تقریباً همه گیاهان آوندی (گیاهان گلدار، مخروطیان، سرخس‌ها و دم‌اسب‌ها) هستند که ۷۰۱۴ گونه از ۷۰۳۹ گونه خوراکی را تشکیل می‌دهند. ۲۵ گونه بقیه شامل بریوفیت‌ها (خزه، جگرواش‌ها و شاخ‌واش‌ها) و جلبک‌های سبز و قرمز بودند. گونه‌های گیاهی آوندی خوراکی متعلق به ۲۳۰۰ سرده از ۲۷۲ تیره بود. تیره‌هایی که بیشترین تعداد گیاهان خوراکی را شامل می‌شوند عبارتند از تیره باقلائیان (Fabaceae؛ ۶۲۵ گونه خوراکی)، تیره خرمائیان (Arecaceae؛ ۳۲۵ گونه خوراکی)، تیره گندمیان (Poaceae؛ ۳۱۴ گونه خوراکی)، تیره پنیرکیان (Malvaceae)، شامل کاکائو و بامیه؛ ۲۵۷ گونه خوراکی) و تیره کاسنیان (Asteraceae)، شامل آفتابگردان و کاهو؛ ۲۵۱ گونه خوراکی). محققان مشتاق بودند تا نحوه توزیع این گونه‌های خوراکی در بین تیره‌های گیاهی را در مقایسه با محصولات غذایی اصلی مورد استفاده فعلی دریابند. از گیاهان خوراکی استخراج‌شده از مجموعه داده‌های کیو، تنها ۴۱۷ گونه (۵/۹ درصد) در فهرست محصولات عمده تهیه‌شده توسط فائو قرار دارند. سه تیره از غنی‌ترین تیره‌ها برای محصولات معاصر نیز شامل گونه‌هایی بودند که به عنوان خوراکی در فهرست گیاهان مفید ثبت شده‌اند: تیره باقلائیان (۵۱ گونه)، تیره گندمیان (۲۷ گونه) و تیره پنیرکیان (۲۱ گونه). این همپوشانی نشان می‌دهد که



شکل ۸. کنگر

پاندانوس

Pandanus tectorius (Pandanaceae)

درختی با تنه کوچک که در مناطق پست ساحلی از هاوایی تا فیلیپین می‌روید. با حمایت ریشه‌های پشتیبان، می‌تواند در برابر خشکسالی، بادهای شدید و شوری مقاومت کند. پاندانوس‌های نر و ماده به صورت درختان جداگانه رشد می‌کنند. گیاه ماده میوه‌های بزرگی شبیه به آناناس تولید می‌کند. این میوه را می‌توان به صورت خام یا پخته مصرف کرد. از برگ‌ها اغلب برای طعم دادن به غذاها استفاده می‌شود (شکل ۹).



شکل ۹. پاندانوس

لوبیا موراما

Tylosema esculentum (Fabaceae)

گیاهی چند ساله مقاوم به خشکسالی، بومی مناطق خشک جنوب قاره آفریقا که به طور وسیعی خورده می‌شود، زمانی که دانه‌ها بو داده شوند طعمی شبیه به بادام هندی دارند. دانه‌ها را با آرد ذرت می‌جوشانند یا برای تهیه فرنی یا نوشیدنی کاکائو مانند به پودر تبدیل می‌کنند. آنها همچنین روغن، کره و شیر تولید می‌کنند و می‌توانند به عنوان جایگزین گوشت مصرف شوند. غده و ساقه‌های جوان آن سرشار از پروتئین هستند. غده‌های مسن در حدود ۹۰ درصد وزنی آب دارند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. لوبیا موراما

چایا

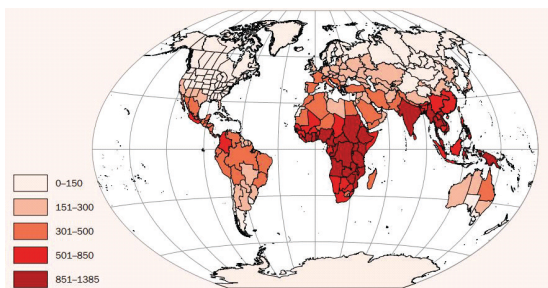
Cnidoscopus aconitifolius (Euphorbiaceae)

درختچه‌ای بزرگ برگ‌دار با رشد سریع و بومی یوکاتان، شبه جزیره‌ای در جنوب مکزیک است. برگ‌ها و شاخه‌های بسیار مغذی چایا که به اسفناج درختی نیز معروف است، سبزی محبوبی در غذاهای مکزیک است. این گیاه سرشار از پروتئین، ویتامین، کلسیم و آهن است. با این حال، برگ‌های چایای خام بسیار سمی هستند و نیاز به جوشیدن در آب به مدت ۲۰ دقیقه دارند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. چایا

در اکثر نقاط زمین می‌توان گونه‌هایی را یافت که به عنوان گیاهان خوراکی شناخته شده‌اند. نسبت به شرایط جغرافیایی و به تبع آن پوشش گیاهی، غنای برخی مناطق بیشتر است. در شکل ۱۲ مناطق مختلف زمین از نظر غنای گیاهان خوراکی قابل مشاهده است.



شکل ۱۲. غنای جهانی، بر اساس کشور یا ایالت، ۶۹۵۹ گونه از ۷۰۳۹ گونه گیاهی خوراکی شناسایی شده. سایه تیره‌تر مکان‌هایی را که در آن گونه‌های گیاهی خوراکی فراوانی وجود دارد نشان می‌دهد.

غذاهای آینده در معرض خطر

فهرست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) از گونه‌های در معرض خطر، شاخصی برای وضعیت حفاظت از تنوع زیستی جهان است. از ۷۰۳۹ گونه گیاهی خوراکی در مجموعه داده

یا در اسموتی‌ها و آبمیوه‌ها مخلوط کرد و منبع غنی ویتامین ث، فیبر و آنتی اکسیدان‌ها را فراهم کرد.

درس‌هایی از گذشته

توسعه موفقیت‌آمیز غذاهای آینده ما را ملزم می‌کند که از اشتباهات قبلی خود درس بگیریم. در دهه ۱۹۶۰، زمانی که خشکسالی در هند گرسنگی در مقیاس وسیع را ایجاد کرد، دانشمندان انواع جدیدی از گندم را توسعه دادند. اینها باعث استفاده موثرتر از مواد مغذی خاک شدند. ساقه‌های کوتاه‌تر و سفت‌تری داشتند که می‌توانستند وزن خوشه‌های سنگین‌تر را تحمل کنند و قادر بودند در هر زمانی از سال رشد کنند و کشاورزان را قادر می‌ساخت سالانه محصول بیشتری بکارند. طرح‌های آبیاری جدید، آفت‌کش‌ها و کودها به حداکثر رساندن تولید مواد غذایی کمک کردند. در نتیجه این «انقلاب سبز»، تولید غلات در آسیا بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۵ بیش از دو برابر شد و خطر گرسنگی را به میزان قابل توجهی کاهش داد. با این حال، این افزایش با هزینه زیست‌محیطی همراه بود. تغییر در شیوه‌ها آبراه‌ها را آلوده کرد، زمین‌ها را تخریب کرد، تنوع زیستی را کاهش داد و محصولات زراعی را در برابر آفات و بیماری‌ها آسیب‌پذیرتر کرد. شاید مهم‌تر از همه، انقلاب سبز به کشت محصولات به صورت تک کشت سرعت بخشید. اصلاح انتخابی محصولات برای صفاتی مانند عملکرد بالا و ارتفاع ثابت بوته، برداشت مکانیزه را تسهیل کرد. حفظ ژن‌هایی که این ویژگی‌های مطلوب را به ارمغان می‌آورند منجر به از بین رفتن سایر ژن‌ها می‌شود، مانند ژن‌هایی که گیاهان را قادر می‌سازد شرایط محیطی گوناگون را تحمل کنند. در نهایت، انقلاب سبز محصولاتی تولید کرد که نیازهای کشت در مقیاس بزرگ را برآورده کردند، اما تنوع ژنتیکی را کاهش دادند و در نتیجه انعطاف‌پذیری کمتری داشتند. از آنجایی که کشاورزی مدرن با عملکرد بهتر، کشاورزان را تشویق به کشت محصولات به سبک جدید می‌کرد، کشاورزان تولید گونه‌های محلی با تنوع ژنتیکی و انعطاف‌پذیرتر را متوقف کردند. در نتیجه، بسیاری از این گونه‌ها و دانش سنتی مرتبط با رشد آنها از بین رفت و در عمل محو شد که در نهایت تغذیه و رژیم غذایی را تحت تاثیر قرار داد. زیرا محصولات زراعی که کشاورزان آنها را رها کرده بودند قبلاً منابع مهم ریزمغذی‌های حیاتی مانند آهن، پروویتامین آ و روی برای جوامع فقیر بودند.

عصر جدید برای تولید مواد غذایی

برای قوی‌تر کردن سیستم‌های غذایی خود در آینده، باید طیف گونه‌های مورد استفاده را متنوع کنیم، از تنوع زیستی حفاظت کنیم و از خدمات ضروری اکوسیستم حافظ کیفیت خاک و آب محافظت کنیم. همان طور که توسعه اخیر کینوا (*Chenopodium quinoa*) به عنوان یک محصول جهانی نشان می‌دهد، این گیاه محصول مهمی در زنجیره غذایی است. اگرچه این گونه کمتر مورد

کیو، ۳۰ درصد آنها در فهرست قرمز IUCN ۲۰۲۰ قرار دارند. اگرچه بیشتر گونه‌ها (۷۸ درصد) با شاخص «کمترین نگرانی» شناسایی شده‌اند، اما بیش از ۲۳۴ گونه (۱۱ درصد) در معرض خطر انقراض گزارش شده است. بدون تلاش برای حفظ آنها، ممکن است غذاهای بالقوه را قبل از اینکه حتی ارزش آنها را درک کنیم از دست بدهیم. بسیاری از گونه‌های محصولات غذایی به طور گسترده‌ای رشد می‌کنند، بنابراین احتمال دارد که خطر انقراض آنها نسبتاً کم باشد. با این حال، جمعیت‌های خاص، از جمله برخی از نژادهای مهم کشاورزی که به خوبی برای رشد در شرایط آب و هوایی و محیطی محلی سازگار هستند، ممکن است همچنان در معرض تهدید باشند. به عنوان نمونه، یک نژاد گندم ولزی به نام «هن گیمرو» در دهه ۱۹۲۰ به طور کامل ناپدید شد. برنامه‌های اصلاح نژادی امروزه با هدف معرفی مجدد آن به جنوب غربی ولز، جایی که مقاومت در برابر زنگ‌ها، آن را برای آب و هوای مرطوب و معتدل مناسب می‌سازد، انجام می‌شود. توده‌های بومی محصولاتی که کمتر رشد می‌کنند نیز در معرض تهدید هستند. یک نژاد بومی خاص از موز (*Ensete ventricosum*) با ویژگی‌ها و کاربردهای متمایز، تنها از یک جامعه در ایتوپی شناخته شده است. بنابراین حیاتی است که اولویت‌های حفاظتی آینده، تغییرات محلی مهم در گونه‌ها را تحت تاثیر قرار دهند.

مشخص کردن محصولات بالقوه

دانشمندان با آگاهی از پژوهش‌های انجام شده و دانش پروژه‌های مشترک، شبکه‌ها و اژانس‌های بین‌المللی، منتخبی از گونه‌های گیاهی خوراکی نادیده گرفته شده و کم استفاده را معرفی کرده‌اند. از نخل هلو (*Bactris gasipaes*) در قاره آمریکا گرفته تا غلاف پیازدار (*Chaerophyllum bulbosum*) از اروپا و مارولا (*Sclerocarya birrea*) از آفریقا، که هم گونه‌های وحشی و هم محصولات کشت شده محلی را در بر می‌گرفتند. بسیاری از گونه‌ها به جای اینکه صرفاً غذا باشند، کاربردهای متعددی دارند. به عنوان نمونه، درخت شی (*Vitellaria paradoxa*) از آفریقا، که دارای میوه‌ها و گل‌های خوراکی مغذی است، روغنی تولید می‌کند که عمدتاً در لوازم آرایشی استفاده می‌شود. بسیاری از کشورهای آفریقایی از نظر گونه‌های گیاهی خوراکی غنی هستند. گونه دیگر بائوباب (*Adansonia digitata*) است. این درخت آفریقایی یک گونه چند منظوره است. تقریباً می‌توانید از هر قسمت گیاه استفاده کنید. میوه‌ها و دانه‌ها توسط مردم محلی خورده می‌شود، از خمیر سفید آن برای درمان تب و اسهال استفاده می‌شود و می‌توان آن را با آب مخلوط کرد و نوشیدنی گوارایی درست کرد و از فیبر پوست آن برای تهیه کاغذ، طناب و لباس استفاده می‌شود. همچنین، آب زیادی در تنه نگه داشته می‌شود و درخت نیز سایه خوبی ایجاد می‌کند. میوه‌ها به صورت پودر در حال حاضر به بازار جهانی رسیده‌اند. پودر را می‌توان برای صبحانه روی غلات یا ماست پاشید

استفاده از آمریکای لاتین در حال حاضر در بسیاری از کشورها موجود است، تنها تعداد کمی از حدود ۱۲۰ وارسته آن را می‌توان خارج از منطقه خاستگاهی آن خریداری کرد. کینوا هم اکنون در ایران کشت و تولید می‌شود.

کشاورزان در حال کشت انواعی از گونه‌ها هستند که بیشترین بازار برای آنها وجود دارد. در نتیجه، تقاضای جهانی توسط چند گونه معروف به انواع واقعی کینوا برآورده می‌شود. این کشاورزان می‌گویند «در حالی که ما می‌خواهیم گونه‌های کم‌استفاده مانند کینوا به طور گسترده‌تری کشت شوند، تمرکز باید بر استفاده از گونه‌های محلی و تنوع بخشیدن به محدوده مورد استفاده، برای حفظ کشاورزی محلی به عنوان وسیله‌ای برای حمایت از معیشت محلی و دستیابی به امنیت غذایی محلی و جهانی باشد». استدلال آنها این است که گونه‌های بومی-محلی بهتر با شرایط محلی سازگار هستند. همچنین، با توجه به این که اصلاح ژنتیکی و دستکاری روی آنها انجام نشده است، تنوع ژنتیکی بالاتری نسبت به محصولات غذایی عمده مرسوم دارند. گونه‌های چند منظوره نادیده گرفته شده و کم استفاده از مناطق مختلف، کلید شکل‌گیری کشاورزی پایدارتر و مبتنی بر تنوع در آینده خواهند بود و در عین حال از اکوسیستم‌ها و خدماتی که ارائه می‌دهند محافظت می‌کنند. با این حال، اگر قرار باشد چنین غذاهایی در بازار موجود (که تحت

سلطه چند محصول است) رقابت کنند، در تسهیلات و مشوق‌های کشاورزی باید تجدیدنظر شود. هزاران گونه گیاهی کم‌استفاده و نادیده گرفته شده، که به عنوان محصولات بی‌سرپرست نیز شناخته می‌شوند، راه نجات میلیون‌ها نفر روی زمین هستند که از تغییرات آب‌وهوایی بی‌سابقه، ناامنی غذایی و سوءتغذیه فراگیر و ناتوانی اقتصادی رنج می‌برند. استفاده از منابع دست‌نخورده برای متنوع‌تر و انعطاف‌پذیرتر کردن سیستم‌های غذایی و تولید در برابر تغییرات، باید وظیفه اخلاقی ما در قبال نسل‌های فعلی و آینده باشد. کشف و شناسایی گونه‌های جدید گیاهی و قارچ با ارزش غذایی و دارویی اهمیت بسیاری دارد، زیرا این گونه‌ها می‌توانند منابع غنی از ترکیبات مفید برای انسان باشند. این امر می‌تواند به تنوع غذایی مردم کمک کرده و در مقابل نیازهای روز افزون جمعیت رشد کننده، راه حلی مهم باشد. علاوه بر این، در شرایط بحرانی مانند گسترش آفت‌ها که ممکن است گونه‌های مهمی از محصولات مانند گندم را تهدید کنند، شناسایی و معرفی گیاهان جدید می‌تواند به عنوان جایگزینی موثر عمل کند و از بین رفتن منابع غذایی اصلی جلوگیری کند. به همین دلیل، محققان گیاه‌شناسی باید به دنبال کشف و شناسایی گیاهان محلی باشند تا بتوانند به بهبود دسترسی به منابع غذایی و دارویی مفید کمک کرده و در مواجهه با چالش‌های آتی، جایگزین‌های موثر ارائه دهند.

منابع

۱. قانون. تالیف شیخ‌الرئیس ابوعلی‌سینا، ترجمه عبدالرحمن شرف‌کندی. سروش (انتشارات صدا و سیما). ۱۳۷۰-۱۳۶۳، تهران.
۲. منوری س. ع.، همکار، ر.، نوروزیابی، ز.، ادیبی، ل.، نوروزی، م.، ضیاعی، س. ع. (۱۳۸۶). بررسی اثرات ضد ویروسی بیست و پنج گونه از تیره‌های مختلف گیاهان دارویی ایران. نشریه: مجله میکروب شناسی پزشکی ایران. جلد ۱. شماره ۲: ۴۹ تا ۵۹.
3. Antonelli, A., Fry, C., Smith, R.J., Simmonds, M.S.J., Kersey, P.J., Pritchard, H.W., Abbo, M.S., Acedo, C., Adams, J., Ainsworth, A.M., Allkin, B., Annecke, W., Bachman, S.P., Bacon, K., Bárrios, S., Barstow, C., Battison, A., Bell, E., Bensusan, K., Bidartondo, M.I., Blackhall-Miles, R.J., Bonglim, B., Borrell, J.S., Brearley, F.Q., Breman, E., Brewer, R.F.A., Brodie, J., Cámara-Leret, R., Campostrini Forzza, R., Cannon, P., Carine, M., Carretero, J., Cavagnaro, T.R., Cazar, M.-E., Chapman, T., Cheek, M., Clubbe, C., Cockel, C., Collemare, J., Cooper, A., Copeland, A.I., Corcoran, M., Couch, C., Cowell, C., Crous, P., da Silva, M., Dalle, G., Das, D., David, J.C., Davies, L., Davies, N., De Canha, M.N., de Lirio, E.J., Dmisssew, S., Diazgranados, M., Dickie, J., Dines, T., Douglas, B., Dröge, G., Dulloo, M.E., Fang, R., Farlow, A., Farrar, K., Fay, M.F., Felix, J., Forest, F., Forrest, L.L., Fulcher, T., Gafforov, Y., Gardiner, L.M., Gâteblé, G., Gaya, E., Geslin, B., Gonçalves, S.C., Gore, C.J.N., Govaerts, R., Gowda, B., Grace, O.M., Grall, A., Haelewaters, D., Halley, J.M., Hamilton, M.A., Hazra, A., Heller, T., Hollingsworth, P.M., Holstein, N., Howes, M.-J.R., Hughes, M., Hunter, D., Hutchinson, N., Hyde, K., Iganci, J., Jones, M., Kelly, L.J., Kirk, P., Koch, H., Krisai-Greilhuber, I., Lall, N., Langat, M.K., Leaman, D.J., Leão, T.C., Lee, M.A., Leitch, I.J., Leon, C., Lettice, E., Lewis, G.P., Li, L., Lindon, H., Liu, J.S., Liu, U., Llewellyn, T., Looney, B., Lovett, J.C., Łuczaj, Ł., Lulekal, E., Maggassouba, S., Malécot, V., Martin, C., Masera, O.R., Mattana, E., Maxted, N., Mba, C., McGinn, K.J., Metheringham, C., Miles, S., Miller, J., Milliken, W., Moat, J., Moore, P.G.P., Morim, M.P., Mueller, G.M., Muminjanov, H., Negrão, R., Nic Lughadha, E., Nicolson, N., Niskanen, T., Nono Womdim, R., Noorani, A., Obreza, M., O'Donnell, K., O'Hanlon, R., Onana, J.-M., Ondo, I., Padulosi, S., Paton, A., Pearce, T., Pérez Escobar, O.A., Pieroni, A., Pironon, S., Prescott, T.A.K., Qi, Y.D., Qin, H., Quave, C.L., Rajavelona, L., Razanajatovo, H., Reich, P.B.,

- Rianawati, E., Rich, T.C.G., Richards, S.L., Rivers, M.C., Ross, A., Rumsey, F., Ryan, M., Ryan, P., Sagala, S., Sanchez, M.D., Sharrock, S., Shrestha, K.K., Sim, J., Sirakaya, A., Sjöman, H., Smidt, E.C., Smith, D., Smith, P., Smith, S.R., Sofo, A., Spence, N., Stanworth, A., Stara, K., Stevenson, P.C., Stroh, P., Suz, L.M., Tatsis, E.C., Taylor, I., Thiers, B., Thormann, I., Trivedi, C., Twilley, D., Twyford, A.D., Ulian, T., Utteridge, T., Vaglica, V., Vásquez-Londoño, C., Victor, J., Viruel, J., Walker, B.E., Walker, K., Walsh, A., Way, M., Wilbraham, J., Wilkin, P., Wilkinson, T., Williams, C., Winterton, D., Wong, K.M., Woodfield-Pascoe, N., Woodman, J., Wyatt, L., Wynberg, R., Zhang, B.G. (2020). State of the World's Plants and Fungi. 2020. Royal Botanic Gardens, Kew. DOI: <https://doi.org/10.34885/172>
4. Ershad, Dj. (2022). Fungi and fungal analogues of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection. Tehran, Iran.
 - 5 Ghahremaninejad, F. & Hoseini, E. 2016. Herbarium specimen labels: a missed opportunity. *Taxon* 65(3): 685.
 6. Ghahremaninejad, F., Hoseini, E., Jalili, S. (2021). The cultivation and domestication of wheat and barley in Iran, a brief review of a long history. *The Botanical Review* 87: 1-22.
 7. Ghahremaninejad, F., Norouzi, M. & Edmonson, J. 2015. An improved list of Iranian authors. *Taxon* 64(5): 1078.
 8. Balick, M.J., Lee, R., Guariguata, M.R. (2006). Medicinal plants: a reemerging health aid. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2(1): 45.
 9. IPNI (2024). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>
 10. Manohar, K.A., Thriveni, V., Shukla, G., Chakravarty, S. (2023). Nutraceutical potential of tropical wild edible plants of India. In: Kumar, A., Singh, P., Singh, S., Singh, B. (eds.) *Wild Food Plants for Zero Hunger and Resilient Agriculture*. Plant Life and Environment Dynamics. Springer, Singapore. 237-257 pages. <https://doi.org/10.1007/978-981-6502-9-10>
 11. Taoerdahong, H., Kadeer, G., Chang, J., Kang, J., Ma, X., Yang, F. (2023). A review concerning the polysaccharides found in edible and medicinal plants in Xinjiang. *Molecules* 28: 2054.
 12. Yip, J.Q., Choo, J., Kadiresen, K., Yew, M.M.T., Wong, Y.P., Ling, A.P.K. (2023). Plants as edible vaccine. *Plants as Bioreactors for Industrial Molecules* 3: 57-87.

چشم انداز اقتصاد جهانی صنعت کاتالیز و چالش‌های تامین و تولید کاتالیزگر در ایران

محمد حسین محسنی، فرانک منطقی
دانشکده شیمی، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۶۸۴۶۱۳۱۱۴، تهران، ایران
f_manteghi@iust.ac.ir*
نامه علوم پایه شماره ۱۰۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

امروزه رشد و توسعه صنایع مدرن بدون شناخت و آگاهی عمیق از داده‌های مربوط به تولید و مصرف کاتالیزگرها ناممکن است. کاتالیزگرها از مواد پرمصرف در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و خودرو هستند که در فرآیند تولید آن‌ها دست کم یک نوع کاتالیزگر به کار رفته است. بررسی بازار جهانی کاتالیزگر نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر بیشترین رشد مصرف کاتالیزگر در چین و کشورهای منطقه خاورمیانه، به واسطه افزایش ظرفیت پالایش نفت و تولید محصولات پتروشیمی، بوده است. این مقاله به مفاهیم و کاربرد های کاتالیزگرها همراه با تقسیم بندی کلی آن پرداخته است. بررسی آمارهای جهانی میزان مصرف انواع کاتالیزگرها به تفکیک کشورهای مصرف کننده تصویری قابل درک جهت دست اندرکاران صنعت معظم کاتالیزگر را نشان می‌دهد. امید است با تحلیل بازار جهانی کاتالیزگر، شناسایی شرکت‌های بزرگ تولیدکننده آن، بررسی چالش‌های موجود در صنعت، برآورد حجم کلی بازار کاتالیزگرهای پالایشگاهی و پتروشیمیایی و تحلیل کمی و کیفی بازار صنعت کاتالیزگر بتوان گامی موثر در توسعه بازار کاتالیزگرهای تولید داخل برداشت. با توجه به وجود مجتمع‌های پالایشگاهی و پتروشیمیایی در داخل کشور، حدود ۷۰۰ میلیون دلار ارزش مصرف سالیانه‌ی کاتالیزگر در ایران است. سهم کاتالیزگرهای پتروشیمیایی با توجه به تعدد و تنوع فرایندهای به کارگیری شده، سالانه نزدیک به ۴۵۰ میلیون دلار است. مجتمع‌های پالایشگاهی کشور نیز با وجود ضریب پیچیدگی پایین و الگوی فراروش نامناسب، سالانه ۲۵۰ میلیون دلار کاتالیزگر مصرف می‌کنند. پیش بینی مجموع ظرفیت اسمی مصرف حال و آینده‌ی کاتالیزگرهای مورد نیاز کشور از قبیل پلیمر پتروشیمی، غیر پلیمر پتروشیمی، پالایشگاه پتروشیمی و گاز تا سال ۱۴۰۴، مقدار ۲۹ هزار تن در سال و قیمت کل آن بر اساس مصرف حال و آینده، حدود ۷۰۰ میلیون دلار است.

کلیدواژگان: کاتالیزگر، اقتصاد جهانی کاتالیزگر، تولید کاتالیزگر در ایران

مقدمه

با توجه به بازارهای رقابتی موجود در جهان، در هر رشته صنعت از جمله صنعت کاتالیزگر، شناخت دقیقی از بازیگران اصلی این صنعت در دنیا یک ضرورت به حساب می‌آید. ارتباطات تنگاتنگ بین صاحبان فناوری فرایندهای پالایشگاهی، پتروشیمی و خودرو، همچنین تولیدکنندگان و مصرف کنندگان کاتالیزگرها در زنجیره‌ی جهانی ایجاد می‌کند که تحلیل مناسبی از مدل همکاری‌ها و استراتژی‌های آینده‌ی این شبکه در دست داشت تا بتوان توانمندی‌ها و ابزار لازم برای رقابت با این شبکه را در داخل کشور مدیریت کرد. در دو دهه اخیر، بومی‌سازی صنعت کاتالیزگر در نگاه کلان، منجر به دستاوردهای ارزشمندی برای کشور از جمله جلوگیری از فشارهای تحریمی، شکستن انحصار یک یا چند تولیدکننده خارجی، ایجاد شرایط رقابتی کیفی و قیمتی، عدم

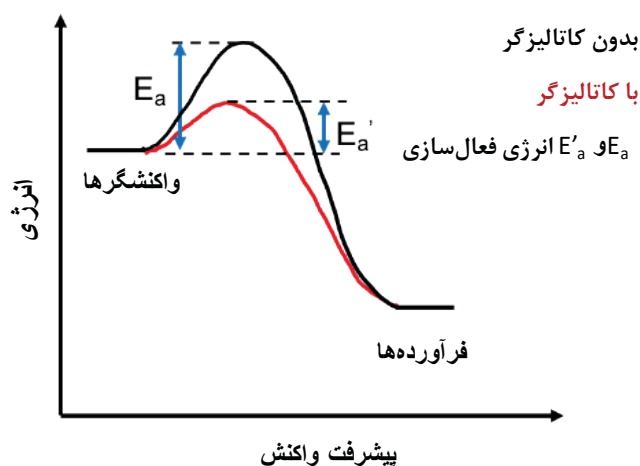
وابستگی به خارج، جلوگیری از خروج ارز، ایجاد اشتغال، افزایش تولید ناخالص، ایجاد تکنولوژی‌های پیشرفته و توانمندی‌های صادرات شده است. در حقیقت ایران به واسطه منابع نفت و گاز فراوانی که دارد، از مجتمع‌های پتروشیمی، پالایشی و فولاد فراوانی برخوردار بوده که خود عاملی برای توجه خاص شرکت‌های صاحب تکنولوژی فرایندهای کاتالیز به ایران از زمان کشف نفت است. ایران از این بابت یکی از قطب‌های مصرف کاتالیزگر در جهان بوده، بازار جذابی به شمار می‌آید، به‌طوری‌که پذیرش رقیب در این بازار از سوی شرکت‌های کاتالیز با مقاومت و نیز ابتکار عمل‌هایی روبرو خواهد بود. بومی‌سازی این صنعت در ایران، یکی از نمونه‌های موفق در حوزه اقتصاد مقاومتی شناخته می‌شود که در دوران ضرورت، صنایع کشور از ثمرات این اقدام ملی بهره‌مند

همگن و ناهمگن تقسیم می‌شوند که خود به هم فاز بودن یا نبودن با محیط واکنشی که در آن عمل می‌کنند بستگی دارد. کشف گونه‌های شیمیایی که به عنوان کاتالیزگر موثر برای واکنش‌های مهم عمل کنند یک چالش بزرگ برای شیمی‌دان‌هاست. بر این اساس، کاتالیز زمینه‌ای مورد توجه در بخش گسترده‌ای از شاخه‌های شیمی شامل سنتز، زیست شیمی، پلیمر و مواد و غیره است [۱]. کاتالیز از جایگاه بسیار مهمی در صنایع شیمیایی مدرن برخوردار است و ۹۰ درصد فرآیندهای شیمیایی و بیش از ۶۰ درصد محصولات با کاتالیز به دست می‌آیند. از آنجا که کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعال‌سازی، تبدیل شیمیایی را تسهیل می‌کنند، بنابراین نقش مهمی در توسعه فرآیندهای مختلف صرفه‌جویی در انرژی دارند [۲].

می‌شوند. از آنجا که هر صنعت نوینی در ابتدای عمر سازمانی خود با چالش‌ها و تهدیدهایی روبه‌روست، صنعت کاتالیزگر کشور نیز در این حوزه با مواردی مانند عدم وجود خودباوری در برخی از مدیران در صف خریداران نسبت به توانایی‌های متخصصان داخلی، مشکلات قانونی در حمایت از حق ثبت اختراع و محرمانه بودن دانش فنی و دامپینگ قیمتی رقبای خارجی برای حفظ و افزایش سهم بازار مواجه است.

۱- مفاهیم کاتالیزگر و کاربرد های آن

طبق تعریف کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعال‌سازی سبب افزایش سرعت واکنش‌ها می‌شوند که در نمودار ۱ نشان داده شده است. کاتالیزگرها در سه فاز جامد، مایع یا گاز وجود دارند و به دو نوع



نمودار ۱. مقایسه منحنی انرژی واکنش در دو حالت با کاتالیزگر و بدون آن

واکنش‌های شیمیایی در عمل بدون حضور آن‌ها انجام نشده، محصولی تولید نمی‌شود. کاتالیزگرها مواد شیمیایی هستند که در فرایندهای شیمیایی باعث تغییر سرعت واکنش می‌شوند، بدون این‌که تغییری در تعادل و ترمودینامیک ایجاد کنند. در واقع کاتالیزگر با تغییر مسیر واکنش، انرژی فعال‌سازی را تغییر داده و منجر به افزایش سرعت واکنش می‌شود. کاتالیزگر در مرحله اول واکنش مصرف و در مرحله بعد تولید می‌شود و فقط راهی تازه برای پیشرفت واکنش می‌گشاید [۳، ۴]. بسیاری از فرایندهای صنایع پالایشی، پتروشیمی و خودرو وابسته به کاتالیزگر هستند [۵]؛ در یک تقسیم بندی کلی کاتالیزگرها را می‌توان به سه دسته شامل کاتالیزگرهای پالایشی^۱، کاتالیزگرهای پتروشیمیایی^۲ و مبدل های کاتالیز خودرو^۳ تقسیم کرد. کاربردهای متنوع کاتالیزگرها و افزایش ظرفیت مجتمع‌های پالایشی و پتروشیمی و همچنین آلاینده‌های زیست محیطی،

نزدیک به تمامی واکنش‌های شیمیایی-صنعتی مورد استفاده در تولید مواد اولیه یا تولید محصول نهایی، در چرخه فرایندی خود از کاتالیزگر استفاده می‌کنند و به راحتی می‌توان گفت کاتالیزگرها در تولید تمام محصولاتی که اطراف خود می‌بینیم، نقش دارند. شناخت عمیق عامل‌های تبدیل شیمیایی در هر واکنش تبدیلی و ایجاد شرایط بهینه باعث افزایش بازدهی و عملکرد واحد صنعتی و به تبع آن باعث صرفه جویی اقتصادی می‌شود. کاتالیزگرها در هر واکنش شیمیایی نیازمند سرعت و شرایط بهینه، کاربرد دارند و تنها واکنش‌هایی را که از نظر ترمودینامیکی انجام می‌شوند، سرعت می‌بخشند. آن‌ها در واقع نقش تسریع کننده‌ی واکنش‌های شیمیایی را بازی می‌کنند که در حالت عادی ممکن است سالیان سال برای انجام آن وقت نیاز باشد و به کارگیری آنها باعث بالا رفتن چشمگیر بهره‌وری و تولید محصولات شیمیایی می‌شوند. اهمیت کاتالیزگرها به حدی است که می‌توان گفت برخی

موجب افزایش تقاضا برای کاتالیزگرهای لازم شده است. در زیر کاربردهای آن‌ها به تفکیک خلاصه می‌شوند.

۱-۱- کاتالیزگرهای پالایشی در واحد های نفت و گاز

عمده‌ترین مصرف کاتالیزگرها در صنعت نفت در دو فرایند کراکینگ (شکستن مولکول‌های درشت به کوچک) و رفرمینگ (بازآرایی دوباره و ترکیب مولکول‌ها برای تولید) می‌باشد. در صنعت نفت بیشتر از کاتالیزگرهای زیگلر ناتا، فلزی و آلی-فلزی استفاده می‌شود [۶،۷].

۱-۲- کاتالیزگرهای پتروشیمیایی

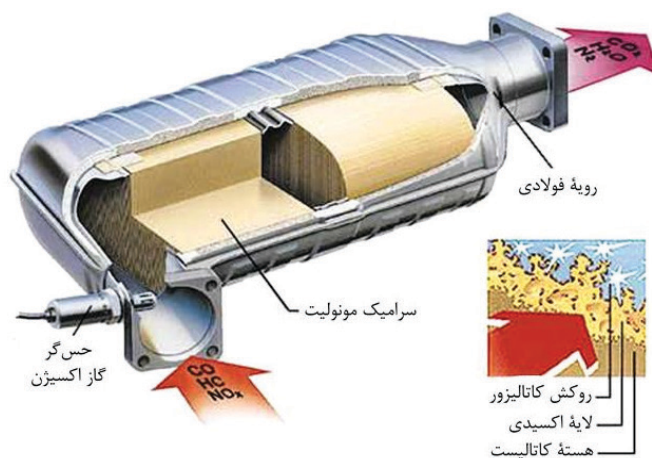
این دسته از فرایندهای کاتالیز در مقایسه با فرایندهای صنعت نفت، حجم خیلی کمتری اشغال می‌کنند. ولی در این نوع فرایندها، محصولات فوق‌العاده مهم و بسیار متنوعی مانند پلی اتیلن و اتیلن، پروپین، پارافین‌های خطی هیدروژن زدوده، سیکلو هگزان و غیره تولید می‌شوند [۷،۸].

۱-۳- مبدل‌های کاتالیز خودرو

بشر همواره به دنبال تولید تجهیزاتی برای بهبود عملکرد خودروها

و کاهش آلودگی آن‌ها بوده است. یکی از نیازهای پرکاربرد در اتومبیل‌های بنزینی و دیزل، واکنش‌گرهای شیمیایی یا کاتالیزگرها هستند. مبدل کاتالیز^۱ محفظه‌ای با حجم معین است که در چند راهه خروجی دود قرار می‌گیرد تا همانند یک راکتور شیمیایی عمل کرده و محیطی برای واکنش دهنده‌ها فراهم آورد، انرژی اکسایش گازها و کاهش آن‌ها را کم کند و سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی شود. در این بخش کاتالیزگر به صورت مستقیم و غیر مستقیم استفاده می‌شود، بدین معنا که در آگروز اتومبیل‌ها بستری از فلزات جامد مثل پلاتین روی پایه آلومینات قرار گرفته و هیدروکربن‌های مضر مثل کربن دی اکسید و غیره را جذب می‌کند.

وظیفه اصلی این واکنش‌گرهای شیمیایی تامین انرژی مورد نیاز برای واکنش کربن مونوکسید و هیدروکربن‌های نسوخته ناشی از احتراق ناقص با اکسیژن هوا و تبدیل آن‌ها به کربن دی اکسید به عنوان یک گاز غیر سمی و آب است. از طرف دیگر انرژی مورد نیاز برای تجزیه اکسیدهای نیتروژن به اکسیژن و نیتروژن را نیز فراهم می‌کند [۹،۱۰]. بخش‌های تشکیل دهنده کاتالیزگر خودرو شامل حسگر گاز اکسیژن، سرامیک مونولیت و رویه ی فولادی است، شکل ۱.



شکل ۱. طرحی از بخش‌های تشکیل دهنده کاتالیزگر خودرو

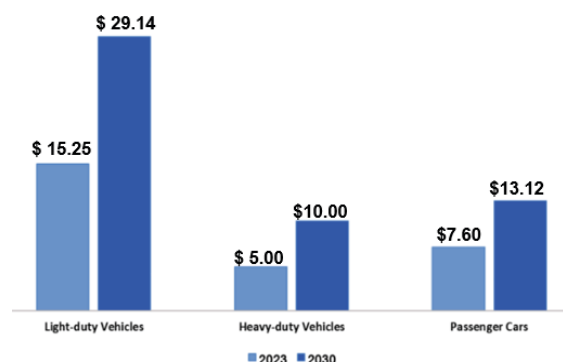
صنعت کاتالیزگر شاید یکی از پیچیده‌ترین، پویاترین، رقابتی‌ترین و تعاملی‌ترین صنایع محسوب شود. در موضوع ویژه کاتالیزگرهای صنعت خودرو، نمودار روند رو به رشد تقاضای این صنعت، گویای سرمایه‌گذاری هر چه بیشتر جامعه جهانی است. مصرف مبدل‌های کاتالیز خودرو با ارزش ۱۲ میلیارد و ۳۱۰ میلیون دلار در سال ۲۰۲۱ بالاترین میزان مصرف در مقایسه با کاتالیزگرهای زیست محیطی، پتروشیمیایی پلیمری و غیر پلیمری، تولیدات مواد شیمیایی را به همراه داشت. در حالی که طبق برآوردها، این میزان با رشد حدود

۱-۳-۱- مصرف مبدل‌های کاتالیز خودرو

بررسی بازار جهانی کاتالیزگر نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر بیشترین رشد مصرف کاتالیزگر به کشورهایی همانند چین و منطقه خاورمیانه - به واسطه افزایش ظرفیت پالایش نفت و تولید محصولات پتروشیمی در این مناطق - بوده است. این حجم از مصرف کاتالیزگر در دنیا به بقین شرکت‌های مختلفی را به سمت تولید و عرضه کاتالیزگرهای مختلف هدایت می‌کند. لذا

۱-۳-۳- مصرف جهانی مبدل‌های کاتالیز خودرو بر اساس نوع وسیله نقلیه

وسایل نقلیه سبک با مصرف ۱۵ میلیارد و ۲۵۰ میلیون دلار، بالاترین مصرف از مبدل‌های کاتالیز خودرو در سال ۲۰۲۳ را به خود اختصاص داد، در حالی که وسایل حمل و نقل عمومی با مصرف ۷ میلیارد و ششصد میلیون و وسایل نقلیه سنگین با مصرف ۵ میلیارد دلار در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. طبق برآوردهای به عمل آمده، تا سال ۲۰۳۰ این میزان سالانه حدود ۵ درصد رشد خواهد داشت. در نمودار ۴ افزایش میزان رشد مصرف جهانی مبدل‌های کاتالیز از سال ۲۰۲۳ تا ۲۰۳۰ نشان داده شده است.



نمودار ۴. پیش‌بینی مصرف جهانی مبدل‌های کاتالیز خودرو بر اساس نوع وسیله نقلیه

۲- تشکیلات جهانی صنعت کاتالیزگر

با توجه به بازار رقابتی هر رشته صنعت در جهان، از جمله صنعت کاتالیزگر، شناخت دقیق بازیگران اصلی این صنعت در دنیا اهمیت دارد. نظر به وجود ارتباطات تنگاتنگ بین صاحبان فناوری فرایندهای پالایشگاهی، پتروشیمی و خودرو، همچنین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان کاتالیزگرها در زنجیره جهانی می‌باید تحلیل مناسبی از مدل همکاری‌ها و استراتژی‌های آینده‌ی این شبکه انجام داد تا بتوان ابزار و توانمندی‌های لازم برای رقابت‌پذیری با این شبکه را در داخل کشور مدیریت کرد.

به طور معمول، تولیدکنندگان فناوری^۱ با توسعه‌ی فناوری‌های فرایندی اقدام به فروش و ارایه مجوز می‌کنند. این شرکت‌ها بسته به نوع راهبرد^۲ انتخابی، ممکن است خود به احداث و تولید کاتالیزگر اقدام کرده، یا با انعقاد قرارداد همکاری، تولید کاتالیزگر را به شرکت دیگری واگذار کنند. مصرف‌کننده کاتالیزگر با دریافت مجوز فرایند مربوطه از یک شرکت صاحب فناوری، به نوعی ناگزیر

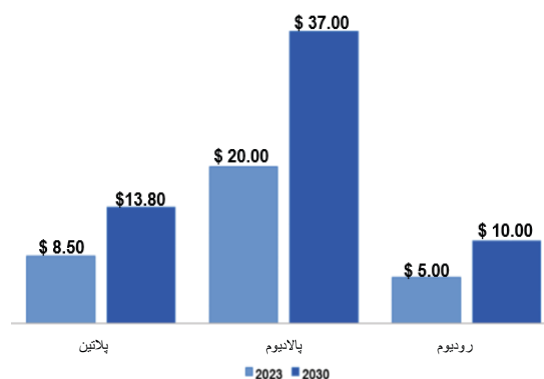
۴/۸ درصدی به حدود ۱۸ میلیارد و ۷۸۰ میلیون دلار در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید. در نمودار ۲ افزایش میزان رشد مصرف جهانی مبدل‌های کاتالیز خودرو در گذر از سال ۲۰۲۱ به ۲۰۳۰ نشان داده شده است.



نمودار ۲. پیش‌بینی مصرف مبدل‌های کاتالیزگر خودرو

۱-۳-۲- مصرف جهانی مبدل‌های کاتالیز خودرو بر اساس نوع کاتالیزگر

پالادیم، با مصرف معادل ۲۰ میلیارد دلار، بالاترین مصرف از مبدل‌های کاتالیز خودرو را در سال ۲۰۲۳ داشته است، درحالی‌که پالادیم با مصرف ۸ میلیارد و ۵۰۰ میلیون و رودیم با مصرف ۵ میلیارد دلار در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. طبق برآوردهای به عمل آمده این میزان تا سال ۲۰۳۰ سالانه حدود ۵ درصد با رشد روبرو خواهد شد. در نمودار ۳ افزایش میزان رشد مصرف جهانی مبدل‌های کاتالیز از سال ۲۰۲۳ لغایت ۲۰۳۰ نشان داده شده است.



نمودار ۳. مصرف جهانی مبدل‌های کاتالیز خودرو بر اساس نوع فلز کاتالیزگر

1. process licensor or developer
2. strategy

رهبر کاتالیزگر جهان یاد می‌شود، به‌طوری‌که بیش از ۴۰ درصد کاتالیزگرهای حوزه پالایشگاهی را تولید می‌کند و از هر سه خودرویی که تولید می‌شود، یک خودرو به کاتالیزگرهای این شرکت مجهز است. در سال میلادی ۲۰۲۳، ارزش تولیدات این شرکت بیش از ۳/۹ میلیارد دلار گزارش شده است که ۴۵ درصد از گردش مالی این شرکت را فروش کاتالیزگر و تکنولوژی‌های کاتالیز تشکیل می‌دهد.

در این میان، بیشترین سهم مصرف کاتالیزگر به ترتیب در بازارهای صنایع پالایش نفت، محیط‌زیست، پتروشیمی، شیمیایی و پلیمری خواهد بود. نکته دارای اهمیت در این گزارش، رشد سالانه ۴/۲ درصدی مصرف کاتالیزگر در بخش صنایع پتروشیمی و صنایع شیمیایی تا پایان سال ۲۰۲۵ است. همچنین به دلیل رشد جمعیت و قوانین سختگیرانه زیست محیطی و صنعتی شدن روز افزون، بیشترین رشد بازار مصرف کاتالیزگر در حوزه صنایع پالایشگاهی نیز در منطقه آپک^۵ روی خواهد داد که شامل مناطق آسیای شرقی و اقیانوسیه است. گفتنی است بیش از ۵۰ درصد از تولیدات این بازار توسط ۱۰ شرکت تولیدکننده کاتالیزگر جهان که در شکل ۲ نشان داده شده است، تامین خواهد شد [۱۱،۱۲].

از خرید کالای مکمل یعنی کاتالیزگر از همان شرکت و یا همکاران آن شرکت است. از این رو، وابستگی دو جانبه کاتالیزگر و فرایند به یکدیگر باعث شده است شرکت‌های مختلف جهت کاهش میزان خطر سرمایه‌گذاری و البته افزایش سهم بازار خود به انعقاد قراردادهای همکاری با شرکت‌های مختلف و یا به خرید شرکت‌های توانمند در حوزه‌های مرتبط با فرایند و کاتالیزگر اقدام کنند. یکی از بزرگترین خرید و فروش‌های صورت گرفته در چند سال اخیر در صنعت کاتالیزگر خرید شرکت انگلهدارد^۱ توسط شرکت بی ای اس اف^۲ با قیمت ۵ میلیارد دلار است. در واقع، این شرکت به منظور توسعه بخش کاتالیز خود این تصمیم را گرفت و در حال حاضر این کاتالیزگرساز سهم عمده‌ای از کاتالیزگرهای پالایشی و پتروشیمیایی مناطق مختلف دنیا از جمله امریکای شمالی و اروپا را نیز تامین می‌کند. شرکت‌های دارای دانش فنی فرایندهای پالایشگاهی و پتروشیمیایی در دنیا با گذر زمان و روند جهانی شدن^۳ با تشکیل شبکه‌های تولید و تامین، اقدام به تقسیم کار نموده، تشکیلات جهانی در این صنعت ویژه تشکیل شده است. از مهم‌ترین بازیگران صنعت کاتالیزگر در سطح جهان می‌توان به شرکت جانسون متی^۴ انگلیس اشاره کرد که از آن به‌عنوان



شکل ۲. شرکت‌های اصلی تولیدکننده کاتالیزگر

۳- بازار مصرف جهانی کاتالیزگر

آمارهای موجود در باره‌ی درصد میزان مصرف انواع کاتالیزگرها به تفکیک کشورهای مصرف‌کننده، همانند نمودار ۵ تصویری قابل درک جهت دست اندرکاران صنعت معظم کاتالیزگر ایجاد خواهد کرد.

1. Engelhard

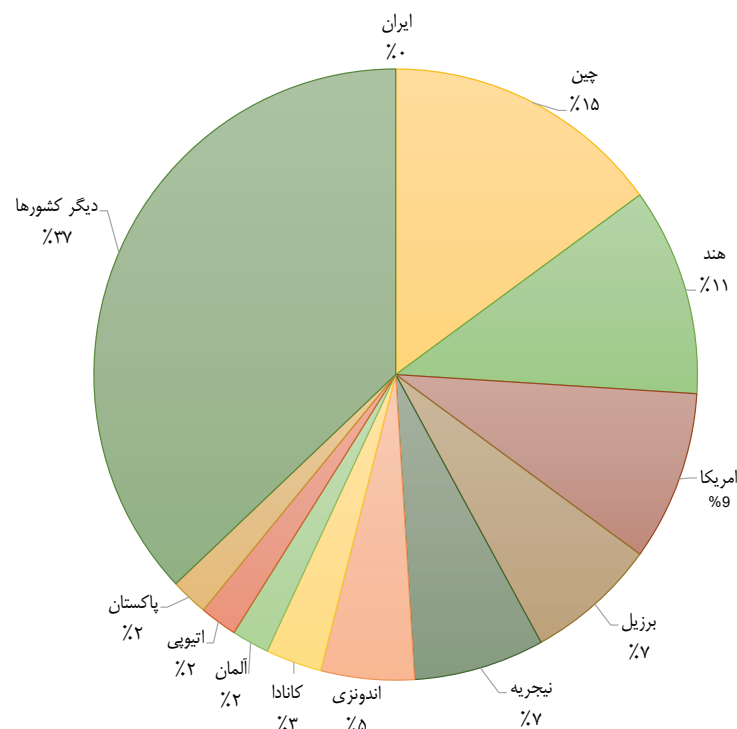
2. BASF Company: Badische Anilin- und Sodafabrik, جهان، یک کمپانی چند ملیتی و بزرگترین تولیدکننده مواد شیمیایی در جهان

3. globalization

4. Johnson Matthey Company

5. APEC, Asia-Pacific Economic Cooperation

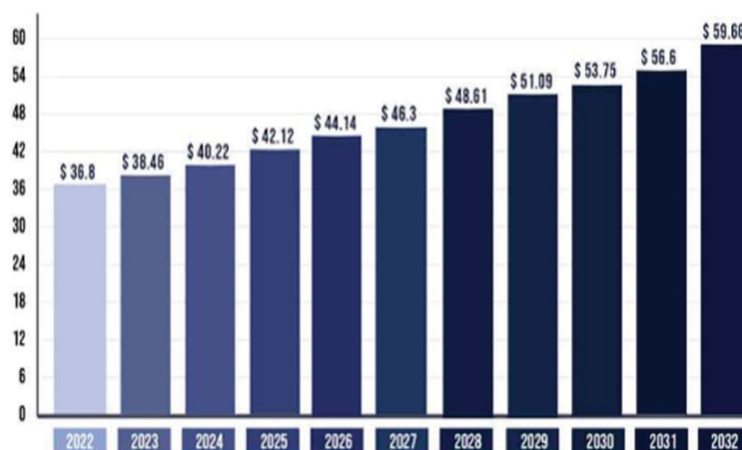
درصد مصرف انواع کاتالیزگرها در برخی کشورها



نمودار ۵. درصد مصرف انواع کاتالیزگرها به تفکیک کشورهای مصرف کننده

خودروسازی در دنیا است. افزایش تقاضای داخلی برای داروها، بسته بندی، ساخت و ساز و خودرو باعث افزایش رشد صنعت مواد شیمیایی و به دنبال آن، رشد بازار کاتالیزگر در خاورمیانه و آفریقا خواهد شد. در نمودار ۶ افزایش تقاضای جهانی کاتالیزگر از سال ۲۰۲۲ تا ۲۰۳۲ نشان داده شده است.

تقاضای جهانی کاتالیزگر در سال ۲۰۲۳ به بیش از ۳۸ میلیارد دلار رسید که از این مبلغ ۲۵ میلیارد دلار آن مرتبط با مبدل‌های کاتالیز مورد استفاده در کاهش نشر آلاینده‌های زیست محیطی خودروها و صنایع و حدود ۱۳ میلیارد دلار آن مربوط به کاتالیزگرهای فرآیندی بود. شایان ذکر است که از رقم ۲۵ میلیارد دلار حدود ۲۳ میلیارد دلار آن مرتبط با مبدل‌های به کار گرفته شده در صنعت



نمودار ۶. پیش‌بینی تقاضای جهانی کاتالیزگر در یک دوره ده ساله

۲۰۲۱ بالاترین میزان مصرف در مقایسه با کاتالیزگرهای زیست محیطی، پتروشیمیایی پلیمری و غیر پلیمری، تولیدات مواد شیمیایی

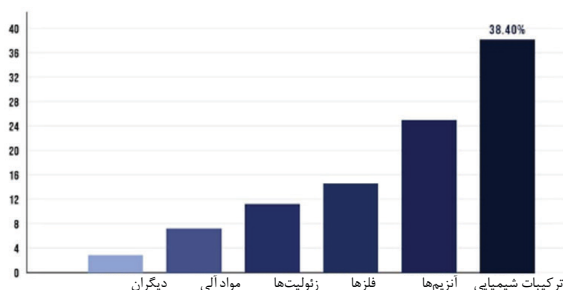
۳-۱- مصرف جهانی کاتالیزگرها بر اساس نوع کاتالیزگر
مصرف کاتالیزگرهای پالایشی با ارزش ۱۶ میلیارد دلار در سال

یاد شده با رشد کاتالیزگرهای پالایشی همخوانی دارد. در نمودار ۷ میزان رشد مصرف جهانی کاتالیزگرها در گذر از سال ۲۰۲۱ به ۲۰۳۰ در زمینه‌های گوناگون نشان داده شده است.



نمودار ۷. مصرف جهانی کاتالیزگرها در زمینه پالایش نفت (سبزی)، زیست محیطی (سیاه)، پتروشیمیایی و کاتالیز پلیمری (طوسی)، سنتز شیمیایی (زرد) و دیگر زمینه‌ها (آبی)

به کار می‌روند. زئولیت‌ها نوع برجسته دیگری از مواد خام مورد استفاده در کاتالیزگرها به دلیل سطح زیاد و تخلخل در کاربردهای کاتالیزگری و جاذب هستند که به دلیل وجود تنوع یونی که توسط تخلخل زئولیت‌ها پشتیبانی می‌شود، شناخته شده‌اند. زئولیت‌ها به طور طبیعی به دست می‌آیند و همچنین می‌توانند به صورت تجاری از واکنش‌های تبلور تولید شوند. نمودار ۹ ترکیبات شیمیایی بازار جهانی کاتالیزگر را نشان می‌دهد.



نمودار ۹. ترکیبات شیمیایی پیش‌تاز در بازار جهانی کاتالیزگر

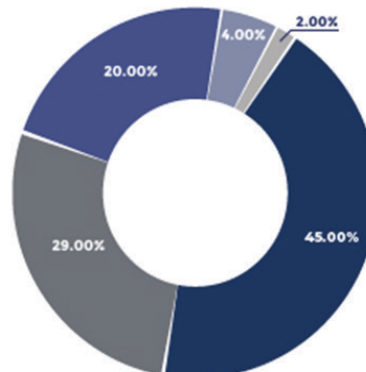
۴- مصرف کاتالیزگر در ایالات متحده آمریکا

آمریکا با مصرف حدود ۶ میلیارد و ۲۴۰ میلیون دلار در سال ۲۰۲۲، حدود ۱/۶ کل کاتالیزگرهای جهان را به تنهایی مصرف نموده، با رشد ۴/۱٪ در سال ۲۰۳۲ میزان مصرف را به حدود ۱۰ میلیارد و ۱۱۰ میلیون دلار خواهد رساند. در نمودار ۱۰ پیش‌بینی میزان مصرف کاتالیزگر در ایالات متحده آمریکا از سال ۲۰۲۲ تا ۲۰۳۲ نشان داده شده است.

را به همراه داشت، در حالی که طبق برآوردهای به عمل آمده این میزان با رشد حدود ۴/۱ درصد به حدود ۲۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید. همچنین میزان مصرف دیگر کاتالیزگرهای

۳-۲- مصرف جهانی کاتالیزگر بر اساس مناطق

در منطقه آمریکای شمالی مصرف ۴۵٪ کاتالیزگرها بیشترین میزان مصرف جهانی را داشته است؛ به ترتیب اروپا، آسیا و اقیانوسیه، آمریکای لاتین و خاورمیانه و آفریقا در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در نمودار ۸ میزان مصرف جهانی کاتالیزگرها نشان داده شده است.



نمودار ۸. مصرف جهانی کاتالیزگر در آمریکای شمالی (سرمه‌ای تیره)، اروپا (خاکستری)، آسیا و اقیانوسیه (سرمه‌ای روشن)، آمریکای لاتین (طوسی) و خاورمیانه و آفریقا (کرم)

۳-۳- ترکیبات شیمیایی پیش‌تاز در بازار جهانی کاتالیزگر

با توجه به ماده خام، بخش ترکیبات شیمیایی پیش‌تاز بازار جهانی کاتالیزگر بوده، سهم درآمدی معادل ۳۸/۴ درصد در سال ۲۰۲۲ را به خود اختصاص داد. در صنایع پلیمری، شیمیایی و پتروشیمی در سراسر جهان فلزات دومیین بخش بزرگ در بازار جهانی کاتالیزگر است. فلزات به عنوان کاتالیزگر کلیدی عمل می‌کنند که برای تسریع فرآیند شکستن و تنظیم مجدد مواد آروماتیک



نمودار ۱۰. پیش بینی مصرف کاتالیزگر در ایالات متحده آمریکا در یک دوره‌ی ده ساله

۴- میزان مصرف کاتالیزگرها

این میزان بستگی به نوع کاتالیزگر و کشور مصرف کننده دارد.

تن نیز در منطقه جنوب شرقی آسیا مصرف می‌شود [۱۳]. به عنوان مثال، کشور چین سالانه ۱۷۳ هزار تن مصرف دارد.

۴-۱- میزان مصرف کاتالیزگرهای پالایشی

ظرفیت پالایشی روزانه کل دنیا در سال ۲۰۱۴ چیزی در حدود ۹۵ میلیون بشکه اعلام شده بود که کشورهای آسیای جنوب شرقی با سهم ۳۳ درصدی در جایگاه اول و آمریکای شمالی و اروپا نیز هر یک با ۲۲ و ۱۹ درصد به ترتیب در جایگاه دوم و سوم ظرفیت پالایشی دنیا قرار داشتند.

بالا بودن ظرفیت پالایشی به نوعی افزایش مصرف کاتالیزگر را نیز در این مناطق موجب خواهد شد. به همین منظور نیز سالانه ۲۹۰ هزار تن کاتالیزگر فرایندهای پالایشی در کشورهای آمریکای شمالی، ۱۸۰ هزار تن در اروپای غربی و چیزی در حدود ۳۰۰ هزار

۴-۲- میزان مصرف کاتالیزگرهای پتروشیمیایی

در حوزه صنایع پتروشیمیایی نیز تنوع و حجم مصرف این کاتالیزگرها وابسته به میزان توسعه‌ی زنجیره ارزش و تولید محصولات لایه‌های پایین دستی صنایع شیمیایی و پتروشیمی است. آمارها در این بخش نیز حاکی از آن است که منطقه آمریکای شمالی سالانه چیزی در حدود ۱۷۲ هزار تن کاتالیزگرهای صنایع پتروشیمیایی مصرف می‌نماید و اتحادیه اروپا نیز با مصرف ۱۳۱ هزار تن در جایگاه دوم قرار دارد [۱۴، ۱۵]. همان‌طور که در شکل ۳ آمده است، کشور چین ۱۱۰ هزار تن کاتالیزگرهای شیمیایی و پتروشیمی مصرف می‌نماید.

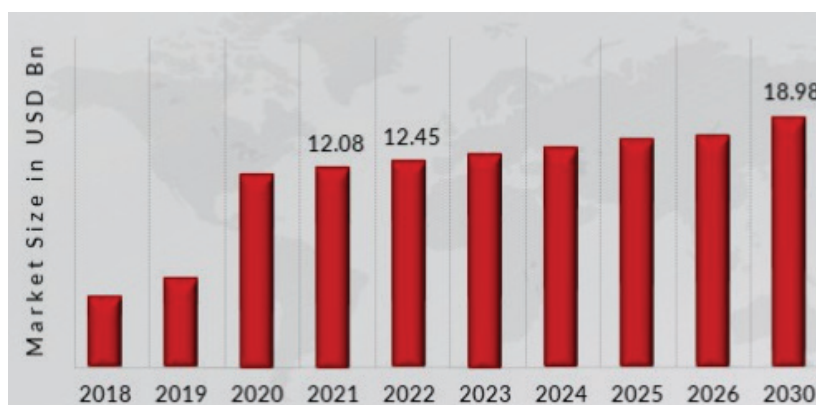


شکل ۳. میزان مصرف جهانی کاتالیزگرهای پتروشیمیایی

۴-۳- میزان مصرف کاتالیزگرهای خودرویی

بررسی بازار جهانی کاتالیزگر نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر بیشترین رشد مصرف کاتالیزگر به کشورهای همانند چین و منطقه خاورمیانه به واسطه افزایش ظرفیت پالایش نفت و تولید محصولات پتروشیمی در این مناطق اختصاص یافته است. این حجم از مصرف کاتالیزگر در دنیا با اطمینان شرکت‌های مختلفی

را به سمت تولید و عرضه کاتالیزگرهای مختلف هدایت می‌نماید. از این رو، صنعت کاتالیز شاید یکی از پیچیده‌ترین، پویاترین، رقابتی‌ترین و تعاملی‌ترین صنایع محسوب گردد [۱۷]. در موضوع ویژه کاتالیزگرهای صنعت خودرو روند رو به رشد تقاضا، که در نمودار ۱۱ نمایش داده شده است، گویای سرمایه‌گذاری هر چه بیشتر جامعه جهانی است.

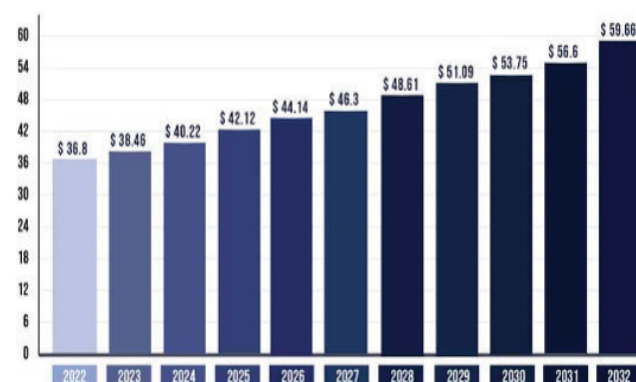


نمودار ۱۱. میزان مصرف کاتالیزگرهای خودرویی

۵- بازار تقاضای جهانی کاتالیزگر

بازار تقاضای جهانی کاتالیزگرها در سال ۲۰۲۳ بیش از ۳۸ میلیارد دلار رسید که از این مبلغ ۲۵ میلیارد دلار آن مرتبط با مبدل های کاتالیز مورد استفاده جهت کاهش نشر آلاینده های زیست محیطی خودروها و صنایع و حدود ۱۳ میلیارد دلار آن مربوط به کاتالیزگرهای فرآیندی بود. شایان ذکر است که از این رقم ۲۵ میلیارد دلار حدود ۲۳ میلیارد دلار آن مرتبط با مبدل های به کار

گرفته شده در صنعت خودرو سازی دنیاست. انتظار می رود صنعت نفت و گاز در عربستان سعودی، قطر، کویت و عمان فرصت های رشد سودآوری را به بازیگران بازار به دلیل پالایش نفت ارایه دهد. افزایش تقاضای داخلی برای داروها، بسته بندی، ساخت و ساز و خودرو باعث افزایش رشد صنعت مواد شیمیایی و به دنبال آن، رشد بازار کاتالیزگر در خاورمیانه و آفریقا خواهد شد [۱۷، ۱۸]. در نمودار ۱۲ افزایش تقاضای جهانی کاتالیزگر از سال ۲۰۲۲ الی ۲۰۳۲ نشان داده شده است.



نمودار ۱۲. نمودار تقاضای جهانی کاتالیزگر در یک دوره ده ساله

۵-۱- ترکیبات شیمیایی پیشتاز بازار جهانی کاتالیزگر

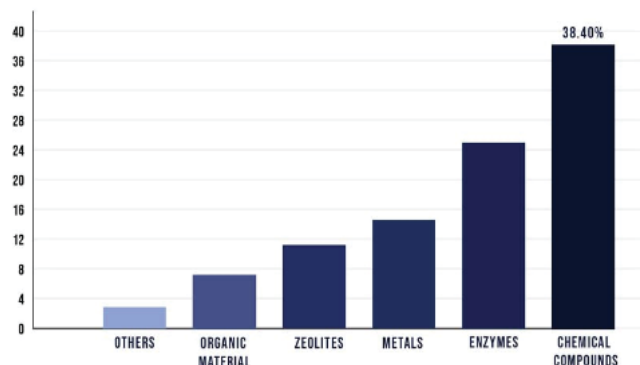
با توجه به ماده خام، بخش ترکیبات شیمیایی پیشتاز بازار جهانی کاتالیزگر می‌باشد که سهم درآمدی معادل ۳۸/۴ درصد در سال

۲۰۲۲ را به خود اختصاص داد. در صنایع پلیمری، شیمیایی و پتروشیمی در سراسر جهان. فلزات دومین بخش بزرگ در بازار جهانی کاتالیزگر است. فلزات در این زمینه عملکردی کلیدی دارند که برای تسریع فرآیند شکستن و تنظیم دوباره مواد آروماتیک

استفاده می‌شوند.

زئولیت‌ها نوع برجسته دیگری از مواد خام مورد استفاده در تولید کاتالیزگرها به دلیل سطح زیاد و تخلخل در کاربردهای کاتالیز و جاذب هستند. زئولیت‌ها به دلیل وجود تنوع یونی که توسط تخلخل

زئولیت‌ها پشتیبانی می‌شود، شناخته شده‌اند. زئولیت‌ها در طبیعت به دست می‌آیند و همچنین می‌توانند به صورت تجاری از واکنش‌های تبلور تولید شوند [۱۸،۱۹].
نمودار ۱۳ ترکیبات شیمیایی بازار جهانی کاتالیزگر را نشان می‌دهد.



نمودار ۱۳. محصولات شیمیایی مهم جهانی تولید شده در واکنش‌های دارای کاتالیزگر

دانش فنی، دامپینگ قیمتی رقبای خارجی برای حفظ و افزایش سهم بازار روبه‌رو است.

در حال حاضر ظرفیت پالایش نفت و میعانات گازی کشور حدود یک میلیون و ۸۵۰ هزار بشکه در روز و ظرفیت تولید محصولات پتروشیمی در سال ۱۳۹۵ برابر با ۹/۶۱ میلیون تن و عملکرد تولید آن ۶/۵۰ میلیون تن گزارش شده است. افزایش ظرفیت مجتمع‌های پالایش و پتروشیمی در کشور طی سال‌های گذشته موجب افزایش تقاضای کاتالیزگرهای مورد نیاز کشور شده است. مطالعه نشان می‌دهد که در ایران با توجه به ظرفیت‌های نصب شده موجود و طرح‌های آینده، سالیانه حدود ۲۹ هزار تن کاتالیزگر به ارزش تقریبی ۷۰۰ میلیون دلار در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی کشور مورد نیاز است. در حال حاضر بخش عمده‌ای از نیاز صنایع نام برده از طریق واردات تأمین می‌شود. به‌عنوان مثال در رابطه با دامپینگ قیمتی، با ظهور شرکت‌های ایرانی، قیمت کاتالیزگرهایی که شرکت‌های ایرانی تولید می‌کردند، از سوی شرکت‌های خارجی گاهی به نصف کاهش پیدا کرد که حتی با اعمال فشار، فروش دیگر کاتالیزگرها را به شرط عدم خرید از شرکت‌های ایرانی تولیدکننده کاتالیزگر اعلام می‌کردند؛ اما در مقابل، این شرکت‌های ایرانی با تغییر راهبرد کسب و کار خود، به ایجاد مزیت‌های رقابتی در تولید محصولی با مشخصات کیفی بالاتر پرداخته و با افزایش خدمات پس از فروش و نیز کاهش قیمت تمام شده محصولات تولیدی از طریق داخلی‌سازی منابع تهیه مواد اولیه، اتوماسیون‌سازی خطوط تولید، افزایش ظرفیت تولید و کاهش هزینه‌های سربار و نیز تغییر

۶- چالش‌های تامین و تولید کاتالیزگر در ایران

کشور عزیزمان ایران در طول یک دهه گذشته، در صنعت نفت با انواع و اقسام تحریم‌های ناعادلانه غرب مواجه بوده به طوری که در واردات برخی کالاهای راهبردی با کارشکنی‌های غرب مواجه شده است. از این رو دانشمندان ایرانی دست به کار شدند تا کشورمان در تولید برخی کاتالیزگرهای مهم که نقشی استراتژیک در تولیدات فرآورده‌های نفتی، خالص‌سازی گاز طبیعی و تولیدات پتروشیمی داشته، به خودکفایی برسد. در بازار جهانی کاتالیزگر به واسطه فعالیت بیش از ۵۰ ساله شرکت‌های خارجی مثل تاپسو دانمارک، سودکمی هند^۱ و بی‌ای‌اس اف آلمان، جانسون متی انگلیس، کلریانت^۲ و البرمارل^۳ و یو او پی^۴ آمریکا، علاقه‌ای به فعالیت شرکت کاتالیزگرساز ایرانی وجود نداشت. از این رو شرکت‌های خارجی با اعمال فشارهایی چون دامپینگ قیمت، عدم همکاری و اعمال فشار در تحویل دیگر کاتالیزگرهایی که در داخل تولید نمی‌شد، صنایع کشور را تحت فشار قرار می‌دادند [۲۰،۲۱].

بومی‌سازی صنعت کاتالیزگر در ایران، یکی از نمونه‌های موفق در حوزه اقتصاد مقاومتی شناخته می‌شود که در دوران ضرورت صنایع کشور از ثمرات این اقدام ملی بهره‌مند می‌شوند؛ اما هر صنعت نوینی در ابتدای عمر سازمانی خود با چالش‌ها و تهدیدهایی روبه‌رو می‌شود که می‌تواند آن را با مشکلات بزرگی روبه‌رو سازد. صنعت کاتالیزگر کشور نیز در این حوزه با مواردی مثل نبود خودباوری در برخی از مدیران مصرف‌کننده نسبت به توانایی‌های متخصصان داخلی، مشکلات قانونی در حمایت از حق ثبت اختراع و محرمانگی

1. Sud-Chemie
2. Clariant

3. Albemarle
4. UOP, Universal Oil Products

در حوزه اقتصاد مقاومتی شناخته می‌شود که در دوران ضرورت صنایع کشور از ثمرات این اقدام ملی بهره‌مند می‌شوند.

۳- افزایش ظرفیت مجتمع‌های پالایش و پتروشیمی در کشور طی سال‌های گذشته موجب افزایش تقاضای کاتالیزگرهای مورد نیاز کشور شده است. مطالعه نشان می‌دهد که در ایران با توجه به ظرفیت‌های نصب شده موجود و طرح‌های آینده سالیانه، حدود ۲۹ هزار تن کاتالیزگر به ارزش تقریبی ۷۰۰ میلیون دلار در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی کشور مورد نیاز است.

۴- تولید و بومی‌سازی کاتالیزگرها در کشور می‌تواند مانع از واردات کاتالیزگرها و افزایش درآمدهای کشور و تاب‌آوری صنعت شود.

۵- صنعت کاتالیزگر کشور نیازمند انجام یک معماری تخصصی است تا منطبق با ساختار این صنعت در مناطق مختلف دنیا، روند توسعه و شکل‌گیری این صنعت در کشور به طور پایدار صورت گیرد.

۶- در سال‌های اخیر علی‌رغم رشد قابل توجه تعداد شرکت‌های کاتالیزگرساز هنوز بخش عمده‌ای از کاتالیزگرهای مصرفی در هر دو حوزه پالایشی و پتروشیمیایی از خارج از کشور تامین می‌شود و این نشان دهنده این است که شرکت‌های بازیگر این صنعت در داخل کشور نیاز به یک استراتژی بلند مدت جهت توسعه و رشد خود دارند.

۷- در حال حاضر بخش عمده‌ای از نیاز صنایع مذکور از طریق واردات تامین می‌شود. در رابطه با دامپینگ قیمتی، با ظهور شرکت‌های ایرانی، قیمت کاتالیزگرهایی که شرکت‌های ایرانی تولید می‌کردند، از سوی شرکت‌های خارجی گاهی به نصف کاهش پیدا می‌کند که حتی با اعمال فشار، فروش سایر کاتالیزگرها را به شرط عدم خرید از شرکت‌های ایرانی تولیدکننده کاتالیزگر اعلام می‌کنند.

تکنولوژی تولید و فرمولاسیون‌های تولید کاتالیزگر و نیز توسعه سبد محصولات خود توانسته‌اند اثر دامپینگ و تلاش‌های شرکت‌های خارجی را تا حد بالایی خنثی کنند؛ اما همچنان سهم حمایت دولت و شرکت‌های مصرف‌کننده در این میان خالی است [۲۱].

۱-۶- پیش‌بینی مصرف کاتالیزگرها در ایران

با توجه به وجود مجتمع‌های بالفعل و بالقوه‌ی پالایشگاهی و پتروشیمیایی در داخل کشور، ارزش مصرف سالیانه‌ی کاتالیزگر در ایران حدود ۷۰۰ میلیون دلار است که سهم کاتالیزگرهای پتروشیمیایی با توجه به تعدد و تنوع فرایندهای به کارگیری شده، نزدیک به ۴۵۰ میلیون دلار در سال است. میزان مصرف کاتالیزگر در مجتمع‌های پالایشگاهی کشور نیز با وجود ضریب پیچیدگی پایین و الگوی فراورش نامناسب، ۲۵۰ میلیون دلار در سال برآورد می‌شود. پیش‌بینی مجموع ظرفیت اسمی مصرف حال و آینده کاتالیزگرهای مورد نیاز کشور از قبیل پلیمری پتروشیمی، غیر پلیمر پتروشیمی، پالایشگاه پتروشیمی و گاز تا سال ۱۴۰۴، مقدار ۲۹ هزار تن در سال و قیمت کل آن بر اساس مصرف حال و آینده ۷۰۰ میلیون دلار است [۲۱].

۷- نتایج

۱- کشور عزیزمان ایران در یک دهه گذشته در صنعت نفت با انواع و اقسام تحریم‌های ناعادلانه و ظالمانه مواجه بوده به طوری که در واردات برخی کالاهای استراتژیک با کارشکنی‌های غرب مواجه شده است. از این رو دانشمندان ایرانی دست به کار شدند تا کشورمان در تولید برخی کاتالیزگرهای مهم که نقشی استراتژیک در تولیدات فرآورده‌های نفتی، خالص‌سازی گاز طبیعی و تولیدات پتروشیمی داشته‌اند، به خودکفایی برسد.

۲- بومی‌سازی صنعت کاتالیزگر در ایران، یکی از نمونه‌های موفق

1. Catherine A Evans, Scott J Miller, Proton-activated fluorescence as a tool for simultaneous screening of combinatorial chemical reactions, in *Current Opinion in Chemical Biology*, 6(3) ,2002 ,3-333
2. J. Mao, J. Yin, J. Pei et al., Single atom alloy: An emerging atomic site material for catalytic applications, *Nano Today*, 34 ,2020 ,100917
3. IUPAC Compendium of Chemical Terminology, 2009, Oxford: Blackwell Scientific Publications.
4. Masel, Richard I, *Chemical Kinetics and Catalysis*, 2001, New York: Wiley-Interscience.
5. Carroll, Gregory T., Kirschman, David L., Catalytic Surgical Smoke Filtration Unit Reduces Formaldehyde Levels in a Simulated Operating Room Environment, *ACS Chemical Health & Safety*. 30(1) ,2023 ,21-28
6. Gary, J.H.; Handwerk, G.E., *Petroleum Refining Technology and Economics* (2nd ed.), 1984, Marcel Dekker, Inc.
7. *Crude Petroleum and Petroleum Products*, 2023, IHS.
8. Matar, Sami, Hatch, Lewis F., *Chemistry of Petrochemical Processes*. 2001, Gulf Professional Publishing.
9. *Academic Search Complete, Hydrocarbon Processing*, 2001, *Petrochemical Processes*: 71–246.
10. Palucka, Tim, *Doing the Impossible*, 2004, *Invention & Technology*. 19 (3).
11. Wise, Burn, *Choosing the Right Wood Stove*, 2012, US EPA.
12. Lorraine Hariton Named New Catalyst President & CEO, Continuing ۱۰۶ Year Legacy of Accelerating Positive Change for Women in Business, 2018, Catalyst press release.
13. Board of Directors, 2018, Catalyst.
14. Evans, David S. and Schmalensee, Richard, *Catalyst Code: The Strategies Behind the World's Most Dynamic Companies*, 2007, Harvard Business School Press.
15. Lichtarowicz, Marek, 2017, *Cracking and related refinery*.
16. www.adaksp.com
17. www.Precedenceresearch.com
18. www.Datacatalyst.org
19. www.expertmarketresearch.com
20. www.vertifiedmarketresearch.com
21. Value Chain Management Study Center analysis network

مهربانی و خردورزی: هدیه تمدنی ریاضیات

آرزو رضایی^۱

^۱ زیست‌شناسی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران
^۲ پژوهشکده علوم زیستی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران
arezaei@du.ac.ir

نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

تأثیر ریاضیات بر وجود و وجوه زندگی انسانی چشم‌گیر و گسترده است. ریاضی و ریاضیدان‌ها، مستقیم یا غیر مستقیم، از نقش‌آفرینان مهم انقلاب‌های علمی بوده‌اند و کمک کرده‌اند تا خرد انسان کارآمدترین ابزار رسیدن به حقایق شناخته شود. دانشمندان و پژوهشگران بسیاری از رشته‌های علمی از جمله علوم زیستی و پزشکی با موضوعاتی سروکار دارند که بدون دانش ریاضی به تنهایی قدرت طرح مساله، ارایه راهکار مناسب برای حل آن و نیز تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده را ندارند. دانش ریاضیات و نگاه ریاضیاتی می‌تواند جانی و شتابی تازه به دانش بیفزاید. فراتر از آن، ریاضیدان‌ها چنان که توانستند علم را بر خرافه چیره کنند، می‌توانند تمدن را از رنج‌ها و ملالت‌هایش برهانند و همچنان و همیشه نور بر دنیای تاریک جهل بشری بتابانند. بی‌بنیان نیست اگر بگوییم ریاضیات کمک کرده است خردورزی و مهربانی ماندگارترین مهارت و یادگار تمدن بشری بشوند.

واژگان کلیدی: ریاضیات، زیست‌شناسی، خردورزی، مهربانی، فرهنگ، تمدن.

این مقاله به جردیانو برونو و همه کسانی تقدیم می‌شود که تا پای جان با خرافه و دروغ جنگیدند.

مقدمه

شده بود «کسی که ریاضیات نمی‌داند وارد نشود». او چهل سال پایانی عمر هشتاد ساله خود را به نوشتن، آموزش و تربیت ریاضی‌دان‌ها گذراند. پس از محکومیت سقراط به نوشیدن شوکران و کشته شدن او، افلاطون به این نتیجه رسید که شخص با وجدان در سیاست جایی ندارد و اندرز داده بود: «دولتمردان ما باید بروند و حساب را نه همچون غیر حرفه‌ای‌ها، بلکه بدان‌سان بیاموزند که بتوانند سرانجام ماهیت اعداد را تنها با ذهن خود ببینند». لئوناردو داوینچی^۴ ایتالیایی (۱۴۵۲-۱۵۱۳ م، ۸۹۲-۸۳۱ خ) «رساله در نقاشی» خود را این‌گونه می‌آغازد: «کسی که ریاضی نمی‌داند حق ندارد آثارم را بخواند». موریس کلاین^۵، ریاضیدان آمریکایی (۱۹۹۲-۱۹۰۸ م، ۱۳۷۱-۱۲۸۷ خ) می‌گوید: «اگر امروزه دانش

شناخت جهان شگفت‌انگیزی که در آن هستیم و رسیدن به این نقطه از تاریخ و تمدن، مبارزه‌ای بزرگ، سخت، جانکاه و پایان‌ناپذیر بوده است. ریاضیات «شهریار علوم» کمک به سزایی به علم در دست‌یافتن به جایگاه خود در تمدن نموده است (۱). به گفته فلیکس کلاین^۱، ریاضیدان آلمانی (۱۸۴۹-۱۹۲۵ میلادی، ۱۳۰۴-۱۲۲۸ خورشیدی)^۲، ریاضیات اصیل‌ترین ابداع ذهن آدمی و برجسته‌ترین دستاورد فکری اوست که همه ارزش‌ها و دستاوردهای موسیقی (آرامش یا انگیزش روح)، نقاشی (نوازش نگاه)، شعر (شور و شوق عاطفی)، فلسفه (رضایت و قناعت ذهن) و مهندسی (بهبود زندگی مادی آدمی) را دارد (۲). بر سر در آکادمی افلاطون^۳، فیلسوف بنام یونانی (۴۲۷/۴۲۸ تا ۳۴۷/۳۴۸ پ، دوران هخامنشیان)، نوشته

1. Felix Klein

۲. تاریخ‌های زادروز و درگذشت از ویکی‌پدیا گرفته شده است. همتای خورشیدی تاریخ‌های میلادی برای ایجاد پرسپکتیو تاریخی برای ذهن خواننده ایرانی نوشته شده است. بگذریم که این نوشته به زبان فارسی است و منطقی است که تاریخ‌ها نیز به گاهشماری ایرانی نوشته شوند. برای برابرنهادهای تاریخ‌های پیش از میلاد از منبع «تاریخ ایران زمین» از روزگار باستان تا انقراض قاجاریه، جواد مشکور، چاپ هشتم ۱۳۸۸ انتشارات اشراقی-صفار» بهره بردم.

3. Plato

4. Leonardo di ser Piero da Vinci

5. Morris Kline

که از دیرباز گفته‌اند شکر نعمت نعمت افزون کند. ناگفته پیداست این اندک مواردی که در مطالعات شخصی و غیرتخصصی خود دیده و یافته‌ام، در قیاس با واقعیتی که هست ناچیز است.

۲. ریاضیات، فرهنگ و تمدن بشری

ریاضیات بر جنبه‌های فراوانی از وجود و زندگی انسانی تاثیر گذاشته است: معماری، مهندسی، تجارت، حمل‌ونقل، و بی‌شمار وجوه دیگر. ریاضیات به غنای ادبیات، شعر، نثر و موسیقی افزود. تاثیر ریاضیات بر فلسفه، آمار و اقتصاد، بر سیاست و اخلاق و مفاهیم این دو نیز اثر گذاشته است (۱). گاهی ریاضیدان‌ها وقت خود را صرف موضوع‌هایی می‌کنند که از همان آغاز کار پیداست که نتیجه کار در علوم و مهندسی کاربردی و سودمند است. ریاضیدان‌هایی هم روی موضوعاتی به ظاهر بی‌اهمیت مانند ویژگی‌های خود اعداد کار می‌کنند (۵). سال مصلحیان چهار تعریف را برای ریاضیات ارائه نموده است؛ ریاضیات: (۱) رده گزاره‌های منطقی معتبر یا ضروری « p, q را ایجاب می‌کند»، (۲) نظریه اصل موضوعی مجموعه‌ها، (۳) مطالعه ساختارهای مجرد، و (۴) سرعت بخشیدن به محاسبات است. روبن هرش^۳ آمریکایی (۲۰۲۰-۱۹۲۷ م، ۱۳۹۹-۱۳۰۶ خ) ریاضیات را بخشی از فرهنگ و تاریخ بشری می‌دید که از ماهیت فیزیولوژیک و محیط‌های زیستی و فیزیکی ما سرچشمه گرفته‌است. از دید او، طرح‌های ریاضی به همان دلیلی با جهان ما سازگارند که ریه‌های ما با اتمسفر جو زمین سازگار شده است (۲). زمانی بالاترین مرحله در برخی دانشگاه‌ها اثبات این قضیه بسیار ابتدایی بود که دو ساق یک مثلث متساوی‌الساقین هم‌اندازه هستند. اما، اکنون ریاضیات را می‌توان سلاحی جهانی دید. در قرن نوزدهم میلادی (قرن دوازدهم-سیزدهم خورشیدی) گفته می‌شد بین ریاضیات و اقتصاد تفرقه بیندازید و حکومت کنید. آدمی با مسائل دوران خود دست به گریبان است و باورهای حاکم بر زمانه و جامعه اندیشه او را محدود و مشروط می‌کنند اما، ریاضیدان‌ها کمک کردند تا خرد انسان کارآمدترین ابزار شناخت حقایق شناخته شود. تاریخ علم جدید، به لطف وجود ریاضیدان‌ها، جان‌فشان‌ها و خطر کردن‌هایشان تاریخ حذف تدریجی اساطیر، خدایان و شیطان‌ها و تحویل‌وتبدیل تصورات گنگ، خیالی و خرافی درباره صدا، نور، نیرو، فرآیندهای شیمیایی و دیگر پدیده‌ها و مفهوم‌ها به روابط و فرمول‌بندی‌های کمی و عادی شده است (۱).

کوسماس (Cosmas) تاجری دنیا دیده از اهالی اسکندریه بود که در قرن ششم میلادی می‌زیست. او در کیهان‌نگاری‌های خود نوشت زمین تخت است؛ بخش مسکونی آن مستطیلی است که درازایش دو برابر پهنايش است. در شمال کوهی مخروطی‌شکل هست که خورشید شب‌هنگام به پشت آن می‌رود و روزها از پشت

ریاضی فردی در حد و اندازه‌های نیوتن باشد -آن هم وقتی که در اوج توانایی فکریش بود- ریاضی‌دان به شمار نمی‌آید. زیرا ریاضیات در عصر ما با حساب دیفرانسیل و انتگرال به پایان نمی‌رسد، بلکه با آن آغاز می‌شود» (۱). از دید ویلیام اوسلر^۱ کانادایی (۱۹۱۹-۱۸۴۹ م، ۱۳۹۸-۱۳۲۸ خ)، از بنیان‌گذاران بیمارستان جانز هاپکینز^۲ که پدر پزشکی مدرن هم نامیده می‌شود (۳) و (۴)، پزشکان زمانی پزشک می‌شوند که شمارش یاد بگیرند (۱).

بنابراین، ریسک جسورانه و زیره به کرمان بردن است که یک بیوشیمی‌خوانده بخواند درباره ریاضیات بنویسد. بر این امید و گمان هستم که شاید دیدن ریاضیات و نقش تاریخی آن در آینه این نگاه برای ریاضیدان‌ها و نیز دیگر خوانندگان گرامی خالی از لطف نباشد. زمانی که افتخار دبیری علمی نخستین همایش بین‌المللی و سومین همایش ملی ریاضیات زیستی (۲۹ دی تا ۱ بهمن ۱۴۰۰- دانشگاه دامغان) از سوی دکتر عبدالعلی بصیری -رییس گرامی وقت دانشگاه- به من پیشنهاد شد، برای آن که بتوانم این نقش و وظیفه مهم را درخور حضور دانشمندان و پژوهشگران میهنی و بین‌المللی به‌جای بیاورم، تصمیم گرفتم تا درباره تاریخ و فلسفه ریاضی بخوانم. بنابراین خواندن دو کتاب نقش ریاضیات در فرهنگ غرب (م. کلاین) (۱) و فلسفه ریاضی: کلاسیک، مدرن، پست مدرن (م. سال مصلحیان) (۲) را آغاز کردم. کتاب دوم را دکتر امید سلیمانی‌فرد زمانی که عضو هیات علمی دانشگاه دامغان بودند به من هدیه داده بودند. فرصت‌های ارزشمندی که در روند همایش برایم فراهم شد و افتخار آشنایی و گفتگو را با فرهیختگان بسیاری به دست آوردم و همچنین با کاربردهای بسیار گسترده ریاضیات زیستی در حل مشکلات گوناگون جوامع بشری آشنا شدم، اشتیاقم برای کار و مطالعه در این زمینه بسیارتر شد. همچنین، در پی دعوت دکتر افشین بابایی، دبیر گرامی دومین همایش بین‌المللی و چهارمین همایش ملی ریاضیات زیستی (۱۹ تا ۲۱ دی ۱۴۰۱- دانشگاه مازندران) خلاصه‌ای از نقش و جایگاه ریاضیات را در دنیایی که برپایه دانش و خرد ساخته شده است در سخنرانی خود بیان نمودم. استاد گراندرد، آقای دکتر مهدی بهزاد پس از خواندن متن سخنرانی با لطف بسیار پیشنهاد دادند تا آن را در قالب مقاله‌ای برای فرهنگستان علوم آماده نمایم. تا آن که آقای دکتر غلامرضا رکنی، دوست ریاضیدان و گرانمایه، درباره نامه علوم پایه فرهنگستان با من سخن گفتند. هدف این مقاله نوشتن درباره تاریخ علم، تاریخ ریاضی یا زیست‌شناسی نیست. بلکه، کوشیدم تا با نوشتن نمونه‌هایی از باورهای بشر در قرن‌های پیشین از سهم بسیار ارزنده دانشمندان و به ویژه ریاضیدان‌ها در نهادینه کردن تفکر نقادانه و خردمندی و نیز مهربان نمودن فرهنگ و تمدن بشری قدردانی خود را به اندازه خود نشان بدهم

1. Sir William Osler
2. The Johns Hopkins Hospital

3. Reuben Hersch

فلسفی روش علمی داشت. کار آن فیلسوفان بر منطق ارسطوی^۵ یونانی (۳۲۲-۳۸۴ پم، دوران هخامنشیان) استوار بود و بنابراین با سنت زمانه تعارضی نداشت. ناگفته نماند که منطق قوانین فکری ارسطو بر بنیان هندسه، به ویژه هندسه اقلیدسی، بنا نهاده شده بود. بنابراین، هندسه را می‌توان پیشاهنگ علم منطق دانست. اما، گالیله به جای منطق به کیهان‌شناسی و مکانیک توجه کرد و قالب علم ارسطویی را در هم شکست. شاید برای شما هم تازه و جالب باشد که قانون بنیادی حرکت را که با نام قانون اول نیوتن می‌شناسیم، درواقع گالیله کشف کرده بود. نیوتن^۶، دانشمند برجسته انگلیسی (۱۶۴۳-۱۷۲۷ م، ۱۱۰۶-۱۰۲۲ خ)، حساب دیفرانسیل و انتگرال، ترکیب نور سفید و قانون گرانش عمومی را کشف کرد. ریمان^۷ آلمانی (۱۸۲۶-۱۸۶۶ م، ۱۲۴۵-۱۲۰۵ خ) تمدن بشری را فراخواند تا بین بی‌پایانی^۸ و بی‌نهایتی^۹ تمایز بگذارد. گاوس آلمانی^{۱۰} با جسارت فکری خود هندسه‌های نا اقلیدسی را آفرید، اما شهرات اخلاقی ایستادن را در برابر حملات و تهمت‌های هم‌عصران خود نداشت. کارهای او در زمینه هندسه نا اقلیدسی پس از مرگش در میان یادداشت‌هایش پیدا شد. گاوس (۱۸۵۵-۱۷۷۷ م، ۱۲۳۴-۱۱۵۶ خ) را هم‌تراز نیوتن و ارشمیدس^{۱۱} می‌دانند. ریمان در ادامه گاوس، بویوی^{۱۲} (۱۸۵۶-۱۷۷۵ م، ۱۲۳۵-۱۱۵۴ خ) و لوباففسکی^{۱۳} (۱۸۵۶-۱۷۹۲ م، ۱۲۳۵-۱۱۷۱ خ) صحنه را آماده پذیرش هندسه نا اقلیدسی کرد. لوباففسکی به همین خاطر از دانشگاه اخراج شد. لوباففسکی در یک خانواده تنگدست روسی به دنیا آمده بود. بویوی، ریاضیدان مجاری، اما چنین سرنوشتی نیافت. او افسر ارتش اتریش و برخوردار از پشتیبانی پدر ریاضیدان خود بود (۱).

تاریخ ریاضیات نشان می‌دهد که آدمی به همان اندازه در سیطره عادت‌های اندیشه خود زندگی می‌کند که در سیطره عادت‌ها، سنت‌ها و آداب اجتماعی. هندسه ریمانی هزاران سال زیر پاهای بشر در حرکت بود، با این حال، در تمام این سال‌ها بزرگ‌ترین ریاضی‌دان‌ها هم حتا یک بار نکوشیدند اصل توازی را با توجه به هندسه‌ی کره بررسی کنند. نقطه اوج این هزاران سال آن جایی بود که کانت^{۱۴} آلمانی (۱۸۰۴-۱۷۲۴ م، ۱۱۸۳-۱۱۰۳ خ) فلسفه خود را بر ضرورت بی‌چون‌وچرای هندسه اقلیدسی و تصورناپذیری هر نوع هندسه دیگری بنا گذاشت (۱).

در هندسه اقلیدسی اشکال دو یا سه بعد دارند. موضوع هندسه نا اقلیدسی فضای انحنا دار است. توازی خطوط و مجموع زوایای

آن بیرون می‌آید. آسمان به کناره‌های زمین چسبیده است. آسمان علین دو طبقه است و بر فراز این آسمان چسبیده به زمین جای دارد، طبقه زیرین آن جایگاه خداوند و رستگاران و طبقه زیرین آن جایگاه فرشتگان موکل بر انسان‌ها است. اندیشه‌های او تا پایان قرن دوازدهم میلادی (قرن ششم خورشیدی)، یعنی به مدت دست‌کم شش‌صد سال، در میان عالم و جاهل هواداران بسیاری داشت (۱). می‌دانیم هنوز هستند کسانی که چشم و گوش خود را به روی عقلانیت و واقعیت‌های علمی می‌بندند (۶) و باور دارند زمین تخت است (۷). اندیشمندان بعدی، کیهان‌شناسی کوسماس را تا اندازه چشم‌گیری ویرایش نمودند که چون این ویرایش‌ها برپایه کتاب مقدس بود، هیچ مسیحی حق تردید نداشت. زمین همچنان ثابت در مرکز عالم جای داشت. ماه، خورشید و سیارگان هرکدام به یک فلک بر فراز زمین چسبیده بودند (۱). تاریخ علم سرشار از چنین فرضیه‌هایی است که برای مدتی پذیرفته شدند و سپس به کلی اصلاح یا رد شدند. در گذر تاریخ، ریاضیدان‌هایی مانند جردانو برونو^۱ ایتالیایی (۱۶۰۰-۱۵۴۸ م، ۹۷۹-۹۲۷ خ) از جان خود گذشتند تا به جایی برسیم که کارل پوپر^۲ ریاضیدان اتریشی-انگلیسی و شناخته شده‌ترین فیلسوف علم (۱۹۹۴-۱۹۰۲ م، ۱۳۷۳-۱۲۸۱ خ) در قرن بیستم میلادی (سیزده و چهارده خورشیدی) بتواند ابطال‌پذیری را به جای اثبات‌پذیری ابزار سنجش و ارزیابی دستگاه‌های علمی و معیار تمیز علم از غیرعلم بیان کند (۸) و جامعه بشری آن را بپذیرد، بی آن‌که نیازی باشد تا خرمنی از آتش بر جان انسان یا دانشمندی دیگر بیاقتد. درباره انقلاب‌های علمی که می‌خوانیم، ریاضی و ریاضیدان‌ها حضور چشم‌گیری دارند. علم نوین که بر شالوده پایدار واقعیت‌های تجربی استوار است زمانی زاده شد که آدمیان خود را از بند سفسطه‌های اسکولاستیک (مدرسی) سده‌های میانه رهانیدند که می‌گفت علم باید در خدمت مسیحیت باشد و مشاهده مستقیم طبیعت را آغاز و بر حرمت مشاهده تاکید نمودند (۹).

گالیله^۳ نمونه‌ای از رابطه علم با دانشگاه است. گالیله ایتالیایی (۱۶۴۲-۱۵۶۴ م، ۱۰۲۱-۹۴۳ خ) و شکسپیر انگلیسی^۴ (۱۶۱۶-۱۵۶۴ م، ۹۹۵-۹۴۳ خ) هر دو در یک سال به دنیا آمدند. گالیله فرزند یک موسیقیدان بود. فعالیت کرسی ریاضیات را در دانشگاه پادوا، مهم‌ترین دانشگاه ایتالیایی، داشت که در سراسر سده شانزدهم میلادی مرکز آموزش‌های علمی و منزلگاه سلسله‌ای از فیلسوفان بود که نوشته‌هایشان درباره منطق سهمی مهم در مبانی

1. Giordano Bruno
2. Karl Popper
3. Galileo di Vincenzo Bonaiuti de Galilei
4. William Shakespeare
5. Aristotle
6. Isaac Newton
7. Georg Friedrich Bernhard Riemann

8. Endlessness
9. Infinity
10. Carl Friedrich Gauss
11. Archimedes
12. Farkas Bolyai
13. Nikolai Ivanovich Lobachevsky
14. Immanuel Kant

قربانی نمودن یک انسان برای خدایان و بیرون در آوردن قلب او مهم‌ترین بخش آیین عبادی آرتکیان بود. آنان نیز مانند ساکنان سه‌هزار سال پیش از میلاد میان‌رودان بر این باور بودند که خدایان باعث بیماری‌ها هستند، دارو و درمان پزشکی تنها مسکن بودند و باید خدای مربوط را تشویق و راضی می‌کردند تا بیماری درمان شود (۱۰).

قرن‌ها پیش در چین، وانگ چونگ (۲۷ تا ۹۷ م، دوران اشکانیان) که شکاک بزرگ‌شده در میان کنفوسیوس‌ها بود، در کتاب «سخنان سنگین در ترازو» به باورهای خرافی رایج درباره ارواح و ارواح خبیثه تاخته بود. چونگ انسان را به خاطر هوش برترش نسبت به دیگر موجودات ارج می‌نهاد ولی مقام منحصر به فردی برای او قائل نبود و او را مرکز همه چیز نمی‌دانست. بلکه، جایگاه انسان را در زمین با شپشی برابر می‌نهاد که لابلای پوشاک‌ها زندگی می‌کند. چونگ این باور را شمتات و رد می‌کرد که توفان‌ها و بلایای طبیعی توبیخ‌های آسمانی هستند. بلکه، چنین اختلال‌هایی را نتیجه آن می‌دانست که امپراتور و مقاماتش سیاست‌های غلطی در پیش گرفته، وظایف خود را به درستی به‌جای نمی‌آورند. آسمان با وقوع آن مصیبت‌ها این واقعیت‌ها را نشان می‌داد. انباشت تجربه و ارتباط منطقی تجربیات نگرش تازه‌ای اندک‌اندک شکل گرفت که رویدادهای طبیعی را برآمده از علت‌های طبیعی می‌دانستند. برای نمونه، رعد دیگر نشانه خشم خدایی مردوک دانسته نمی‌شد، بلکه نیرویی کور بود که هیچ ارتباطی با ماورا الطبیعه نداشت (۱۰). گالیله برای نخستین بار درک کرد که دانش علمی با این علت‌یابی‌ها و تعیین دلایل رخدادها راهی به پیش نمی‌برد. او کوشید هر آنچه را که می‌شد اندازه گرفت، اندازه بگیرد؛ راهی و روشی برای اندازه‌گیری هر آنچه بیابد که تا آن زمان اندازه‌گیری نشده بودند و به جای آن غایت‌اندیشی‌ها، پدیده‌ها را به زبان ریاضی و کمی بیان کند. رهیافت کمی گالیله در برخورد با مسائل به فیزیولوژیست‌ها، روانشناسان و زیست‌شناسان کمک کرد تا رمالی، طالع‌بینی، روح، ذهن، جان، مزاج و دیگر روش‌ها و مفاهیم گنگ و نا روشن را کنار بگذارند و با روش علمی به جستجوی پاسخ مسائل خود بپردازند (۱). گالیله گفت: «انجیل راه رفتن به بهشت را نشان می‌دهد، نه روال کار گردون را» (۱۰). به گفته او طبیعت به رمز نوشته شده و ریاضیات کلید این رمز است (۹). ایجاد «نظریه علمی» ابتکار گالیله بود (۱).

روح جستجو در آن دوران چنان در بند بود که وقتی گالیله با تلسکوپ کوچک خود چهار ماه مشتری را دید، برخی دانشمندان و مذهب‌پوستان حاضر نشدند با ابزار گالیله به آسمان نگاه کنند و آن اجسام و کشف گالیله را با چشم خود ببینند. آنانی هم که خطر می‌کردند

داخلی مثلث برای همگان قابل تجسم و درک‌شدنی است. مجموع زوایای داخلی مثلث در هندسه اقلیدسی برابر ۱۸۰ درجه، اما در هندسه ناقص اقلیدسی ریمان بیش از ۱۸۰ درجه است. در هندسه اقلیدسی خطوط عمود بر یک خط با هم موازی هستند، اما در هندسه ریمانی خطوط عمود بر یک خط در یک نقطه به هم می‌رسند. کافی است به وضعیت نصف‌النهارهای عمود بر مدارهای زمین و مجموع زوایای مثلث‌هایی که پدید می‌آیند توجه شود (شکل ۱). ریمان ریاضیدان نشان داد در تمام مدتی که کانت و همه آدمیان هندسه اقلیدسی را باور داشتند، درواقع «بر» و نه «در» دنیای نا اقلیدسی زندگی می‌کردند. این موارد تنها تغییر نگرش و چشم‌انداز ما از هستی به یمن ریاضی نیستند. بدون ریاضیات نظریه نسبیت را هم نداشتیم و همچنان فیزیک نیوتنی را بی‌نقص و خلل می‌دیدیم. ما رنه دکارت^۱ فرانسوی (۱۶۵۰-۱۶۹۶ م، ۱۰۲۹-۹۷۵ خ) را بیش‌تر با جمله معروف «می‌اندیشم، پس هستم» می‌شناسیم. او از خود پرسید انسان چگونه می‌تواند این همه چیز بداند؟ و به این نتیجه رسید که ریاضیات قوی‌ترین ابزار در میان ابزارهایی است که انسان برای شناخت و درک هستی داشته است (۱).



شکل ۱. در کره‌ای مانند کره زمین، خطوط عمود بر یک خط با هم موازی نیستند. همچنین، مجموع زوایای یک مثلث با اضلاع منحنی روی یک کره بیش از ۱۸۰ است.

در اروپای قدیم که در سلطه قدیس آکویناس^۲ ایتالیایی (۱۲۲۴-۱۲۲۵ م، ۶۵۳-۶۰۴ خ) از پیروان ارسطو بود، به پرسش چرایی رخ‌دادن رویدادها با تعریف غایت آن پدیده‌ها پاسخ می‌دادند. برای نمونه، افزایش سرعت جسم در حال سقوط را به شادمانی جسم در نتیجه نزدیک و نزدیک‌تر شدن به خانه‌اش تفسیر می‌کردند؛ گویی باران برای آبیاری محصولات کشاورزی انسان می‌بارید. زیرا غایت محصولات کشاورزی تغذیه انسان و غایت زندگی انسان هم خدمت به خداوند و پرستش او است (۱). در فرهنگ میان‌رودان (بین‌النهرین)^۳ این باور بود که خدایان سیاره‌ها، ستارگان، ماه و خورشید را برای استفاده بشر در آسمان گذاشته‌اند. در مذهب آرتکی خورشید باید با خون آدمیزاد تغذیه می‌شد تا آسمان ناپدید نشود.

1. René Descartes
2. Tommaso d'Aquino

3. Mesopotamia

ریاضیات را به کار گرفت. اما، زنی که در ارزیابی او بالاترین نمره را به دست آورده بود، حکم مبتنی بر ریاضیات و افتخار همسری کپلر ریاضیدان، اخترشناس و فیلسوف طبیعی را نپذیرفت! کپلر را به لطف سه قانون حرکت سیاره‌ای «قانون‌گذار آسمان» می‌نامند. رنه دکارت فرانسوی -گوینده «می‌اندیشم، پس هستم»- پس از آگاهی از تفتیش افکار گالیله، دفاع از نظریه جدید خورشیدمرکزی را رها کرد و یکی از آثار خود را که در این زمینه بود از بین برد. این نظریه خلاف منافع رهبران مذهبی و متفکران آن دوران بود (۱). البته، ستیز با علم تنها مختص اروپای آن زمان نبود. الغیبی پادشاه ایرانی، نوه تیمور جهانگشای، تحصیلات عالی (در سال ۱۴۲۰ م - ۷۹۸ خ) و رصدخانه‌ای (در سال ۱۴۲۴ م - ۸۰۲ خ) را با بزرگ‌ترین سدس زمان خود ساخته بود. او به جای کشورگشایی به علم عشق می‌ورزید و به زندگی فرهنگی سمرقند جان می‌بخشید ولی تلخکامانه در سوقصدی جان باخت و سنت علمی سمرقند با مرگ او به تاریکی رفت. آن رصدخانه هم در قرن شانزدهم به دست متعصبان مذهبی ویران و با خاک یکسان شد (۱۰).

شایسته و بایسته است اگر نبرد برای حق دفاع از مکتب خورشیدمرکزی را حیاتی‌ترین نبرد تاریخ، یعنی نبرد برای آزادی اندیشه و بیان انسان، ببینیم. از دید قدیس آگوستینوس^۵ (۳۵۴-۴۳۰ م، دوران ساسانیان)، اهل کارتاژ در شمال آفریقا، یک مسیحی کامل از ریاضیدان‌ها دوری می‌کند. زیرا، ریاضیدان‌ها را هم‌پیمان‌های شیطان می‌دانست که روان انسان را تباه و دوزخی می‌سازند. اگرچه، در نگاهی منصفانه به تاریخ، باید بپذیریم گاهی برخی دانشمندان، از جمله ریاضیدان‌ها، هم می‌توانند مانند بسیاری از مردمان بی‌انصاف، تنگ‌نظر و بی‌منطق باشند و با انکار، بدخواهی و تمسخر به نوآوری و ابتکار بتازند. برای نمونه، هنری پوانکاره فرانسوی^۶ (۱۸۵۴-۱۹۱۲ م، ۱۲۹۱-۱۲۳۳ خ)، که از بنام‌ترین ریاضیدان‌های پایان قرن نوزدهم بود، کتاب «نظریه مجموعه‌ها»، اثر ارزشمند گئورگ کانتور^۷ (۱۸۴۵-۱۹۱۸ م، ۱۲۹۷-۱۲۳۴ خ) را یک بیماری معرفی کرده بود. کانتور در نتیجه حملات ناجوانمردانه همکارانش نسبت به خود دچار شک و دو دلی شد و در نتیجه افسردگی گرفتار افت عقلی و دیوانگی شد. ریاضیدان‌ها اکنون از نبوغ کانتور در تعریف «اصل تناظر یک‌به‌یک» برای حل مساله‌ی بی‌نهایت آگاه هستند. کانتور آزادی را جوهر ریاضیات می‌دانست (۱). نمونه‌های این چنینی نشان می‌دهد دانشمندان و ریاضیدان‌هایی هم هستند که مانند بسیاری ممکن است حسود، کینه‌توز و بدخواه باشند که جسارت، شهامت و توان ترک عادات فکری پیشین را ندارند، به ویژه اگر این عادات دیرپای و چند هزارساله باشند.

و این کار را می‌کردند، آنچه را با دو چشم خویش می‌دیدند باور نمی‌کردند. دفاع از نظریات گالیله به خاطر برخوردهای تعصب‌آمیزی که می‌شد، بسیار خطرناک بود و خطر گرفتارشدن به سرنوشت برونو را به همراه داشت. برونو بنا به فرمان دستگاه تفتیش افکار با منتها درجه عطف و رحمت و بدون ریختن حتی یک قطره خون به مرگ محکوم شد. منظور از این نهایت رحمت، زنده‌زنده سوزاندن زندانی در شعله‌های آتش بود. گالیله در سال ۱۶۳۲ م (۱۰۱۰ خ)، برای خوشایند کلیسا و گذشتن از تیغ سانسور، درآمدی بر کتاب «محاوَره درباره دو منظومه بزرگ جهان» خود که در آن آموزه‌های زمین‌مرکزی و خورشیدمرکزی را مقایسه کرده بود، افزود و نوشت نظریه خورشیدمرکزی تنها برآمده از تخیل است. دستگاه تفتیش افکار کلیسای کاتولیک روم گالیله را با تهدید به شکنجه واداشت تا اعتراف کند که «در خطا بودن نظام کوپرنیکی تردیدی نمی‌توان داشت، به ویژه از طرف ما کاتولیک‌ها...». کوپرنیک^۱ در لهستان (۱۴۷۳-۱۵۴۳ م، ۹۲۲-۸۵۲ خ) به دنیا آمده بود و در ۱۵۱۲ م (۸۹۱ خ) به کشیشی کلیسای جامع فرائنبورگ برگزیده شده بود. او بیش‌تر سی‌ویک سال پایانی عمر خود را در برج آن کلیسا با چشمان غیرمسلح به رصد دقیق سیارات پرداخت. ستاره‌شناسی در زمان کوپرنیک تقریباً به همان شکل بطلمیوسی باقی مانده بود. کوپرنیک خورشید را جایی گذاشت که بطلمیوس^۲ (۱۰۰-۱۷۰ پم، دوران اشکانیان) و ابرخس^۳ (۱۲۰-۱۹۰ پم، دوران اشکانیان) یونانی زمین را گذاشته بودند. فرضیات و دیدگاه نادرست بطلمیوسی آن اندازه ادامه یافت تا در قرن هفدهم و در اروپا دیدگاهی تازه بیان شود: کوپرنیک فرضیه «خورشیدمرکزی» را بیان نمود. با آن‌که پاپ کلمنس ششم، نوشته‌های او را تایید و با چاپ کتابش موافقت کرده بود، کوپرنیک شتاب نکرد. مبادا با توجه به کوتاه بودن دوران تصدی پاپ‌ها، پاپی مرتجع جایگزین پاپ آزادی‌خواه بشود. ده سال بعد، رتیکوس، یکی از دوستان کوپرنیک، کتاب او را چاپ کرد. کتاب زمانی به دست کوپرنیک رسید که دچار فلج ناشی از سکنه شده و چندی بعد در ۱۵۴۳ م (۹۲۲ خ) درگذشت، بی‌آن‌که بهبود یافته باشد. چه بسا او هرگز کتاب خود را نخواند. تصور آن‌چه در ذهن و قلب کوپرنیک می‌گذشت نباید سخت باشد اگر بدانیم او تنها ریاضیدان‌ها را مخاطب خود قرار می‌داد، شاید با این امید و انتظار که ریاضیدان‌ها سخنان او را درمی‌یابند (۱).

پنجاه سال بعد، یوهان کپلر^۴ آلمانی (۱۵۷۱-۱۶۳۰ م، ۱۰۰۹-۹۵۰ خ) کار ناتمام کوپرنیک را به پایان رساند. او هم که مانند کوپرنیک پیشه کشیشی داشت، ستاره‌شناسی، علم و ریاضیات را با عرفان و الهیات در هم آمیخت. او حتی برای انتخاب همسر شایسته

1. Nicolaus Copernicus
2. Claudius Ptolemy
3. Hipparchus
4. Johannes Kepler

5. Saint Augustine
6. Henri Poincaré
7. Georg Cantor

اعلامیه استقلال علمی را به راستی و درستی باید مجموعه‌ای از قضایای ریاضی ببینیم. امروز هیچ فرضیه علمی، حتی اگر یک مورد ناسازگاری وجود داشته باشد، قابل دفاع نیست. در گذشته‌های دور اما این گونه نبود. اگر نظریه‌ای با همه دیده‌ها و یافته‌ها (فکت‌ها) جور نبود، بدا به حال فکت‌ها! فکری به حال آن‌ها می‌بایست کرد. هیچ یک از دیگر آفریده‌های ذهن انسان نتوانست مانند صدها «برهان عقلی» درست ثابت کند که تا چه حد می‌توان تنها به کمک استدلال به شناخت رسید. بشر توانایی خرد ورزی را به لطف استنتاج‌های گسترده و عمیق آموخت. به باور کلاین، همین نقطه، سرآغاز ورود خرد به تمدن غرب است (۱). البته، از دید کلاین لازم است بین علم و ریاضیات تمیز بگذاریم: علم در جستجوی حقیقت‌های دنیای فیزیکی است ولی ریاضیات در واقع چراغ راهنمای علوم است و پیوسته علوم را در رسیدن به موقعیتی که در تمدن کنونی ما دارند کمک کرده و می‌کند.

دکارت، گالیله و نیوتن هدف علم را یافتن قانون‌های ریاضی طبیعت می‌دانستند. داوینچی گفته است: «هیچ یک از تحقیقات آدمی را نمی‌توان علم نامید مگر آن که راهش از بیان و اثبات ریاضی بگذرد» و «ذهن تنها با محکم چسبیدن به ریاضیات می‌تواند به سلامت در هزارتوی تفکر غیر مادی نفوذ کند». افزون بر داوینچی، بسیاری از بزرگان هنر مانند برونلسکی^۳ (۱۴۴۶-۱۳۷۷ م، ۸۲۵-۷۵۶ خ)، بنیان‌گذار علم نقاشی و سیستم‌های علمی پرسپکتیو، میکل آنژ^۴ (۱۵۶۴-م، ۹۴۳-۸۵۴ خ) و رافائل^۵ (۱۵۲۰-۱۴۸۳ م، ۸۹۹-۸۶۲ خ) که همگی ایتالیایی بودند، می‌دانستند هنر تنها مدیون تخیل فرد نیست، بلکه از قوانین علمی هم پیروی می‌کند. آن‌ها رنج‌های گرانی بردند تا بتوانند عناصر علم را در کار خود به نمایش در بیاورند و ریاضیات را در هنر خود به کار ببرند (۱).

ویژگی مهم ریاضیات زبان نمادین آن است. همانگونه که نمادها و نشانه‌ها در موسیقی برای نشان دادن صدا و ایجاد ارتباط بین صداها به کار می‌روند، در ریاضیات هم روابط کمی و شکل‌های فضایی- مکانی به زبان نمادها بیان می‌شوند (۱). خوارزمی^۶ مهم‌ترین ریاضیدان قرن نهم م (دوم و سوم خ) در رساله خود در ریاضیات عملی نشان داد که «چه چیزی در حساب از همه آسان‌تر و سودمندتر است». اما، او در کتاب خود هیچ نشانه‌ای از نشانگان ریاضیات که ما می‌شناسیم به کار نبرد. او ریاضیاتش را با واژگان بیان می‌کرد (۱۰). ویلیام اوترد^۷ (۱۵۷۴-۱۶۶۰ م، ۱۰۳۹-۹۵۳ خ)، که مدتی دستیار آموزشی کالج سلطنتی انگلستان بود و پس از آن کشیش شد، در کتاب «حل المسائل ریاضیات» خود به ضرورت استفاده از نمادهای استاندارد برای شناسایی کمیت‌ها و

نظریه خورشید مرکزی در گذر زمان به ابزار قوی مبارزه با سرکوب آزاداندیشی تبدیل شد. تردیدی نیست که تاریخ آزادسازی علم از چنبره الهیات با همین جدل آغاز می‌شود. بشر مسیری بسیار طولانی و خون‌چکان پیمود تا بدین جدل برسد و آن را پشت سر بگذارد. برای نمونه، کاهنان مصری دانش حرکت اجرام آسمانی و ریاضیات را بلد بودند، ولی برای آن‌که کشاورزان بیچاره را بدوشند، آن را آگاهانه از مردم پنهان می‌کردند. آنان با کمک ریاضیات، زمان دقیق طغیان نیل را پیش‌بینی می‌کردند، ولی چنان رفتار می‌کردند گویی آسمان درباره زمان وقوع رویدادها تصمیم می‌گرفت. دانایی به علوم و ریاضیات از دیرباز تا کنون یک توانایی ارزشمند بوده است. کاهنان همه دانش‌ها از جمله ریاضی را به نفع خود مصادره می‌کردند. نادانی ترس می‌آفریند و مردمی که بترسند برای قوت قلب دست به دامن رهبران خود می‌شوند و از آنان راهنمایی می‌خواهند. در نتیجه، کاهنان می‌توانستند قدرت خود را تضمین و حاکمیت خود را بر مردم نادان و هراسیده تحمیل کنند (۱).

نمی‌دانم حرکت تمدن بشری را در گذر تاریخ در کدام دستگاه مختصات و با کدام معادله می‌توان نشان داد، اما، با کلاین هم‌باورم آنانی که از آزادی‌هایی برخوردارند که به تازگی در تمدن غرب به دست آمده است و نیز کسانی که این آزادی‌ها را از دست داده‌اند، نباید ارزش گرانبهای نبرد را برای پیش‌برد نظریه خورشید مرکزی از یاد ببرند. نباید هرگز از یاد ببریم که به مردان و زنان نابغه و دلیری مدیون هستیم که چنین نبرد خون‌چکان و خطرناکی را آغاز نمودند. بسیار خوش‌بختیم که همان آتش‌هایی که شهیدان راه آزاد اندیشی را در خود سوزاند، تاریکی نادانی و تعصب سده‌های میانه را هم از میان برداشت. اعتراض‌ها به ممانعت کلیسا از تفکر، تجربه و آزمایش و نبرد برای استقرار نظریه خورشید مرکزی از فشار خفه‌کننده کلیسا بر فکر مردم کم و آن را ضعیف کرد. با آن‌که پروتستان‌ها می‌کوشیدند تا در هم‌وردی با آموزه‌های کاتولیکی تفسیرهای عقلانی از کتاب مقدس داشته باشند، اما لوتر^۱ آلمانی (۱۴۸۳-۱۵۴۶ م، ۹۲۵ - ۸۶۲ خ) عقل را «فاحشه شیطان» می‌نامید. سرانجام، معلوم شد که زور استدلال‌های ریاضی بر استدلال‌های الهیاتی می‌چربد و در نهایت نبرد برای آزادی اندیشه، سخن و نوشتن به پیروزی رسید (۱).

اندیشه «بازگشت به طبیعت» یکی از آموزه‌های ایجابی مهم دوران رنسانس (قرن‌های ۱۵ و ۱۶ م، قرن‌های هشتم و نهم خ) است. دکارت و فرانسیس بیکن^۲ انگلیسی (۱۶۲۶-۱۵۶۱ م، ۱۰۰۵-۹۴۰ خ)، که پدر علم تجربی شناخته می‌شود، با جسارت بسیار رویای سیطره بر طبیعت را مطرح و برای دستیابی به آن تلاش کردند. برای دانشمندان دوران رنسانس، ریاضیات کلید رفتار طبیعت بود.

1. Martin Luther

2. Francis Bacon

3. Filippo di ser Brunellesco di Lippo Lapi

4. Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni

5. Raffaello Sanzio da Urbino

6. Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi

7. William Oughtred

بعد از این وادی توحید آیدت
 منزل تفرید و تجرید آیدت
 روی‌ها چون زین بیابان درکنند
 جمله سر از یک گریبان برکنند
 گر بسی بینی عدد، گر اندکی
 آن یکی باشد درین ره در یکی
 چون بسی باشد یک اندر یک مدام
 آن یک اندر یک، یکی باشد تمام
 نیست آن یک کان احد آید ترا
 زان یکی کان در عدد آید ترا
 چون برونست از احد وین از عدد
 از ازل قطع نظر کن وز ابد
 چون ازل گم شد، ابد هم جاودان
 هر دو را کی هیچ ماند در میان
 چون همه هیچی بود هیچ این همه
 کی بود دو اصل جز پیچ این همه

فیثاغورسیان سهم به سزایی در برنامه عقلانی کردن طبیعت با یاری ریاضیات داشتند، اما، در عین حال رویکردهایی وسواسی، بی‌پایه و غیر علمی هم به اعداد داشتند^۲. پس از فیثاغورس^۳ (سده ششم پم، پیش از مادها در ایران باستان)، افلاطون پیشاهنگ فیثاغورسیان بود که مانند آنان باور داشت تنها با ریاضیات می‌توان به واقعیت و نظاممندی جهان فیزیکی دست یافت، زیرا «خداوند پیوسته هندسه می‌ورزد». افلاطون توصیه می‌کند که شهریار- فیلسوفان آینده باید از بیست تا سی سالگی به مدت ۱۰ سال در پژوهش علوم دقیقه یعنی حساب، هندسه مسطحه، هندسه فضایی، ستاره‌شناسی و موسیقی آموزش ببینند (۱).

از دوران اسکندرانی به بعد، پزشکان برجسته و نامدار از جمله جالینوس یونانی^۴ (۲۱۶-۱۲۹ م، دوران اشکانیان) باور داشتند که راه درست درمان بیماری‌ها را می‌توان با مطالعه ستارگان پیدا کرد. تا مدت‌ها، ریاضیدان‌ها و پزشکان با انگیزه و اشتیاق بسیار و برپایه ترجمه‌های عربی جعلی و واقعی از آثار ارسطو می‌کوشیدند تا همبستگی میان حرکت و موقعیت ستارگان و سیاره‌ها را در آسمان با رفتار بدن انسان و رویدادهای انسانی پیدا کنند. در واقع، پزشکان دوران باستان بیش‌تر طالبین و ریاضیدان بودند تا آنکه

اعمال ریاضی تاکید کرد. از میان ۱۵۰ علامتی که اوترد ابداع کرد، اکنون تنها علامت ضرب در سطح جهانی شناخته شده است. یکی از نخستین کارهای ریاضیاتی او ساختن ساعت‌های آفتابی بود. او همیشه سیخی با خود داشت که با آن صفحه ساعتی روی خاک می‌کشید و اعداد روی صفحه را هم با رقم‌های رومی (I-XII) نشان می‌داد (۵). زبان دقیق ریاضیات چه بسا موجب سردرگمی و گیجی کسانی می‌شود که به شکل آن عادت ندارند. اما، با همین زبان نمادین است که می‌توان با ایده‌هایی کار کرد که اگر با زبان معمولی گفته و نوشته شوند، دردسر آفرین و فهم ناشدنی خواهند بود (۱).

به گفته کلاین، ریاضیات به بهترین صورت در تمدن‌هایی شکوفا می‌شود که آزادی اندیشه نامحدودی به ذهن می‌دهند، حتی اگر یافته‌های ذهنی راه حل فوری مسائل انسان و دنیای او نباشند، تمدن‌هایی که تمایل به یکی شدن با دنیای طبیعت دارند. او حضور یا غیاب آفرینش‌های ریاضی را شناسه فرهنگ هر تمدن می‌داند و رومیان را گواه ادعای خود می‌آورد: «رومیان در تاریخ ریاضیات تنها یک بار ظاهر می‌شوند و آن هم برای به تاخیر انداختن پیشرفت آن». ارشمیدس، بزرگ‌ترین ریاضیدان و دانشمند یونانی در سال ۲۱۱ پم (هم‌زمان با دوران اشکانیان در ایران)، غرق در مطالعه شکلی هندسی بود که بر شن کشیده بود که سربازان رومی به‌ناگاه بر او حمله آوردند و او را کشتند. آلفرد نورث وایتهد^۱ (۱۹۴۷-۱۸۶۱ میلادی، ۱۳۲۶-۱۲۳۹ خورشیدی)، فیلسوف و ریاضیدان انگلیسی، رومیان را نژاد بزرگی می‌دید که از سر عمل‌زدگی دچار نفرین سترونی شدند. تمام پیشرفت آن‌ها محدود به امور جزئی و کم‌اهمیت در مهندسی می‌شد، زیرا خیال‌پردازی لازم را برای ساخت پایگاه‌های نظری نوین و بهبود دانش پدران خود نداشتند. هیچ رومی به این دلیل زندگیش را از دست نداد که غرق تفکر در یک نمودار ریاضی باشد (۱).

مرگ ارشمیدس برایم یادآور مرگ عطار نیشابوری (۶۰۰-۵۲۴ خ، ۱۲۲۱-۱۱۴۵ م)، داروساز، عارف و شاعر نامدارمان است که مانند ارشمیدس در حمله دشمنان (مغولان) به کشورش کشته شد. کشته شدن عطار شاید بی‌ارتباط به این نوشتار به چشم بیاید، اما شعر «بیان وادی توحید» او از منطق‌الطیر (۱۱) با زبان اعداد سروده شده است:

1. Alfred North Whitehead

۲. برای نمونه، عدد یک برایشان به معنای دقیق کلمه عدد نبود ($1 \times 1 = 1$)، زیرا که وحدت با کمیت فرق دارد؛ با این حال، عدد یک را نماد عقل می‌دانستند، زیرا تنها عقل می‌تواند کل به هم پیوسته و سازگاری را بیافریند. عدد دو هم هویت باور و عدد چهار نماد عدالت بود، زیرا نخستین عددی است که حاصل ضرب برابر هاست (2×2). عدد پنج، که حاصل جمع نخستین عددهای فرد و زوج است، ازدواج را نمایندگی می‌کرد. عدد هفت نشانه تندرستی و عدد هشت نماد عشق و دوستی. همه عددهای فرد مذکر (نماینده خیر) و همه عددهای زوج مؤنث (نماینده شر) بود و (صفحات ۴۶، ۸۸ و ۸۹ را ببینید، م، کلاین، ۱۳۸۸).

3. Pythagoras

4. Aelius Galenus or Claudius Galenus

۳. زیست‌شناسی، تکامل، اندازه

زیست‌شناسی شاخه‌های بسیار گسترده و گوناگونی دارد که هر کدام، مستقیم و یا غیر مستقیم، از ریاضی بهره مند بوده‌اند. در این مقاله، به موضوعات محدودی از زیست‌شناسی و تأثیری که از ریاضیات پذیرفته است پرداخته می‌شود. اصلاح تلسکوپ و میکروسکوپ در نتیجه مطالعات انجام گرفته ریاضی و فیزیکی در زمینه نور به معنای راستین کلمه درچه‌های دنیای جدیدی را برای زیست‌شناسان گشود و کمک کرد تا فیزیولوژیست‌ها و روانشناسان برای یافتن پاسخ مسائل خود دیگر در پی رمالی، طالع‌بینی، روح، ذهن، مزاج و مفاهیم این‌چنینی نباشند. برای تحلیل طبیعت با قوانین ریاضی چه باید کرد؟ چه پدیده‌هایی را باید برای پژوهش برگزید؟ کدام مفهوم‌های بنیادین زیست‌شناسی را می‌توان با زبان ریاضی بیان نمود؟ یکی از خلاقانه‌ترین و اثرگذارترین کاربردهای ریاضیات و آمار را در مطالعات گرگور یوهان مندل^۴ (۱۸۸۴-۱۸۲۲ م، ۱۲۶۳-۱۲۰۱ خ) در زیست‌شناسی می‌بینیم. مندل اهل اتریش-چک و کشیش صومعه بود که به سال ۱۸۶۵ م (۱۲۴۳ خ) با آزمایش‌های دقیق و زیبایی که روی نخودهای دورگه (هیرید) انجام داد، علم وراثت را بنا نهاد.

بنا به تئوری جورج گامو^۵ (۱۹۶۸-۱۹۰۴ م، ۱۳۴۷-۱۲۸۳ خ)، دانشمند آمریکایی روسی‌الاصل، مهبانگ ۱۳٫۸ میلیارد سال پیش رخ داد. اما، ۹٫۲ میلیارد سال طول کشید، یعنی، حدود ۴٫۶ میلیارد سال پیش، تا غبار و صخره‌های فضایی که به دور خورشید ما می‌چرخند، به یک توپ نسبتاً بزرگ تبدیل شوند که زمین زیر پای ماست. به بیان دیگر، سن سیاره ما تا جایی که می‌دانیم یک سوم سن کیهان است (۱۲).

اتم‌های کربن، اکسیژن و نیتروژن موجود در آب و پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و غشای سلولی میلیاردها ساله هستند. تعداد اتم‌های هیدروژن در بدن انسان تقریباً ۷۰ درصد کل اتم‌ها است. اتم‌های هیدروژن در بدن ما ۱۳٫۸ میلیارد سال، به اندازه سن جهان، قدمت دارند و بقیه اتم‌ها بیش از پنج میلیارد سال پیش در ستاره‌ها ساخته شدند. زندگی روی زمین آن اتم‌ها را از کیهان برای زمانی کوتاه وام می‌گیرد و سپس آن‌ها را پس می‌دهد (۱۲).

ماه زیبا نزدیک ۴٫۵ میلیارد ساله است. حدود ده میلیارد سال که از مهبانگ گذشت، بین ۴٫۵۷ تا ۳٫۴۶ میلیارد سال پیش، تب‌وتاب زمین فرو نشست و دمایش به اندازه‌ای رسید که نخستین نشانه‌های زندگی روی زمین دیده شد. حدود ۴٫۳ میلیارد سال پیش یک اقیانوس جهانی وجود داشت. این دوره زمینی که دوران باستانی^۶ نامیده می‌شود، برای تکامل فرآیندهای شیمیایی کافی بود.

بدن انسان را مطالعه کنند (۱). در فرهنگ میان‌رودان (هزاره سوم پ.م)، بیماری‌ها ریشه آسمانی داشتند و ناخوشی‌ها را نیز مانند هر پدیده دیگری آفریده خدایان می‌دانستند. از این رو، انواع وردها و نفرین‌ها برای کمک به دامپزشک و پزشک‌ها کاربرد داشتند، پزشک با خواندن نیت خدایان دلیل بیماری را می‌یافت و باید با آرام کردن خدای مسبب بیماری آن بیماری را درمان می‌کرد. جایگاه اجتماعی شخص درمانگر در میان‌رودان مقامی درباری نبود، بلکه هم‌طبقه فال‌بینان، مسافرخانه‌داران و نانویان بود (۱۰).

تا صدها سال دو واژه پزشک و عالم علم جبر مترادف هم بودند. برای نمونه، در رمان دن کیشوت (اثر نویسنده اسپانیایی میگل سروانتس ساآودرا^۱ (۱۶۱۶-۱۵۴۷ م، ۹۹۵-۹۲۶ خ) می‌بینیم یک جبردان را برای بستن زخم‌های سامسون کاراسکو فرا می‌خوانند، هنگامی که از اسب به زمین افتاد. گالیله به دانشجویان رشته پزشکی ستاره‌شناسی می‌آموخت تا بتوانند آن را در طالع‌بینی و درمان بیماری‌ها به کار ببندند (۱). کلدانیان (۶۱۲-۵۳۹ پ. م، اواخر ماد و آغاز هخامنشیان) باور داشتند که آرایش ستارگان و افلاک هنگام زاده شدن فرد هم ویژگی‌های شخصی او و هم آینده و سرنوشت او را نشان می‌دهند (۱۰). در ابتدای سده‌های میانه (قرون وسطی- سده‌های پنجم تا پانزدهم میلادی در اروپا)، واژه ریاضیات در تمایز با هندسه به معنای طالع‌بینی به کار می‌رفت و استاد طالع‌بینی را ریاضی‌چی^۲ می‌نامیدند. طالع‌بینی در آن زمان امری خرافی نبود که تنها آدم‌های ساده‌لوح و احمق باور داشته باشند، بلکه علمی بود که اصول آن با همان جدیتی مورد پذیرش همگان بود که اصول کوپرنیکی و قانون جاذبه در قرن نوزدهم (۱).

امروزه، علم نظامی سخت در نظر و عمل است. نظامی چنان سخت و دقیق که در آن فرضیات غیر قابل اثبات پذیرفته نمی‌شوند، خلاف باورهای شبه‌جادویی که حاصل پژوهش‌های منظم نظری یا عملی نیستند (۱۰). تلخکامانه، اکنون در جامعه ایرانی می‌بینیم که چنین موضوعاتی به صورت رسمی و غیر رسمی تبلیغ می‌شوند. برای نمونه، جستجوی نگارنده در تاریخ یکم اردیبهشت ۱۴۰۲ (روز سعدی) نشان داد کتاب راز (نوشته راندا برن) در گروه روانشناسی و فلسفه دسته‌بندی شده، و چاپ بیستم آن با قیمت چهل و یک هزار تومان به فروش می‌رسد. همچنین، انواع و اقسام کتاب‌های طالع‌بینی با اعداد، هندی و چینی را هم می‌توان با یک جستجوی ساده در گوگل یافت. البته، ستیز با عقلانیت محدود به طالع‌بینی نیست. جان لینهان^۳ در فصل آخر کتاب «علم در عمل» (۵) با عنوان حماقت و غرور به نمونه‌هایی جدید و قدیم، مانند هندسه الهی، جادوگری علمی، ادراک فراطبیعی و فرا روانشناسی اشاره کرده است.

1. Miguel de Cervantes Saavedra
2. Mathematicci
3. John Linehan

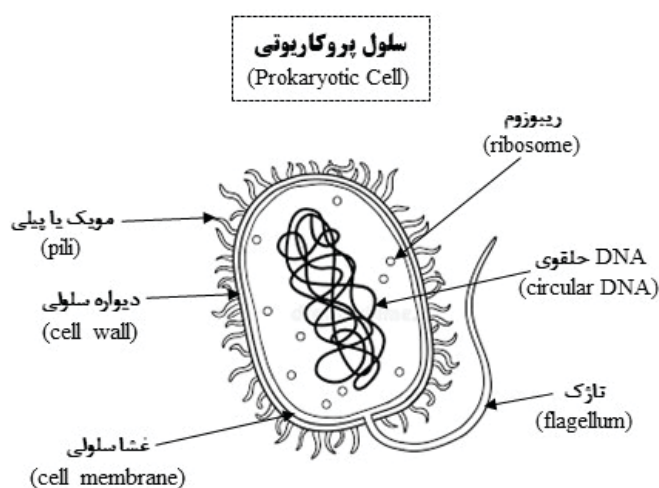
4. Gregor Johann Mendel
5. George Gamow
6. Archæan

انباشته شد. موجودات هوازی مانند ما برای زندگی به اکسیژن نیاز دارند. بنابراین، با انباشت اکسیژن در اتمسفر گامی مهم در تکامل موجودات پرسلولی برداشته شد (۱۲).

زندگی روی زمین کاملاً به آب وابسته است. زمین در آغاز بسیار داغ بود و یک اقیانوس کامل از بخار آب در جو آن وجود داشت. در نقطه ای، به احتمال ۴,۳ میلیارد سال پیش، زمین تا دمایی سرد شد که در آن آب می‌توانست به صورت مایع وجود داشته باشد و یک اقیانوس جهانی را بسازد. بررسی فرضیه‌هایی که می‌گویند آب از کجا آمد، فراتر از حوصله و وقت این مقاله است. جو آغازین بیش‌تر از گاز نیتروژن با کمی دی‌اکسید کربن ساخته شده بود و چون فتوسنتز هنوز آغاز نشده بود، هیچ اکسیژن آزادی وجود نداشت (۱۲). تقریباً ۲,۴ میلیون سال پیش، با انباشت اکسیژن آزاد در اقیانوس‌ها، سلول‌های یوکاریوتی تکامل یافتند، سلول‌هایی که دور مواد ژنومی آن‌ها هسته ای دارای غشا وجود دارد (۱۴، ۱۵) (شکل ۲). نزدیک به ۸۵۰ میلیون سال پیش، پس از تجمع اکسیژن آزاد در اتمسفر، موجودات چند سلولی (متازوئا) با ساختارهای پیچیده و وابسته به اکسیژن تکامل یافتند. شاید ۷۰۰ میلیون سال پیش، نخستین جانوران تکامل یافتند. البته، آن‌ها جانورانی که ما اکنون می‌شناسیم نبودند. آن‌ها نه پا، چشم، باله، شاخک یا آنتنی داشتند، نه سیستم گردش خون، عصبی و گوارشی، و نه هیچ یک از ویژگی‌های فیزیکی بی‌شمار دیگری که در بیش‌تر جانوران می‌بینیم. اما، آن‌ها غذا را هضم می‌کردند. نخستین گام بزرگ در تکامل جانوران این بود که استفاده از انرژی خورشیدی کنار گذاشته شد و به جای آن به دیگر موجودات به چشم منابع انرژی نگاه کردند (۱۵): تکامل گیاهخواران و گوشتخواران آغاز شد.

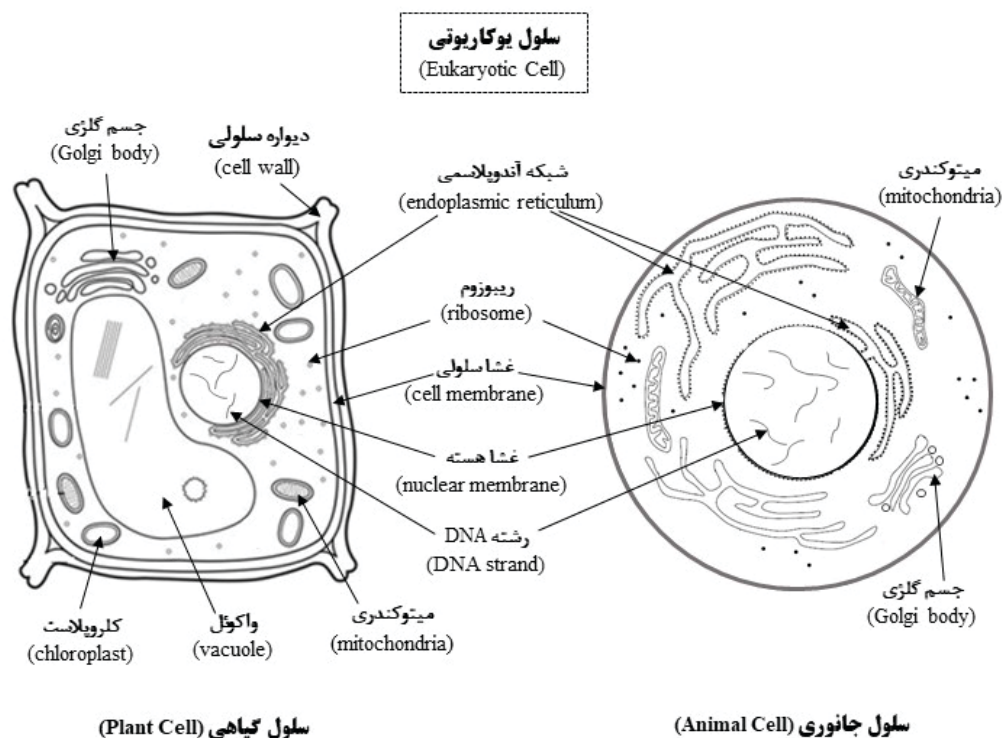
حدس می‌زنیم که زندگی زمانی بین ۴,۲ تا ۳,۸ میلیارد سال پیش آغاز شده است. لوکا، آخرین جد مشترک جهانی^۱ همه موجودات زنده در همین دوران به‌وجود آمد. قاره‌ها را از ۲,۱ میلیارد سال پیش می‌بینیم. زندگی روی زمین در دوران باستانی بسیار ساده بود؛ در بیش‌تر این دوره زمانی تقریباً هیچ اکسیژنی در جو وجود نداشت و زمین هنوز آماده پذیرایی از انسان نبود. در این دوران تنها باکتری وجود داشت (۱۲). باکتری‌ها موجودات تک‌سلولی پروکاریوتی هستند که دور ژنوم آن‌ها غشایی وجود ندارد. در مقایسه، در سلول‌های یوکاریوتی غشایی دور ژنوم را فراگرفته است و زیر میکروسکوپ نوری محدوده هسته به خوبی جدا از بقیه فضای سلول دیده می‌شود (۱۳) (شکل ۲). جانوران و گیاهان پرسلولی‌های یوکاریوت و مخمر یوکاریوت تک‌سلولی است.

ما در زندگی روزمره خود اکسیژن تنفس می‌کنیم، غلات و شیر می‌خوریم و از دیدن چمن و درختان از پنجره لذت می‌بریم. هرگز به این فکر نمی‌کنیم که همه اینها فقط به دلیل وجود برخی میکروب‌ها امکان پذیر شده است. سلول‌های پروکاریوتی (سیانوباکترها) که حدود چهار میلیارد سال پیش شروع به جذب انرژی نور کردند، با استفاده از انرژی خورشید فتوسنتز انجام دادند و آن را به انرژی شیمیایی لازم برای زندگی و تولیدمثل تبدیل کردند. در فتوسنتز اکسیژن ساخته می‌شود. در این دوران یک میلیارد ساله باستانی اکسیژن ساخته می‌شد، اما عناصری مانند آهن که در اقیانوس‌ها و سطح زمین بودند به‌راحتی با اکسیژن واکنش می‌دادند. در نتیجه، تا یک میلیارد سال اکسیژنی در جو در دسترس نبود. پس از آن که تمام فلزات، به‌ویژه آهن، اکسید شدند و دیگر نمی‌توانستند اکسیژن را جذب کنند، اکسیژن در اتمسفر



سلول باکتریایی تازک‌دار (Flagellated Bacterial Cell)

1. LUCA; the last universal common ancestor
2. Metazoa



شکل ۲. مقایسه سلول‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی. هسته سلول جایگاه ژنوم سلول است. زیر میکروسکوپ هسته شبیه یک مغز کوچک^۱ دیده می‌شود. هسته برخی سلول‌ها غشا دارد، اما هسته باکتری‌ها غشا ندارد. ازین‌رو، سلول‌های دارای هسته غشادار را یوکاریوت^۲، برگرفته از واژه‌ای یونانی به معنای دارای «هسته خوب»^۳ و باکتری‌ها را پروکاریوت، یعنی دارای «پیش از هسته» می‌نامند. تا دو میلیارد سال پس از آغاز زندگی، پروکاریوت‌ها، بیش‌تر سیانوباکتری‌های فتوسنتز کننده، تنها موجودات زنده روی زمین بودند که در اقیانوس‌ها و دریاچه‌ها رشد می‌کنند. مقایسه ژنوم پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌های چندسلولی نشان می‌دهد که هم اندازه ژنوم و هم تعداد ژن‌ها و توالی‌های بین ژنی در یوکاریوت‌ها افزایش می‌یابد. چنان‌که دیده می‌شود، سلول‌های گیاهی، به دلیل داشتن دیواره سلولی، در مقایسه با سلول‌های جانوری ساختار هندسی منظم‌تری دارند (۱۳). شکل در مقیاس طبیعی کشیده نشده است. در واقعیت، یک سلول پروکاریوتی تقریباً هم‌اندازه میتوکندری یا کلروپلاست در سلول‌های یوکاریوتی است. (طراحی شکل: فاطمه ابوترابی، دانشجوی کارشناسی ارشد بیوشیمی، دانشگاه دامغان).

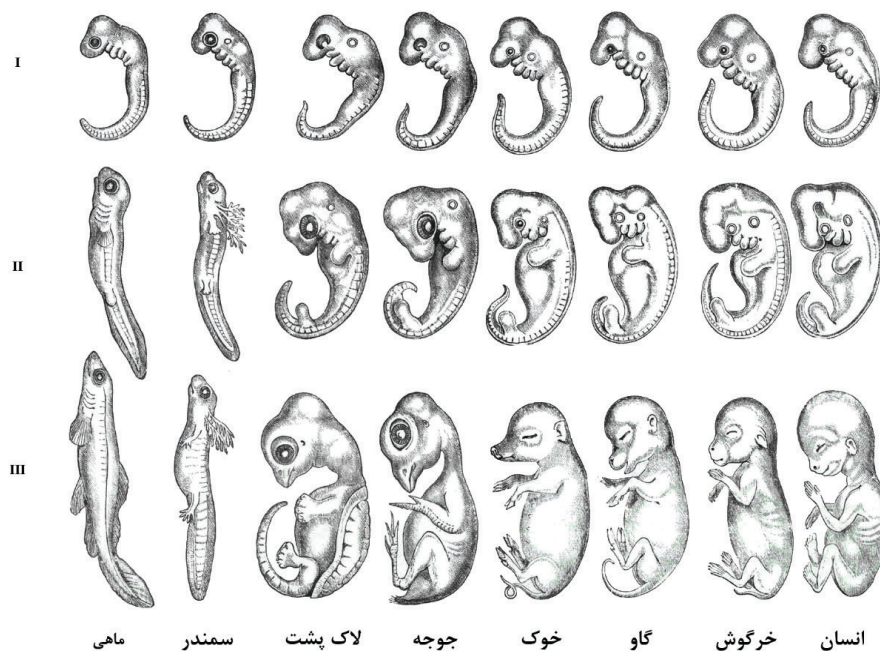
داشتند. حدود ۲۵۰ هزار سال پیش جمجمه انسان به شکل و اندازه فعلی خود رسید (۱۵). گونه ما، انسان خردمند- هومو ساپینس (*Homo sapiens*)، حدود ۱۵۰ هزار سال پیش در آفریقا تکامل یافت (۱۴-۱۶). عمر سنگواره استخوان‌های «انسان پکن» ۳۵۰ هزار سال یا بیش‌تر است (۱۰).

ما انسان‌ها مهره‌دار هستیم، یعنی یک ستون فقرات استخوانی داریم که نخاع، ساقه اصلی سیستم عصبی در داخل آن قرار دارد. این الگو بین همه مهره‌داران از کوچک‌ترین قورباغه تا بزرگ‌ترین نهنگ مشترک است (شکل ۳). انسان‌های اولیه تقریباً در ۵ میلیون سال اول تکامل انسان، سبک زندگی بسیار شبیه به میمون را

1. Little nut, or kernel

2. Eukaryotes

3. eu, «well» and karyon, «nut or kernel»



شکل ۳. مقایسه جنین مهره‌داران در سه مرحله گوناگون رشد (I-III) بین انسان، خرگوش، گاو، خوک، جوجه، لاک‌پشت، سمندر و ماهی (از راست به چپ) (۱۶). هدف این شکل تنها نمایش شباهت‌های بین مهره‌داران در سطح جنینی است که یکی از بی‌شمار شواهد در مطالعات تکاملی موجودات زنده است. بنابراین، توضیحات تخصصی زیست‌شناسی - جنین‌شناسی نوشته نشده است.

سر، یک دهان، یک بینی، یک بدن دارد. انسان دو گوش، دو چشم، دو دست و دو پا دارد. انسان‌ها دو جنس زن و مرد دارند، بنابراین، دوگانه‌اند. کیفیات دوگانه‌ای مانند روشنایی - تاریکی، سردی - گرمی، خیس - خشکی را هم تجربه کرد. خانواده - زن، مرد، بچه - یک واحد سه‌تایی بودند. انگشت‌ها بدون شست واحد چهارتایی و با شست واحد پنج‌تایی شامل یک واحد چهارتایی و یک واحد یک‌تایی بودند. خلاف علم حساب که این‌گونه شکل گرفت و قلمرو فیزیک که با فکر اعداد بسیار سریع پیش می‌رفت و روابط علت و معلولی گاهی بسیار آسان درک و دریافت می‌شد، دانش انسان در زمینه زیست‌شناسی به سرعت شکل علم را به خود نگرفت (۱۰).

در زیست‌شناسی اندازه مهم است. ما از اندازه خودمان و آن‌چه پیرامون ما هست آگاهییم، با این حال، چه بسیار از یاد می‌بریم که زمانی میکروسکوپی بوده‌ایم و از تقسیم یک تک‌سلول میکروسکوپی تخم به وجود آمده‌ایم! اندازه بر پنج وجه مهم از زندگی اثر می‌گذارد و آن‌ها را تغییر می‌دهد: (۱) قدرت، (۲) سطوحی که اجازه رساندن اکسیژن، غذا و گرما را به درون و خارج بدن می‌دهند، (۳) تقسیم کار - پیچیدگی، (۴) فرآیندهای گوناگون زیستی مانند رشد و متابولیسم، (۵) درازنای عمر، سرعت، حرکت، و فراوانی هر موجود زنده در طبیعت (۱۷).

تکامل در مقیاس‌های زمانی بسیار بزرگ عمل می‌کند. برخی رویدادها در بازه‌های زمانی بسیار بزرگ رخ می‌دهند. برای نمونه، دیدیم از مهبانگ تا پیدایش زمین نزدیک به ۱۰ میلیارد سال فاصله است. درک و لمس مقیاس‌های زمانی به این بزرگی برای ما سخت و چه‌بسا ناشدنی است. ما در مقیاس یک ده میلیارد آن بازه زمانی به دنیا می‌آییم، زندگی می‌کنیم و می‌میریم. این بازه‌های زمانی را با اعداد نشان می‌دهیم، ولی خود ما به گونه‌ای تکامل یافته‌ایم که دقیقه به دقیقه یا روز به روز وجود داشته باشیم. زیرا باید از خطرهای تهدیدها دوری کنیم و در این بازه‌های زمانی آب و غذا به دست بیاوریم. در بیش‌تر تاریخ و پیش از تاریخ جهان، تغییراتی بسیار بسیار و گسترده، اندک‌اندک، روزه‌روز یا حتی سال‌به‌سال رخ داده‌اند (یادآور ضرب‌المثل اندک‌اندک جمع گردد، وانگهی دریا شود). ما انسان‌ها تنها گونه روی زمین هستیم که تاریخ تکامل خود را بررسی و مطالعه می‌کنیم (۱۵) و تکامل هم رویدادی نیست که در گذشته رخ داده باشد، بلکه روندی همیشگی است. نمی‌توان پیش‌بینی کرد که زندگی در ۱ میلیون، ۱۰ میلیون یا ۱۰۰ میلیون سال دیگر چگونه خواهد بود.

شاید تعداد و اندازه از نخستین مفاهیم ریاضی بودند که ذهن انسان را درگیر نمودند (۱۷). انسان متوجه شد می‌تواند عدد را به چیزهای گوناگونی نسبت بدهد. هر انسان یک فرد است. یک

مانند رشد و متابولیسم، ۵) درازنای عمر، سرعت، حرکت، و فراوانی هر موجود زنده در طبیعت (۱۷).

اسکلت کامل یک دایناسور غول‌پیکر که با ظرافتی همایونی در سالی بزرگ در موزه هومبولت در برلین به تماشای بازدیدکنندگان خود ایستاده است، ۱۲ متر ارتفاع دارد و تخمین زده می‌شود که ۸۰ تن وزن داشته باشد. درازترین جانور زنده زرافه است. کرکس بزرگ‌ترین جانوری است که می‌تواند پرواز کند. پرندگانی که پرواز نمی‌کنند از خویشاوندان خود که پرواز می‌کنند بزرگ‌تر شده‌اند. بزرگ‌ترین مار فسیلی با بیش از ۱۵ متر طول است. صد هزار میلیون تریلیون (۱۰۲۳) باکتری در روده‌های ما زندگی می‌کنند که به‌طور چشم‌گیری بیش‌تر از تعداد سلول‌های بدن یک انسان بزرگ‌سال (۳۰ تا ۴۰ تریلیون) است (۱۷).

گاليله رابطه میان وزن و قدرت را در کتاب خود به نام «گفتگوهایی در مورد دو علم جدید» به زیبایی نشان داده است. این کتاب که بیش از بیست سال پس از ستاره‌شناسی نوین کپلر انتشار یافت، مجادله‌ای سقراطی بین دو شخصیت با نام‌های سالویاتی^۱ و سیمپلیکوس^۲ است. سالویاتی طرفدار کوپرنیک است و درواقع از زبان گاليله سخن می‌گوید و سیمپلیکوس پیرو شکست‌خورده ارسطو (۹). او این کتاب را پس از محکومیتش به اتهام کفر در دادگاه تفتیش عقاید روم به خاطر پشتیبانی از دیدگاه خورشیدمرکزی کوپرنیک نوشت. البته، او از انتشار هر چیزی در ایتالیا ممنوع بود. لویی‌الزیر^۳، ناشر هلندی، که در سال ۱۶۳۶ م (۱۰۱۵ خ) به ایتالیا رفت، توانست هنگام بازگشت به هلند نسخه کامل دست‌نوشته را با خود ببرد و چاپ کند (۱۷).

آن‌چه زندگی را بی‌همتا و شگفت‌انگیز ساخته و می‌سازد انتخاب طبیعی است که ساختارهای کارآمد را گلچین و نگه می‌دارد. در این میان، اندازه مهم است، آن‌اندازه و چنان‌که می‌توان گفت بر زندگی فرمانروایی می‌کند. اندازه در همه جا حضور دارد. هیچ‌گوشه‌ای از اندیشه‌ها و تلاش‌های انسانی رها و آزاد از اندازه نیست. سایه اندازه را بر روی همه چیز مادی، زنده و نازنده می‌توان دید. اندازه بر روی رفتار و حرکت جانور اثر می‌گذارد. دنیای موجودات کوچک بسیار متفاوت از دنیای موجودات بزرگ است. برای نمونه، جانوران ریز اثر گرانش را به سختی احساس می‌کنند، اما نیروهای چسبندگی بر همه وجوه زندگی آن‌ها اثر می‌گذارد (۱۷). موضوع اینرسی و چسبندگی را پورسل^۴ (۱۹۹۷-۱۹۱۲ م، ۱۳۷۶-۱۲۹۱ خ)، فیزیکدان آمریکایی و برنده جایزه نوبل، در مقاله کلاسیک خود بررسی نموده است (۱۸). بین نهنگ و باکتری که هر دو در

تکامل در مقیاس‌های زمانی بسیار بزرگ عمل می‌کند. برخی رویدادها در بازه‌های زمانی بسیار بزرگ رخ می‌دهند. برای نمونه، دیدیم از مهیانگ تا پیدایش زمین نزدیک به ۱۰ میلیارد سال فاصله است. درک و لمس مقیاس‌های زمانی به این بزرگی برای ما سخت و چه‌بسا ناشدنی است. ما در مقیاس یک ده میلیارد آن بازه زمانی به دنیا می‌آییم، زندگی می‌کنیم و می‌میریم. این بازه‌های زمانی را با اعداد نشان می‌دهیم، ولی خود ما به گونه‌ای تکامل یافته‌ایم که دقیقه به دقیقه یا روز به روز وجود داشته باشیم. زیرا باید از خطرهای تهدیدها دوری کنیم و در این بازه‌های زمانی آب و غذا به دست بیاوریم. در بیش‌تر تاریخ و پیش از تاریخ جهان، تغییراتی بسیار بسیار و گسترده، اندک‌اندک، روزبه‌روز یا حتی سال‌به‌سال رخ داده‌اند (یادآور ضرب‌المثل اندک‌اندک جمع گردد، وانگهی دریا شود). ما انسان‌ها تنها گونه روی زمین هستیم که تاریخ تکامل خود را بررسی و مطالعه می‌کنیم (۱۵) و تکامل هم رویدادی نیست که در گذشته رخ داده باشد، بلکه روندی همیشگی است. نمی‌توان پیش‌بینی کرد که زندگی در ۱ میلیون، ۱۰ میلیون یا ۱۰۰ میلیون سال دیگر چگونه خواهد بود.

شاید تعداد و اندازه از نخستین مفاهیم ریاضی بودند که ذهن انسان را درگیر نمودند (۱۷). انسان متوجه شد می‌تواند عدد را به چیزهای گوناگونی نسبت بدهد. هر انسان یک فرد است. یک سر، یک دهان، یک بینی، یک بدن دارد. انسان دو گوش، دو چشم، دو دست و دو پا دارد. انسان‌ها دو جنس زن و مرد دارند، بنابراین، دوگانه‌اند. کیفیات دوگانه‌ای مانند روشنایی- تاریکی، سردی- گرمی، خیس- خشکی را هم تجربه کرد. خانواده- زن، مرد، بچه- یک واحد سه‌تایی بودند. انگشت‌ها بدون شست واحد چهارتایی و با شست واحد پنج‌تایی شامل یک واحد چهارتایی و یک واحد یک‌تایی بودند. خلاف علم حساب که این‌گونه شکل گرفت و قلمرو فیزیک که با فکر اعداد بسیار سریع پیش می‌رفت و روابط علت و معلولی گاهی بسیار آسان درک و دریافت می‌شد، دانش انسان در زمینه زیست‌شناسی به‌سرعت شکل علم را به خود نگرفت (۱۰).

در زیست‌شناسی اندازه مهم است. ما از اندازه خودمان و آن‌چه پیرامون ما هست آگاهیم، با این‌حال، چه بسیار از یاد می‌بریم که زمانی میکروسکوپی بوده‌ایم و از تقسیم یک تک‌سلول میکروسکوپی تخم به وجود آمده‌ایم! اندازه بر پنج وجه مهم از زندگی اثر می‌گذارد و آن‌ها را تغییر می‌دهد: ۱) قدرت، ۲) سطوحی که اجازه رساندن اکسیژن، غذا و گرما را به درون و خارج بدن می‌دهند، ۳) تقسیم‌کار- پیچیدگی، ۴) فرآیندهای گوناگون زیستی

1. Salviati

2. Simplicus

3. Louis Elsevier

4. Edward Mills Purcell

قلب چند بار در دقیقه می‌زند. ضربان قلب یک فیل بزرگ ۲۵ بار در دقیقه است. در حالی که، قلب یک موش کور کوچک بیش از ۶۰۰ بار در دقیقه می‌زند. فیل با احتیاط و آهسته به یک طرف می‌رود، گنجشک لبه پنجره با سرعت برق می‌پرد. موش کور یک یا دو سال و فیل ۴۰ یا ۵۰ سال زندگی می‌کند، اما، تعداد کل ضربان قلب هر دو در تمام دوران زندگیشان تقریباً برابر است. زندگی برای جانوران کوچک سریع‌تر می‌گذرد. تعداد کل ضربان قلب مرغ مگس‌خوار در طول عمرش تقریباً برابر ضربان قلب فیل یا نهنگ است (۱۷).

سرعت متابولیسم یا سوخت‌وساز هم بین جانوران کوچک و بزرگ اختلاف معنادار دارد. متابولیسم هر سلول متناسب با اندازه بدن جانور است. هر سلول در بدن یک فیل سوخت یا غذايش را با سرعت کم‌تری از موش کور می‌سوزاند. یک جانور بزرگ تنها به شرطی می‌تواند وجود داشته باشد که متابولیسم سلول‌هایش کند باشد. برپایه قانون کلیبر^۲، دانشمند سویسی (۱۸۹۳-۱۹۷۶ م، ۱۳۵۵-۱۳۷۲ خ)، جانوران کوچک نسبت به جانوران بزرگتر به ازای هر واحد توده بدنی بیش‌تر تنفس می‌کنند، زیرا بخش بزرگ‌تری از توده بدن آن‌ها شامل بافت‌های فعال متابولیکی است که هزینه نگهداری بالاتری هم دارند، در مقایسه با بافت‌های ذخیره‌ای که انرژی به نسبت کم‌تری مصرف می‌کنند (۱۹). در نتیجه این اختلاف متابولیسم است که جانوران خونگرم کوچک باید پیوسته غذا بخورند. موش کور اگر نتواند غذا پیدا کند، پس از چند ساعت دچار آسیب درونی برگشت‌ناپذیری می‌شود و می‌میرد. ما انسان‌ها می‌توانیم اعتصاب غذا کنیم و روزها پس از آن زنده بمانیم. بین اندازه و عمر هم رابطه هست. موجودات بزرگ‌تر طول عمر درازتری دارند (۱۷).

تمام مطالب گفته شده درباره اندازه به زبان اعداد بود. در روزگاران، اگر کسی می‌توانست تا ده بشمرد، دانشمند زمانه خود بود. زمانی که تامس مافت^۳ (۱۶۰۴-۱۵۵۳ م، ۹۳۱-۹۸۲ خ) یافته‌های خود را درباره ملخ‌ها انتشار داد، آشکار شد بررسی و ارزیابی اطلاعات بسیار زیاد چه کار سختی است. ملخ‌ها سبز، سیاه و برخی هم آبی هستند. برخی با یک جفت بال می‌پرنند و برخی دیگر تعداد بال‌های بیش‌تری دارند. ملخ‌هایی هستند که بال ندارند و می‌جهند و ملخ‌هایی که نه پرواز می‌کنند و نه می‌جهند، بلکه راه می‌روند و گاسپار بوهن^۴ (۱۶۲۴-۱۵۶۰ م، ۹۳۸-۱۰۰۲ خ)، گیاه‌شناس سویسی، حدود شش هزار گونه گیاهی را در گیاهنامه‌اش معرفی نمود. لینه^۵ (۱۷۷۸-۱۷۰۷ م، ۱۱۵۷-۱۰۸۶ خ)، گیاه‌شناس و پزشک

آب زندگی می‌کنند، نیروی اینرسی برای نهنگ بسیار زیاد است. نهنگ در جهانی با اعداد رینولدز^۱ بالا و موجودات میکروسکوپی در جهانی با اعداد رینولدز پایین زندگی می‌کنند. به گفته پورسل حرکت در اعداد رینولدز پایین بسیار کند، منظم و باشکوه است. در باکتری‌ها و آغازیان ساختارهایی با نام مژک یا تاژک تکامل یافته است تا بتوانند با کمک آن‌ها در زیستگاه‌های خود حرکت کنند. با کشف موتور حرکتی این تاژک‌ها و مژک‌ها فهمیدیم که چرخ، میلیارد‌ها سال پیش از ظهور هومو ساپینس بر روی زمین ابداع شده بود. محیط با عدد رینولدز پایین بر روی حشرات پروازکننده بسیار کوچک هم اثر می‌گذارد. نیروی انرژی حشرات ناچیز است، در نتیجه هوا برای آن‌ها مانند شیر قند می‌شود. در بسیاری از حشرات هم بال‌ها به شکل پر در غبارگیرهای بسیار ریز تکامل یافته است. به بیان دیگر، حشرات بال‌های خود را درست همان‌گونه به کار می‌برند که موجودات آغازی مژک‌دار مژه‌های خود را به کار می‌گیرند. حشرات در هوا شنا می‌کنند (۱۷).

اندازه با میزان تقسیم کار رابطه مستقیم دارد. تقسیم کار در موجودات بزرگ‌تر بیش‌تر است. افزایش یا کاهش در اندازه در مسیر تکامل با افزایش یا کاهش در تقسیم کار همراه بوده است. کنترل دقیقی بین اندازه و تعداد انواع سلول‌ها دیده می‌شود. اگر اندازه یک جانور یا گیاه به حدی بزرگ و کوچک شود که نتواند از نظر فیزیولوژیکی کارآمد و در رقابت با موجودات دیگر پیروز باشد، منقرض می‌شود. رابطه میان اندازه و تقسیم کار را در جوامع انسانی هم می‌بینیم. در یک روستای کوچک، تقریباً تک تک افراد باید همه کاره باشند، در حالی که، در روستاهای بزرگ‌تر کفاح، قصاب، آهنگر، خیاط و مانند این‌ها وجود دارد. در شهرهای بزرگ‌تر و شرکت‌ها حتی تقسیم کار بیش‌تری دیده می‌شود: وکیل، بانکدار، پلیس، پزشک و بسیاری شغل‌های تخصصی دیگر. در دانشگاه‌های بزرگ سطوح متعددی از کارمندان و استادان را می‌بینیم. همین حالت در دنیای زنده هم دیده می‌شود. در مورچه‌ها و موربان‌ها بین کارگران تفاوت‌های ریخت‌شناسی وجود دارد. آن‌ها متناسب وظایف ویژه‌ای که در کلونی‌ها دارند، نه تنها از نظر اندازه بلکه از نظر شکل هم از یکدیگر متفاوت‌اند. کوچک‌ترین کارگران از نوزادان مراقبت می‌کنند، گردآوری غذا بر دوش کارگران با اندازه متوسط است، در حالی که، بزرگ‌ترین کارگران از لانه پاسداری و نگهداری می‌کنند (۱۷).

پدیده‌های زنده و زندگی را می‌توان با مقیاس‌های زمانی گوناگونی تماشا کرد و بررسی. برای نمونه، با زمان فیزیولوژیک می‌بینیم

۱. عدد رینولدز کمیتی بدون بعد برای توصیف جریان سیالات برپایه نسبت نیروهای اینرسی به نیروهای ویسکوز کاربرد دارد، به ویژه در شرایطی که جریان آشفته است. آرنولد رینولدز (Osborne Reynolds، ۱۸۴۲-۱۹۱۲ میلادی، ۱۲۹۱-۱۳۲۱ خورشیدی) مهندس و ریاضیدان انگلیسی، نخستین بار پدیده جریان آرام و متلاطم را در سیالات توصیف کرد (۳۱).

2. Max Kleiber

3. Thomas Muffet

4. Gaspard Bauhin

5. Carl Nilsson Linnæus

مامایی و همه کارهای انسان‌های آن دوران‌ها همراه با آیین‌های مذهبی انجام می‌گرفت. (۱۰) ایران با بیش از نه هزار سال تمدن، پیشینه‌ای بسیار کهن در علوم پزشکی دارد (۲۴). در کتاب گاه‌شمار علم آمده است که نیاکان ما نه‌هزار سال پم بز را اهلی کردند. سپاهیان داریوش یکم ۵۱۲ پم پل شناور را روی تنگه بسفر ساختند. در سال ۴۸۰ پم، همان‌جا پل شناور دومی برای سپاهیان شکست‌خورده خشایار شاه ساخته شد (۲۵).

جهان بشری و زندگی روانی انسان رنگارنگ است، اما مردم معمولاً ارزیابی‌های خود را با معیارهای نادرست انجام می‌دهند و آن‌چه را که ارزش راستین دارد دست کم می‌گیرند (۲۶). سیفلو در کتاب تاریخچه ریاضیات به معرفی دانشگاه جندی شاپور و ریاضیات تمدن اسلامی پرداخته است که شگفت‌انگیزترین رویداد نیمه نخست قرن هفتم میلادی (دوران ساسانیان) است (۲۷). در کتاب تاریخ علم کمبریج، برای نشان دادن سرچشمه‌های علم نخستین درباره مصر، میان‌رودان، اروپای غربی، آمریکای میانه، آمریکای جنوبی (صفحات ۲۴ تا ۸۳) و جایگاه ریاضیات، ستاره‌شناسی، پزشکی و زیست‌شناسی در این تمدن‌ها سخن گفته شده است، اما اشاره‌ای مستقیم به ایران نشده است. اگرچه، رونان در توصیف میان‌رودان نام خلیج فارس را آورده است: «در فاصله میان بغداد کنونی و خلیج فارس، زمین دارای شیب بسیار کمی است، به‌طوری‌که اختلاف ارتفاع در مجموع از ده متر تجاوز نمی‌کند» (ص ۳۹). علم در یونان، چین، هند و هندوی و عرب هر کدام فصل جداگانه‌ای به خود اختصاص داده‌اند (۱۰) در حالی‌که به زادگاه و تبار بیش‌تر دانشمندان عرب و غیر عرب اشاره شده است، تا جایی که جستجو کردم و خواندم، در این کتاب اشاره‌ای به تبار ایرانی برخی دانشمندان مسلمان (مانند جابر بن حیان، پورسینا) نشده است. به‌گونه‌ای‌که با کمک گوگل و ویکی‌پدیا ملیت ایرانی این دانشمندان را یافتم و سپس با جستجوی نام آن دانشمندان مقاله‌ای درباره دانشمندان مسلمان ایرانی یافتم. انکار تاریخ علم کمبریج به تاریخ علم در ایران باستان یا ناآشنا و بیگانه است یا قهر، شاید به نقش ایرانیان در پیشرفت‌های علمی مسلمانان علاقه‌ای ندارد؛ برای نمونه در ویکی‌پدیای فارسی می‌خوانیم که جابر بن حیان را پدر علم شیمی می‌دانند ولی در کتاب نامبرده اشاره‌ای به این مهم نشده است. فصل ۴ کتاب که علم هندو و هندی نام دارد این‌گونه آغاز می‌شود: «تاریخ علم هندو- علم در شبه‌قاره هندوستان، پیش از ورود اسلام با سلسله مغول در قرن شانزدهم- هنوز نیازمند پژوهش است. کار مفصلی که جدیداً بر

سوئدی در سال ۱۷۵۰ م (۱۱۲۹ خ) با نظام طبقه‌بندی خود نقطه عطفی در گیاه‌شناسی به جای گذاشت. اکنون، با کلان‌داده‌هایی^۱ مانند توالی ژنوم‌های انسانی سروکار داریم که بیش از حد بزرگ و پیچیده هستند. کلان‌داده‌ها با سرعت بسیار زیادی رشد می‌کنند و نمی‌توان آن‌ها را با نرم‌افزارهای سنتی پردازش داده تجزیه و تحلیل کرد. کلان‌داده‌ها بر همه وجوه زندگی انسان اثر گذاشته‌اند و در حوزه‌های گوناگونی مانند کیهان‌شناسی، فیزیک، زیست‌شناسی، علوم اعصاب، علوم کامپیوتر، هوش مصنوعی، اینترنت، جامعه اطلاعاتی و فلسفه اطلاعات با آن‌ها روبرو می‌شویم (۲۲-۲۰). برخی پژوهشگران انواع گوناگون کلان‌داده را برپایه منبع آن‌ها این‌گونه دسته‌بندی کرده‌اند: (۱) داده‌های بزرگ مولکولی (که با روش‌های آزمایشگاهی و رویکردهای آمیک‌بنیان^۲، مانند ژنومیک، و تخصص‌های پس از ژنومیک، از جمله پروتئومیکس^۳ و اینتراکتومیکس^۴ به‌دست می‌آیند)؛ (۲) داده‌های بزرگ مبتنی بر تصویربرداری (مانند رادیومیک^۵ یا رویکرد داده‌کاوی انبوه برای استخراج اطلاعات بالینی معنی‌دار و با ابعاد بالا از تصاویر)؛ (۳) داده‌های بزرگ مبتنی بر حسگر (حسگرهای پوشیدنی)؛ (۴) داده‌های بزرگ دیجیتال و محاسباتی (با حجم باورنکردنی از داده‌های تولید شده توسط اینترنت، تلفن‌های هوشمند و دیگر دستگاه‌های تلفن همراه) (۲۳). کلان‌داده‌ها را می‌توان در هفت گروه حجم^۶ مانند داده‌های تولید شده توسط پلتفرم‌های رسانه‌های اجتماعی، سرعت^۷، تنوع^۸، تغییرپذیری^۹، صحت^{۱۰}، ارزش^{۱۱} و تجسم^{۱۲} دسته‌بندی کرد (۲۲-۲۰). اکنون، مشکلات دانشمندان زمانه نه شمارش اعداد که استخراج، تجزیه و تحلیل و تفسیر کلان‌داده‌ها در زمینه‌های بسیار گوناگون و متنوع است. برای نمونه، در دوران پاندمی کرونا چنین تلاش گسترده‌ای را در سطح جهانی برای ساخت واکسن‌ها و مدیریت و درمان این بیماری دیدیم.

۴. ایران، ریاضی، زیست‌شناسی

چراغ علم، نخستین بار نزدیک به ده‌هزار سال پیش یا زودتر در خاورمیانه روشن شد، هنگامی‌که بشر دانستی‌های خود را درباره غذا، کشاورزی، پزشکی گردآوری کرد، حتی اطلاعاتی که هیچ کاربردی در زندگی او نداشتند، بلکه تنها برایش جالب بودند. (۱۰) انسان ماقبل تاریخ استفاده از گیاهان تاریخی را آموخته بود، اما نزدیک به هفت‌هزار سال پیش توانست جانوران را رام و اهلی کند و در این راه نکات بسیاری درباره تولیدمثل، درمان بیماری‌ها و آسیب‌ها و شکستگی‌های آنان و خودش آموخت. شاید مامایی یکی از نخستین کارهای پزشکی بود که بی‌تردید پزشکی و

1. Big data
2. Omics-based
3. Proteomics
4. Interactomics
5. Radiomics
6. Volume

7. Velocity
8. Variety
9. Variability
10. Veracity
11. Value
12. Visualization

شرق است. بخش نخست کتاب، ریشه‌های شرقی و یونانی نام دارد. عنوان فصل نهم کتاب (بخش دوم - قرن پنجم میلادی) «یونان در برابر ایران - افتخار آتن» است. فصل یازدهم کتاب نیز ریاضیات، نجوم و صنعت را در این قرن برمی‌رسد. بخش سوم کتاب با فصل افلاطون و آکادمی (فصل ۱۶) آغاز می‌شود. سارتون در این بخش کتاب، جایگاه ریاضیات و نجوم را در قرن چهارم میلادی در زمان افلاطون (فصل ۱۷) و ارسطو (فصل ۲۰) گزارش می‌دهد. سارتون می‌گوید دانش آن زمان آغاز شده است که آدمیان به فکر یافتن راه حلی برای مسائل و مشکلات گوناگون زندگی افتادند. در مبحث ریاضیات ماقبل تاریخ (بخش اول کتاب)، نخستین ریاضیدان - بزرگ‌ترین نابغه ناشناخته - را کسی می‌داند که فکر و مفهوم عدد را بیان نموده است (۲۸).

باید بگوییم همچنان از نگاه نیاکان باستانی خود به ریاضیات و نقش آنان در علم ریاضی بی‌خبرم. اما، بنا به کنجکاوی و مطالعات خود می‌دانم که تاریخ پزشکی ایرانی به سه هزار سال پیش و سده‌های بسیار پیش از میلاد بر می‌گردد. گرچه، تاریخ ریاضیات لبریز از نام و یاد یونانیان است، سیریل الگود، پزشک سفارت بریتانیا در تهران (۱۹۳۱-۱۹۲۵ م - ۱۳۰۹-۱۳۰۳ خ)، در کتاب تاریخ پزشکی ایران و سرزمین‌های خلافت شرقی خود می‌نویسد: «در سال ۷۰۰ پیش از میلاد هیچ‌گونه اثری از علم و فرهنگ بر یونانیان مشهود نبود. ایرانیان اصول آن چیزی را که طب یونانی نامیده شده به یونانیان تعلیم داده‌اند» (۲۹). گفتنی است، برخی فلسفه افلاطون و ارسطو را نیز تحت تاثیر ایرانیان می‌دانند. جان برنال در اثر چهار جلدی خود با نام علم در تاریخ از جمله به نقش ایرانیان در علم و تمدن بشری پرداخته است و می‌گوید: «به خاطر از بین رفتن کتاب‌های ایران باستان و دسترسی نداشتن به مدارک کافی به سهم ایرانیان در علم ارج کمی نهاده‌اند» (۳۰). گویی هنوز این ناآشنایی و بیگانگی با منابع کهن و تاریخچه‌ی علمی - فرهنگی در جامعه علمی ایرانی به طرز چشم‌گیری وجود دارد و ایرانیان ارزش راستین خود را در تاریخ و تمدن دست کم می‌گیرند.

۵. سخن پایانی

آموزه‌های انقلاب‌های علمی و تاریخ علم نشان می‌دهند که ما به پذیرش الگوهای تفکری که با آن‌ها بزرگ شده‌ایم گرایش ذهنی داریم. فرض‌های ناخودآگاه، غیر نقادانه و از سر آسان‌گیری هم مانعی دیگر بر سر راه پیشرفت هستند. بی‌تردید جوانان دو سه نسل بعدی هم به سادگی و نادانی ما خواهند خندید (۱) و از رنجی که دانایان از جهل و تعصب هم‌عصران خود می‌برند، افسوس خواهند خورد. شاید هرگز نتوانیم به این پرسش بسیار کهن و تکراری پاسخ بدهیم که هدف و غرض از زندگی انسان چیست. فروید^۳

روی چین انجام گرفته، باید بر روی تمدن واقع در جنوب غربی چین نیز انجام گیرد؛ اما موضوع مملو از مشکلات است. مسائلی جدی در ارتباط با تعیین قدمت وجود دارد، زیرا نوشته‌های بسیاری در دست نیست؛ ... گرچه جنبه‌های متعددی از علم در هندوستان که به خودی خود جالب است و جنبه‌های دیگری که در تبادل افکار با چین و اسلام و غرب تا پیش از انقلاب علمی دارای اهمیت است باید مطرح گردد. پانزده صفحه بعد می‌نویسد: «ارقام هندو قرن نهم میلادی در ریاضیات اسلامی توسط خوارزمی اختیار شد». فصل ۵ (علم عرب) این‌گونه آغاز می‌شود: «تاریخ علم در عربستان به‌طور عمده تاریخ علم عربستان است. ولی کاملاً این‌طور نیست؛ زیرا از یک‌سو هنوز چند قرن به زمان محمد (ص) مانده بود که علم در سرزمینی که گهواره تمدن عرب شد جوانه زد؛ و از سوی دیگر پاره‌ای از راهیان علم مردانی از مرام‌ها و نژادهای دیگر بودند». در پارگراف سوم این فصل نام ایران آمده است: «ما در ادامه راه خود بیشتر به روزگاری چشم خواهیم دوخت که عصر طلایی اسلام نام گرفته و مصادف با قرون هشتم تا یازدهم میلادی است. این برهه عصر شکوفایی فرهنگ اسلامی در اسپانیا، شمال آفریقا، سوریه و ایران است. پایان این عصر را احیای مسیحیت رقم زد که با جنگ‌های رکونکویستا^۱ اعراب را از اسپانیا راند». دو صفحه بعد می‌نویسد: «شک نیست که عرب‌ها علم یونان را - و آن که هیچ، حتی بخشی از علم چین و هندوستان را نیز - به ارث بردند و بعدها به غرب رد کردند». به نظر می‌آید نویسنده بریتانیایی تاریخ علم کمبریج از دادوستدهای گسترده تاریخی عربستان و مستعمره قدیم خود هندوستان با ایران و یا تبار ایرانی بسیاری از دانشمندان بی‌خبر است. نه فصلی به ایران اختصاص داده است و نه چنین دغدغه‌ای درباره علم در ایران باستان و پیش از ورود اسلام به ایران دارد، تنها در صفحه ۳۳۳ به نوشتن این جمله بسنده شده است که «در زیست‌شناسی و علوم پزشکی، اعراب از یونانیان، رومیان، ایرانیان و هندیان فراوان به ارث برده‌اند» (۱۰). رونان حتی شهرت غیبه‌آور جندی‌شاپور را هم به هجوم نسطوریان به این مرکز علمی نسبت می‌دهد. مرکز علمی بزرگی که شاپور دوم، پادشاه ساسانی، برای تئودوروس، دانشمند یونانی، به پاس نوشتن رساله‌ای پزشکی به زبان پهلوی بنیان نهاده بود (جالب نیست که هدیه نوشتن یک رساله برای دانشمند زمانه، بنیان نهادن یک دانشگاه است؟) و گروهی از نسطوریان پس از بسته شدن مدرسه ادسا در سال ۴۸۹ م به آنجا رفتند.

جورج سارتون^۲، پژوهشگر بلژیکی الاصل آمریکایی (۱۹۵۶-۱۸۸۴ م، ۱۳۳۵-۱۲۶۳ خ) در جای‌جای کتاب تاریخ علم خود از ایران نام برده است، اما چنان‌که از عناوین فصل‌ها و نیز متن کتاب بر می‌آید قلب و ذهن سارتون معطوف یونان در برابر (و قیاس) با

1. Reconquista
2. George Alfred Leon Sarton

3. Sigmund Freud

برهان‌ها و نتیجه‌ها، حس زیبایی‌شناختی بالایی را برای آفریننده آن‌ها به ارمغان می‌آورد. اگر زیبایی یعنی بینش و تخیل، تقارن و تناسب، نبود حواشی و زایدات و هماهنگی دقیق وسیله و هدف و اگر این‌ها ویژگی‌های اصلی آثار هنری باشند، ریاضیات هنری است با زیبایی خاص خود». کوپرنیک به این دلیل از نظریه حرکت‌های سیاره‌ای خود دفاع می‌کرد که ریاضیات این نظریه به او لذتی زیباشناسانه می‌داد. کپلر درباره نظریه خورشیدمرکزی گفته بود: «از اعماق وجودم بر درستی این نظریه گواهی می‌دهم و به زیبایی آن با لذتی دیوانه وار و باورنکردنی می‌اندیشم». برهانی را که با ظرافتی تمام طراحی شده باشد، از هر لحاظ، مگر شکل نوشتن، می‌توان یک شعر کامل دید (۱). زیبایی نه فرعی بر ریاضیات بلکه ویژگی بنیادین آن است. (۲) نگارنده نیز با کلاين و هم‌اندیشان او همدل و هم سخن است که ریاضیات را می‌توان به هنرهای هفت‌گانه افزود.

از نگاه نگارنده، ریاضیات و ریاضی‌دان‌ها نشان دادند می‌توانند جهان را تغییر بدهند، به آدمی کمک کنند تا به خواسته‌های تمدنی خود برسد یا نزدیک شود، علم را جایگزین خرافه کنند. فروید چگونگی رابطه میان انسان‌ها را از ویژگی‌های تمدن معرفی می‌کند. در نگاه او، زندگی جمعی انسان تنها زمانی ممکن می‌شود که اکثریتی گرد هم بیایند که از یکایک افراد قوی‌تر و در برابر فرد متحد باشند. قدرت این جمع این «حق» را می‌یابد تا در برابر قدرت فرد بایستد و «خشونت سبعانه» او را محکوم کند. در چنین شرایطی است که عدالت مستقر می‌شود و نظام حقوقی در راستای امیال و منافع یک فرد شکسته نمی‌شود. فروید تکامل تمدن بشر را خلاصه مبارزه زندگی نوع بشر می‌داند و راه تکامل تمدن را در این می‌بیند که همگان با گذشتن از خودخواهی‌ها و ساقی‌های خود نمی‌گذارند هیچ کسی قربانی خشونت سبعانه گردد. خوشبختی زمانی به دست می‌آید که تعادلی بین خواسته‌های فردی و فرهنگی جمع برقرار شود. فروید در پاسخ به این پرسش سرنوشت‌ساز که آیا بشر در تکامل فرهنگی خود می‌تواند بر اختلالات زندگی اجتماعی چیره شود، انتظار دارد که بشر با نیروی عشق^۲ جاوید در این مبارزه پیروز شود. گرچه، او در سال ۱۹۳۱ م (۱۳۱۰ خورشیدی)، هنگامی که خطر هیتلر دیگر به خوبی آشکار شده بود، تردید داشت آیا کسی می‌تواند این پیروزی و پایان این نبرد بشر را با خود پیش‌بینی کند (۲۶) در پایان این نوشتار، تمایل دارم با آن‌که نه تنها ریاضیات و روانشناسی نمی‌دانم، بلکه در بیوشیمی هم ادعایی ندارم، با شهامت و امیدواری بگویم تاریخ علم و سرگذشت تلخ دانشمندان به ما نشان داده است که علم و به ویژه ریاضیات توش و توان آن را دارند که تمدن را شکل دهند و از رنج‌ها و ملالت‌هایش آزاد و رها کنند. ریاضیات و همه علوم

(۱۹۳۹-۱۸۵۶ م، ۱۳۱۸-۱۲۳۵ خ)، روانشناس برجسته اتریشی، می‌گوید به نظر می‌رسد که ما انسان‌ها می‌خواهیم خوشبخت شویم و خوشبخت بمانیم. برای رسیدن به این هدف دو راه در پیش روی ما هست: «چشیدن طعم لذت‌های شدید» و «جستجوی فقدان رنج و ناراحتی». اما سه گونه رنج ما را تهدید می‌کند: رنج نخست، جسم ما محکوم به تلاشی و نابودی است و حتی از درد و ترس که نشانه‌های خطر هستند راه گریزی نداریم، دومین رنج، جهان بیرون با نیرویی چیره و ویرانگر به ما حمله می‌کند، و رنج سوم از رابطه ما با دیگران تجربه می‌شود و چه بسا دردناک‌تر از هر رنجی دیگری باشد. زیر فشار رنج‌های بسیار و گوناگون آموخته‌ایم و عادت کرده‌ایم که انتظارات خود را از خوشبختی و شادکامی کاهش بدهیم. چنان‌که اگر از یک بدبختی نجات پیدا کنیم و رنجی را پشت سر بگذاریم، خود را سعادتمند می‌بینیم. برخی هم برای آن‌که سعادتمند باشند به این جهان پشت می‌کنند و نمی‌خواهند تماسی با آن داشته باشند. برخی فراتر رفته و می‌خواهند جهان را دوباره بسازند، جهانی که در آن تحمل ناپذیرترین خصوصیات نابود شوند و جای خود را به خصوصیات دیگری بدهند که با آرزوهای فردی تطابق دارند. گفته می‌شود هر کسی که از سر انزجار و ناامیدی این راه را برگزیند، معمولاً به جایی نمی‌رسد (۲۶).

فروید تمدن را مجموعه نهادها و دستاوردهایی معرفی می‌کند که زندگی ما را از زندگی پیشینان و نیاهای جانوری ما دور می‌سازد (۲۶) و کلاين تمدن را ارزش نهادن و آراستن فعالیت‌های عالی روانی، دستاوردهای فکری، علمی و هنری و نقش هدایت‌کننده فکر در زندگی انسان توصیف می‌کند. او ریاضیات را مانند گیاهی زنده می‌بیند که با ظهور تمدن‌ها شکوفا و با سقوط آن‌ها پریز می‌شود (۱). در نگاه فروید، تمدن دو هدف دارد: یکی حفاظت از انسان در برابر طبیعت و دیگری تنظیم روابط بین انسان‌ها. از میان خواسته‌های تمدن، زیبایی، پاکیزگی و نظم جایگاه ویژه‌ای دارند. خوشبختی را در زندگانی بیش‌تر از راه زیبایی جستجو می‌کنیم. فرقی نمی‌کند که زیبایی کجا بر حواس و داوری ما پدیدار شود: در زیبایی فرم و حرکت‌های انسان، در اشیای طبیعی و مناظر، یا در آفریده‌های هنری و حتا علمی. لذت بردن از زیبایی، ماهیت احساسی خاص، ملایم و سرمست‌کننده‌ای دارد و ما را تا اندازه‌ای از خطر رنج‌ها دور و ایمن نگه می‌دارد. (۲۶) یونانیان باستان زیبایی را تنها تجربه‌ای احساسی نمی‌دیدند، بلکه آن را تجربه‌ای عقلی می‌دانستند. آنان ریاضیات را همانند معماری هنر می‌دیدند. برتراند راسل^۱ (۱۸۷۲-۱۹۷۰ م، ۱۳۴۸-۱۲۵۱ خ)، فیلسوف و ریاضی‌دان انگلیسی، «جستجوی زیبایی» را یکی از انگیزه‌های آفرینش ریاضیات می‌داند. او می‌گوید: «علاوه بر زیبایی ساختار کامل ریاضیات، نقش حیاتی و جدایی‌ناپذیر تخیل و شهود در خلق

تمدنی تبدیل کرده‌اند. در پایان، به یاد مادرم که می‌گفت «تنها مهربانی می‌ماند»، ریاضیات تمدن بشری را مهربان کرده و بخش مهمی از خشونت انسان را بر انسان کاسته است.

پیشنهادهای و امیدهایی برای آینده

در این ثانیه‌های کوتاهی که بشر بر صحنه هستی گام نهاده است و با توهم‌ها و خودشیفتگی‌هایش، کائوس و گرد و خاکی هم سطح با لحظه‌های آغازین مهبانگ ایجاد کرده است، اندازه و ماهیت دانش، آگاهی و یافته‌های ما هم در همه علوم و فنون از جمله زیست‌شناسی بسیار تغییر کرده است. دانش زیست‌شناختی ما از آناتومی، فیزیولوژی و بافت به درک مکانیسم‌های سلولی، ملکولی و بیوشیمیایی بسیاری از رویدادهای زندگی پیش رفته است. مشکل ما، دیگر مطالعه فراوانی و تنوع گونه‌های زنده مانند ملخ‌ها نیست. بلکه، می‌خواهیم میلیون‌ها گونه شناخته نشده‌ای را بشناسیم که می‌دانیم حضور دارند، همان‌گونه که وجود نپتون با معادلات ریاضی اثبات شده بود. با کلان‌داده‌هایی در سطح توالی‌های ژنومی موجودات زنده سروکار داریم. ریاضی و زیست‌شناسی مانند درختی تنومند و رو به رشد، شاخه‌ها و ساقه‌های بسیاری یافته‌اند. آمار و بیوانفورماتیک کمک‌های شایان توجهی به پیش‌رفت علوم زیستی نموده‌اند، اما اکنون دانشمندان حوزه علوم زیستی و پزشکی با موضوعاتی سروکار یافته‌اند که نه دانش زیستی-پزشکی و نه دانش ریاضی به تنهایی قدرت طرح مساله، ارایه راهکار مناسب برای حل مساله و نیز تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده را ندارند: دوران ریاضیات زیستی آغاز شده است. تا پیش از تجربه کرونا، فرآیند طراحی و معرفی واکسن فرآیندی چندین و چند ساله بود. اما، پژوهشگران ریاضیات زیستی با ابزارهای مدل‌سازی و پیشگویی به زبان ریاضی، دوشادوش دانشمندان علوم زیستی و پزشکی به کنترل آن پاندمی کمک کردند.

آقای دکتر مهدی بهزاد، پدر گراف در ایران و بنیانگذار انجمن ریاضی، در نخستین همایش بین‌المللی و سومین همایش ملی ریاضیات زیستی به میزبانی دانشگاه دامغان، تاسیس انجمن ریاضیات زیستی ایران را پیشنهاد دادند. افتخار داشتیم تا در کنار تعدادی از استادان بنام و خوشنام ریاضی که بذر مطالعات ریاضی زیستی را در ظرف دانش ایران کاشته‌اند، برای تحقق این پیشنهاد ارزشمند آقای دکتر بهزاد گام‌هایی بردارم که هنوز به مقصد پایانی خود نرسیده است. بسیار مهم است که دانش بین‌رشته‌ای ریاضیات زیستی با وجود شباهت نامی، رشته‌ای تخصصی و مستقل از ریاضی، زیست‌شناسی و همه زیرشاخه‌های دیگر این دو رشته دیده شوند. سومین همایش بین‌المللی و پنجمین همایش ملی ریاضیات

اگرچه تمام مشکلات و مسایل دنیا را حل نکردند، اما توانستند شکل دنیا را را دگرگون کنند.^(۱) و موانع بسیاری را از سر راه فرهنگ و تمدن بردارند که برخی به بهای مرگ دانشمندان، به‌ویژه ریاضی‌دان‌ها، تمام شده است. شاید بتوان امید داشت، دانشمندان و پژوهشگران حوزه‌های روانشناسی، جامعه‌شناسی، سیاست، حقوق و روابط بین‌الملل بتوانند با کمک گرفتن از ریاضی‌دان‌ها نظمی به آشفتگی‌ها و ناهنجاری‌های موجود بدهند، همان‌گونه که دانشمندان و پژوهشگران ریاضیات زیستی به پرسش‌ها و مسایل بسیاری پاسخ می‌دهند که دانشمندان و پژوهشگران علوم زیستی و پزشکی تنها با تکیه بر دانش و تخصص خود توانایی تجزیه و تحلیل آن مسایل و یافتن راهکار را نداشتند و ندارند. خلاف کسانی که ریاضیات را تنها برای دانشمندان، مهندسان و بررسی حساب‌های مالی کاربردی می‌بینند، نگارنده همانند کسی که بدون دانستن سازوکار یک هواپیما و نیز بدون داشتن مهارت خلبانی می‌تواند با آن اوج بگیرد و در کوتاهترین زمان ممکن به مقصد برسد، بر این باورم که ریاضیات می‌تواند نه تنها چراغ راه علم که چراغ راه دوستی، راستی، درستی و مهربانی در فرهنگ، هنر و تمدن بشری باشد، اگر ریاضیدان‌ها، مانند همیشه تاریخ علم، از خرافه‌ها و تعصبات موهوم نهراسند، حجاب عادت اندیشه را بردارند و به مردمان شهامت و جسارت نگریستن علمی، پرسشگرانه و نقادانه را به جهان بیاموزانند. چنان‌که کلاوین به درستی اشاره کرده است، ریاضیات بیش از هر چیز یک روش تحقیق و جستجو با تکیه بر نیروی خلاقیت و شهود است. نیروی تخیل شگفت‌انگیز کپلر، نیوتن و دیگر ریاضیدان‌ها بود که توانست سنت‌های دیرپا و صلب حاکم را بشکنند و مفاهیمی نو و انقلابی ایجاد کنند. کافی است چند اصل به یک ریاضیدان بدهیم. او از آن اصول نتیجه‌ای می‌گیرد و از آن نتیجه به نتایجی دیگر می‌رسد، نتایجی که همگان ناگزیر از پذیرش آن نتایج هستیم. از یاد نبریم، جان کاج ادمز^۱ انگلیسی (۱۸۹۲-۱۸۱۹ م، ۱۲۷۰-۱۱۹۸ خ) و اوربن لووریه^۲ فرانسوی (۱۸۱۱-۱۸۷۷ م، ۱۲۵۶-۱۱۹۰ خ) سیاره نپتون را در مکان و زمانی رصد کردند و یافتند که لاگرانژ^۳ ایتالیایی (۱۸۱۳-۱۷۳۶ م، ۱۱۹۲-۱۱۱۴ خ) و لاپلاس^۴ فرانسوی (۱۸۲۷-۱۷۴۹ م، ۱۲۰۶-۱۱۲۸ خ) با محاسبات ریاضیاتی وجود آن را پیش‌بینی و مکان آن را تعیین کرده بودند (۱).

ریاضیات و ریاضیدان‌ها با امید و تلاش فراوان و چه بسیار که با به خطر انداختن جان خویش نقش انکارناشدنی در نهادهای خردمندی، اندیشه‌ورزی، پذیرش وجود خطا در اندیشه‌های پیشین و گشاده‌رویی به اندیشه‌های نو داشته‌اند. آنان شهامت فردی خود را در نقد و کنار نهادن باورهای نادرست و قداست‌زدایی به شهامتی

1. John C. Adams
2. Urbain J. J. Leverrier
3. Joseph-Louis Lagrange
4. Pierre-Simon Laplace

دانشگاه دامغان) به من بود و فرصتی ارزشمند تا با دانشمندان و ریاضیدان‌های ارجمند ایرانی و بین‌المللی و نیز نقش مهم تمدنی ریاضیات آشنا بشوم. آقای دکتر مهدی بهزاد با هم‌فکرهای بسیار دوستانه و مهربانانه خود ما را در برگزاری آن همایش یاری نمودند و مرا به نوشتن این مقاله تشویق کردند. دکتر حسین سیف‌لو دو کتاب خود را -ریاضیات، کلید اسرار طبیعت و تاریخچه ریاضیات- به من هدیه دادند که از منابع مهم این مقاله هستند. افسرالموک رضایی، کارشناس ارشد تاریخ ایران اسلامی، در یافتن برابرنهاد تاریخ‌های خورشیدی-میلادی یاریم نمودند. آیدا بهزادی بخش منابع مقاله را تنظیم و شکل ۱ مقاله را دخترم اسرار آماده کرد. از شما خواننده گرامی و همه عزیزانی که نام بردم بسیار سپاس‌گزارم

زیستی نیز مرداد ماه سال جاری به میزبانی دانشگاه تبریز برگزار شد و دانشگاه نیشابور این بار میزبانی چهارمین همایش بین‌المللی و ششمین همایش ملی ریاضیات زیستی را پذیرفته است. امیدوارم هر چه بر تعداد (اندازه!) پژوهشگران و فعالان این زمینه و نیز همایش‌ها و رویدادهای ریاضیات زیستی افزوده شود، گواه و شاهد بیش‌تر و مستحکم‌تری برای اهمیت به رسمیت شناختن استقلال و اهمیت ریاضیات زیستی فراهم شود.

سپاس‌گزاری

دبیری علمی نخستین همایش بین‌المللی و سومین همایش ملی ریاضیات زیستی نتیجه اعتماد دکتر عبدالعلی بصیری (رییس وقت

منابع

۱. موريس كلاین، نقش ریاضیات در فرهنگ غرب، ترجمه محمد دانش، (۱۳۸۸)، انتشارات علمی و فرهنگی، صص ۱-۱۱، ۲۰، ۲۵، ۳۲، ۳۶-۳۷، ۴۴، ۴۶، ۴۷، ۶۰-۶۲، ۸۷، ۹۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۱۴-۱۱۸، ۱۲۶-۱۳۰، ۱۳۲، ۱۳۴، ۱۳۷، ۱۴۰-۱۴۲، ۱۵۱-۱۵۳، ۱۸۲، ۱۸۴، ۲۰۷، ۲۱۰-۲۱۶، ۲۲۴، ۲۳۹، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۵، ۳۱۳، ۳۷۰، ۳۹۸، ۴۴۵-۴۴۳، ۴۶۲-۴۶۵، ۴۷۴، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۴، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۲۵، ۵۲۸.
۲. محمد صالح مصلحیان، فلسفه ریاضی: کلاسیک، مدرن، پست مدرن، (چاپ اول، ۱۳۸۴) ویراستار مجید میرزا وزیری، ناشر: واژگان خرد، فصل‌های ۱۱ و ۱۳.
3. Kenney, J.A., *The debt of modern medicine to Sir William Osler, Bart.* Journal of the National Medical Association, 1946. 38 (3): p. 81.
4. Medscape, *The most influential physicians of all time.*
۵. جان لینهان، علم در عمل، ترجمه منیژه مدبر، (۱۳۹۰)، انتشارات مازیار، صص ۱۶۳-۱۷۶.
6. McIntyre, L., *How to talk to a science denier: Conversations with flat earthers, climate deniers, and others who defy reason.* 2021: MIT Press.
7. Brazil, R., *Fighting flat-Earth theory.* Physics World, 2020. 33 (7): p. 35.
۸. کارل پوپر، علوم روش‌شناسی، منطق اکتشاف علمی، ترجمه حسین کمالی، (چاپ چهارم، ۱۳۸۸)، انتشارات علمی و فرهنگی.
۹. ریچارد وستفال، تکوین علم جدید، ترجمه رضا رضایی، عبدالحسین آذرنگ، (چاپ اول، ۱۳۷۹)، انتشارات طرح تو، صص ۳۶-۳۱.
۱۰. کالین رونان، تاریخ علم کمبریج، ترجمه حسن افشار، چاپ پنجم، (۱۳۸۵)، نشر مرکز، صص ۱۷-۲۲، ۴۷، ۴۸، ۵۵، ۵۷، ۷۸، ۷۹، ۲۵۴، ۲۵۹، ۲۸۱، ۲۸۵، ۲۸۹، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۳۲۱، ۳۲۵، ۳۳۰، ۳۳۱.
۱۱. گنجور. <https://ganjoor.net/attar/manteghotteyr/vad-towhid/sh1>
12. Deamer, D.W., *Origin of Life: What Everyone Needs to Know?* 2020: Oxford University Press.
13. Karp, G., *Cell and molecular biology: concepts and experiments.* 2009: John Wiley & Sons.
14. Prosdoci, F.a.J., Marco and Farias, *Savio, Evolution, Origin of Life, Concepts and Methods.* 2020: p. 43-54.
15. Villmoare, B., *The evolution of everything: the patterns and causes of big history.* 2022: Cambridge University Press.
16. Hopwood, N., *Haeckel's Embryos: images, evolution, and fraud.* 2020: University of Chicago Press.
۱۷. جان تایلر بانر، چرا اندازه مهم است؟ ترجمه محمدرضا توکلی صابری، (چاپ اول، ۱۳۹۰)، انتشارات مازیار، صص ۱۵، ۱۶، ۲۵، ۲۸، ۳۴، ۳۵، ۴۴-۴۸، ۵۰، ۷۶، ۷۷، ۹۷-۹۳، ۱۱۱-۱۰۵، ۱۱۷، ۱۳۲، ۱۳۳.
18. Purcell, E.M. *Life at low Reynolds number. in Physics and our world: reissue of the proceedings of a symposium in honor of Victor F Weisskopf.* 2014. World Scientific.
19. Niklas, K.J. and U. Kutschera, Kleiber's law: *how the fire of life ignited debate, fueled theory, and neglected*

- plants as model organisms*. Plant signaling & behavior, 2015. 10 (7): p. e1036216.
20. Schuster, A.J., *Understanding information*. From the Big Bang to Big Data. Cham, 2017.
21. Gandomi, A. and M. Haider, *Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics*. International journal of information management, 2015. 35 (2): p. 137-144.
22. Elgendy, N. and A. Elragal. *Big data analytics: a literature review paper*. in *Advances in Data Mining. Applications and Theoretical Aspects: 14th Industrial Conference, ICDM 2014, St. Petersburg, Russia, July 2014, 16-20. Proceedings 2014*. 14. Springer.
23. Bragazzi, N.L., et al., *How big data and artificial intelligence can help better manage the COVID-19 pandemic*. International journal of environmental research and public health, 2020. 17 (9): p. 3176.
24. Zarshenas, M.M., et al., *Mansur ibn Ilyas (1380-1422 AD): a Persian anatomist and his book of anatomy, Tashrih-i Mansuri*. Journal of Medical Biography, 2016. 24 (1): p. 67-71.
25. Berg JM, T.J., Gatto GJ, Stryer L, *Biochemistry, Macmillan Learning*. 2019: p. 15 ,46 ,78 ,112 ,156 ,198, 234 ,278 ,312 ,354 ,400 ,450.
۲۶. زیگموند فروید، تمدن و ملالت‌های آن، ترجمه محمد مبشری، (چاپ دوم، ۱۳۸۴)، انتشارات ماهی، صص ۱۷، ۳۳-۳۶، ۴۰-۴۳، ۵۲، ۶۰-۵۸، ۹۱.
۲۷. حسین سیف‌لو، تاریخچه ریاضیات، (چاپ اول، ۱۳۸۸)، ناشر: یاس نبی، فصل نهم.
۲۸. جورج سارتون، تاریخ علم، ترجمه احمد آرام، (چاپ دوم، ۱۳۴۶)، انتشارات امیرکبیر.
۲۹. سیریل لوید الگود، تاریخ پزشکی ایران و سرزمین خلافت شرقی، ترجمه باهر فرقانی، (چاپ سوم، ۱۳۸۷)، انتشارات امیرکبیر.
۳۰. جان دزدموند برنال، علم در تاریخ: پیدایش علم، انقلاب‌های علمی و صنعتی (جلد اول و دوم)، ترجمه حسین اسدپور پیرانفر، (چاپ سوم، ۱۳۸۷)، انتشارات امیرکبیر.
31. Reynolds O. XXIX. *An experimental investigation of the circumstances which determine whether the motion of water shall be direct or sinuous, and of the law of resistance in parallel channels*. Philosophical Transactions of the Royal society of London. 1883 Dec 31(174) 935-82 .

کمی دقیق تر در خصوص آزمون تورینگ در دنیای هوش مصنوعی

بهرام صادقی بی غم
گروه علوم کامپیوتر، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران
b_sadeghi_b@alzahra.ac.ir
نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

اگرچه پاسخ این سوال برای متخصصین کامپیوتر بدیهی است اما امروزه با افراد مختلفی روبرو می شویم که با شبهه در این مورد می پرسند. انتهای هوش مصنوعی که دانشمندان تعریف کرده اند کجاست؟ آزمون و یا تست تورینگ که بیش از ۷۰ سال پیش مطرح شد چیست و این که آیا هوش مصنوعی و ابزارهایی مانند ChatGPT می توانند این آزمون را پشت سر بگذارند؟ در این نوشته کوتاه تلاش می کنیم به این سوال ساده و مقدمات آن بپردازیم. در پایان مقاله، خواننده، پاسخ واضح این سوال را خواهد داد.

کلیدواژه‌گان: هوش مصنوعی، آلن تورینگ، آزمون تورینگ

مقدمه

کند. تورینگ پیش بینی کرده بود که هوش مصنوعی تا سال ۲۰۰۰ به این هدف خواهد رسید. شاید اگر آلن در ۴۲ سالگی با گاز زدن سیب سمی به زندگی اش پایان نمی داد، می توانست ما را به چنین نقطه ای در سال جهانی ریاضیات (۲۰۰۰) برساند. اما او مرد و ما به این هدف نرسیدیم. در حال حاضر چی؟ با برنامه هایی که به طور سرسام آور در بعضی چالش ها انسان را مغلوب می کنند چه؟ آیا ChatGPT می تواند از آزمون تورینگ سر بلند بیرون بیاید؟ بخش بعدی، بریده ای از مرجع [۱] است که در آن داستان واقعی، آلن تورینگ سعی می کند ذهن دوست نزدیک خود، کریستوفر، را دقیقاً مطابق با قدرت انسانی خود، باز تولید کند. اگرچه در برخی نوشته ها [۲] در خصوص کارا بودن تست تورینگ برای سنجش میزان هوشمندی سیستم ها بحث شده است اما حتی در همین مقالات نیز، به هوشمندی این آزمون تاکید می شود.

آزمون تورینگ دقیقاً چیست؟ [۱]

«آلن در ۳۸ سالگی نیز هنوز به فکر نوجوانی و به یاد کریستوفر مورکام بود. آلن فقط نبودن جسم دوست دوران نوجوانی اش را پذیرفته بود و مطمئن بود که ذهنش را در قالب جسم دیگری خواهد ساخت. او نمی خواست ماشینش بهتر از کریستوفر فکر کند

اگر چه کامپیوتر چیزی نیست که بتوان مبدا آن را به طور دقیق به شخص و تاریخ خاصی نسبت داد، اما اگر مجبور به انتخاب و نام بردن از فقط یک نفر، بعنوان مبدا تاریخی هوش مصنوعی و یا کامپیوترهای امروزی باشیم، آلن تورینگ می تواند همان یک نفر باشد. زندگی جالب آلن تورینگ در فیلم ها، کتاب ها و مستندات زیادی به تصویر کشیده شده است [۱] و در آنها می توان به زندگی پرچالش و کوتاه این ریاضیدان شلخته پرداخت. برآورد می شود که فعالیت های علمی او در جریان جنگ جهانی دوم، و اختراع ماشین بامب، توانست کدهای دستگاه رمزگذار آنیگما را بشکند، جنگ جهانی دوم را دو سال زودتر تمام کند و از کشته شدن حدود ۱۴ میلیون نفر جلوگیری کند. امروزه، ماشین تورینگ پایه و اساس کامپیوترهاست و آزمون تورینگ معروف ترین آزمونی است که خبرگان هوش مصنوعی با آن دست و پنجه نرم می کنند. تورینگ بیش از ۷۰ سال پیش آزمونی را طرح کرد که هنوز ملاک عمل است. او گفت که اگر کامپیوترهای باهوش بتوانند از این آزمون سر بلند بیرون بیایند، می توان گفت که به غایت هوش مصنوعی رسیده ایم و می توانیم برای کامپیوترهای هوشمند برنامه های دیگری بریزیم. اینجا همان مقطع تاریخی است که آینده پژوهان نگرانند که هوش مصنوعی، کنترل ناپذیر شده، نسل بشر را منقرض

واقعی معرفی کند.

در واقع در تست تورینگ، ماشین هوشمند باید به گونه‌ای به سوالات پاسخ دهد که از انسان باهوشی مانند کریستوفر غیرقابل تمایز باشد. تورینگ حدس می‌زد که چنین ماشینی تا سال ۲۰۰۰ میلادی ساخته شود. مدل برعکس تست تورینگ، امروزه تحت نام کپچا^۳ در اینترنت استفاده می‌شود و کاربردهای زیادی دارد. این عبارت مخفف کلماتی به معنای «تست تورینگ عمومی و به طور کامل اتوماتیک جهت تفکیک انسان‌ها و کامپیوترها» است. به عنوان نمونه‌ای از کپچا، حروفی در صفحه کامپیوتر ظاهر می‌شوند که به صورت‌های درهم‌ریخته و یا تودرتو و کج و معوج نوشته شده‌اند. در این مساله، از کاربر خواسته می‌شود که حروفی را که می‌بیند تایپ کند و به این شیوه، کامپیوتر تشخیص می‌دهد که کاربر، یک انسان واقعی است و نه یک ربات و برنامه کامپیوتری. استفاده از کپچا بیشتر برای تضمین امنیت در کامپیوتر و شبکه‌های کامپیوتری و دنیای اینترنت رایج است. چون ارائه اغلب سرویس‌ها برای انسان‌های واقعی بی‌خطر و آرایه همان سرویس‌ها برای رباتها، با خطر هک شدن همراه است؛ بنابراین، سرویس دهندگان خدمات مایل نیستند که کاربران ربات باشند.

بیان سوم آزمون تورینگ: صورت دیگری از بازی تقلید به این صورت است که سه بازیکن (یک ماشین، یک انسان و یک فرد دیگر به عنوان پرسش‌گر)، هر کدام در اتاق‌های جداگانه قرار دارند و پرسش‌گر سوالات خود را تایپ می‌کند. ماشین و بازیکن دوم هر دو می‌کوشند که پاسخ سوالات را به گونه‌ای بدهند که ثابت کنند انسان هستند. اگر پرسش‌گر نتواند تشخیص دهد کدام یک انسان و کدام یک ماشین است، ماشین برنده می‌شود. اگر تورینگ بتواند چنین ماشینی درست کند به کریستوفرش رسیده است. در واقع ذهن او را مجدداً ساخته و می‌تواند او را در کنار خود داشته باشد؛ کریستوفری باهوش که قرار نیست پیر و از او جدا شود. در واقع، او در دوره‌ی زندگی‌اش کریستوفر را ساخت و با او تا آخرین لحظات زندگی کرد. اما نتوانست کریستوفر ماشینی خود را به اندازه‌ی کریستوفر دوره‌ی نوجوانی باهوش کند. این وظیفه به عنوان علم هوش مصنوعی در سال‌های بعد از آلن، پیگیری شده و هم‌چنان دانشمندان زیادی مشغول ادامه‌ی راه تورینگ هستند. طبق قانون مور در مورد قدرت پردازنده‌ها و مقایسه آنها با قدرت محاسبات ذهن بشری، پیش‌بینی شده بود که قدرت ذهنی کامپیوترها در سال ۲۰۱۵ بتواند با قدرتی معادل مغز یک موش، پردازش انجام دهد. این پیش‌بینی می‌گوید که قرار است (بود) قدرت محاسباتی پردازنده‌ها در سال ۲۰۲۳ به اندازه قدرت مغز یک انسان باشد و این قدرت در سال ۲۰۴۵ به قدرتی معادل یک

و دقیقاً به دنبال ساخت مغز خود او بود. او قبول داشت که سرعت پردازش ماشین الکترونیکی می‌تواند بسیار بیشتر از انسان باشد اما او حتی اشتباهات، اختیار و حق انتخاب کریستوفر را هم در هوش مصنوعی‌اش می‌خواست. او مایل بود که ماشین محاسبه‌اش دقیقاً مثل یک انسان باهوش و دوست داشتنی باشد و خیلی سریع‌تر فکر کند.

تورینگ در زمان کار در دانشگاه منچستر، و در سال ۱۹۵۰، مقاله‌ای با عنوان «محاسبه ماشینی و هوش^۱» به چاپ رساند. او در مقاله به این موضوع پرداخت که «آیا ماشین‌ها می‌توانند فکر کنند؟» آلن، برای اینکه منظورش را دقیق‌تر بیان کند، یک بازی به نام «بازی تقلید^۲» طراحی کرد و پرسید: «آیا ماشین می‌تواند یک بازی به نام بازی تقلید را برده؟».

بیان اول آزمون تورینگ: در بازی تقلید سه بازیکن با نام‌های A، B و C وجود دارند. بازیکن A یک مرد، بازیکن B یک زن و پرسش‌گر C یک انسان (زن یا مرد) است. پرسش‌گر C، هیچ‌یک از دو بازیکن دیگر را نمی‌بیند و راه ارتباطی آن‌ها صرفاً نوشتاری (تایپ متن) است. او هیچ جزئیاتی از جنسیت دو بازیکن دیگر نمی‌داند و بازیکن‌های A و B از اطلاعات و گفته‌های هم خبر ندارند. پرسش‌گر C در تلاش است که با پرسیدن سوال از دو بازیکن دیگر، تشخیص دهد کدام یک از آن‌ها مرد است. نقش بازیکن A این است که پرسش‌گر C را فریب دهد و بازیکن B سعی می‌کند به پرسش‌گر کمک کند.

بار دیگر تورینگ به جای سوال «آیا ماشین می‌تواند فکر کند؟» سوال ساده‌تر دیگری را به این صورت مطرح کرد که «اگر در بازی تقلید، به جای بازیکن A، ماشین قرار بگیرد، آیا این ماشین می‌تواند پرسش‌گر را فریب دهد؟»

آلن این تست را با افراد علمی مطرح و منظور اصلی خود را از ساخت هوش مصنوعی بیان می‌کرد. سال ۱۹۵۲ بود که به یک برنامه‌ی رادیویی دعوت شد و در مورد ایده‌ها و ساخت مغز ماشینی صحبت کرد. آن‌چه که امروزه به عنوان تست تورینگ تعریف می‌شود، سناریوی مورد بحث تورینگ در آن برنامه‌ی رادیویی است. ایده‌ی ساده‌تر شده‌ی تورینگ که آن روز در رادیو مطرح شد در واقع با بازی تقلید یکی است.

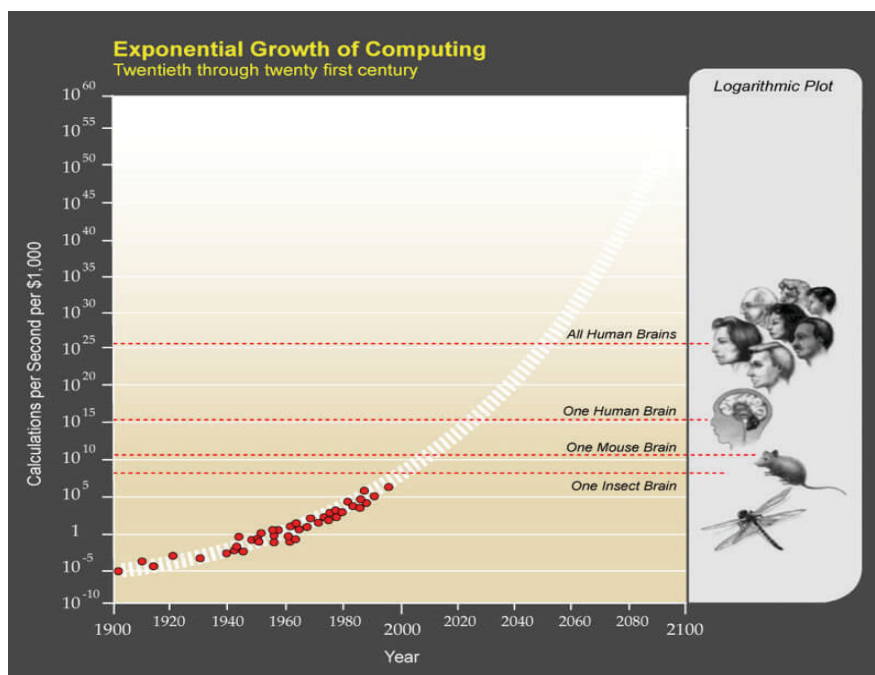
بیان دوم آزمون تورینگ: منظور آلن از تست تورینگ و نهایت هوش مصنوعی این بود که یک پرسش‌گر سوالاتی را، به صورت نوشتاری، از یک موجود پنهان بپرسد و آن موجود اگر کامپیوتر باشد بتواند پرسش‌گر را فریب داده و خودش را به عنوان یک انسان

1. Computing Machinery and Intelligence
2. Imitation game

3. Captcha (completely automated public Turing test to tell computers and humans apart)

توجهی انسان قوی‌تر خواهد بود. در خصوص پیش بینی مورد آخر، گاهی آن را سال ۲۰۲۹ نیز می‌دانند.

اجتماع انسانی برسد (شکل ۱). این به این معناست که در سال ۲۰۴۵ قدرت پردازش کامپیوتر از قدرت مغز مجموع تعداد قابل



شکل ۱. نمودار پیش‌بینی رشد قدرت محاسبات کامپیوترها در بستر زمان [۳]

۳- هوش مصنوعی

اما منظور از هوش مصنوعی دقیقا چیست؟ در این بخش به سه حالت مختلف هوش مصنوعی اشاره می‌کنیم و درک می‌کنیم که ابزارهای هوشمند فعلی توانسته‌اند در برخی از موضوعات حالت اول، بسیار باهوش‌تر از انسان عمل کنند. اما در دو حالت دیگر چطور؟

• **هوش مصنوعی محدود یا ضعیف^۱:** این نوع هوش مصنوعی تلاش برای حل مساله خاصی است و روی هدف ویژه‌ای متمرکز است. هوش مصنوعی شطرنج‌باز نمونه‌ای از این نوع است که این روزها قوی‌ترین بازیکن‌ها را هم شکست می‌دهد. او همچنین می‌تواند بعضا با باخت‌های عمدی، بازی را طوری پیش ببرد که طبق آزمون تورینگ متوجه انسان بودن یا نبودن آن نشویم.

• **هوش مصنوعی جامع، عمومی یا قوی^۲:** در این نوع هوش مصنوعی، انتظار از سیستم هوشمند این است که بتواند هر کار فکری را که انسان قادر به انجام آن است به خوبی انسان انجام دهد. انتظار می‌رود که بتوان با او در زمینه‌های مختلفی صحبت کرد و پاسخ گرفت. لازم به ذکر است که تورینگ آزمون خود را صرفا مبتنی بر متن تایپ شده قرار داده است و محدودیت‌هایی مثل رنگ، تُن صدا و بینایی، تشخیص بو و لمس کردن و ...

خارج از بازی تقلید هستند. جدای از میزان باهوشی سیستم، آیا امروز کامپیوترهایی داریم که در هنگام گپ و گفت متنی، نتوانیم تشخیص دهیم که او یک کامپیوتر و یا یک انسان است؟

• **فرا هوش^۳:** این نوع هوش مصنوعی، منظور اصلی مقاله نیست و آزمون تورینگ در این خصوص بیان نمی‌شود. این نوع هوش بیشتر به تخیلات و فیلم‌های تخیلی مربوط است که ممکن است بخش‌هایی از آن در آینده عملیاتی شوند. در این نوع هوش، سیستم هوشمند می‌تواند فراتر از انسان باهوش باشد.

منظور دانشمندان و محققین هوش مصنوعی و در راس آنها آلن تورینگ از هوش مصنوعی، نوع دوم آن یعنی هوش مصنوعی عمومی است. اکنون می‌توان به سوال اصلی مقاله پاسخ منفی داد. هنوز راه درازی در پیش داریم که کامپیوتر هوشمند در اتاقی در بسته به صورت متنی با انسان مکالمه کرده، با گول زدن او، خود را به عنوان یک انسان جا بزند.

نتیجه‌گیری

سوالی که در این مقاله مطرح شد، ظاهرا متفاوت با این سوال است که آیا کامپیوتر می‌تواند فکر کند؟ [۴] اما در واقع منظور از فکر

1. Artificial Narrow Intelligence (ANI)
2. Artificial General Intelligence (AGI)

3. Artificial Super Intelligence (ASI)

کردن در این مقالات، رسیدن تفکر ماشین به سطح انسانی است. تلاش کردیم مفهوم آزمون و یا تست تورینگ را با سه بیان مختلف و مشابه، بازگو کنیم و ضمن معرفی سه حالت هوش مصنوعی؛ خواننده را به پاسخ این سوال برسانیم که آیا هوش مصنوعی (عمومی) توانسته است از آزمون تورینگ سربلند بیرون بیاید؟

منابع

۱. آلن تورینگ: پدر هوش مصنوعی و کامپیوترهای امروزی، بهرام صادقی بی غم، انتشارات گوتنبرگ، ۱۴۰۱
2. Gonçalves, Bernardo. «The Turing test is a thought experiment.» *Minds and Machines* 33.1: (2023) 1-31
3. Kurzweil, Ray. «The singularity is near.» *Ethics and emerging technologies*. London: Palgrave Macmillan UK, 2005. 393-406 .
4. Gonçalves, Bernardo. «Can machines think? The controversy that led to the Turing test.» *AI & SOCIETY* 38.6 (2023): 2499-2509 .

معادل‌ها یا برابر نهادهای فارسی اصطلاحات علمی: ابزارهایی شناختی - آموزشی

گفت‌وگو با دکتر رضا عطاریان
اصطلاح‌شناس و پژوهشگر ارشد گروه واژه‌گزینی فرهنگستان زبان و ادب فارسی

R.Rasooli.M@ut.ac.ir

نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

گفت‌وگوی حاضر توسط آقای رادمان رسولی مهربانی، پژوهشگر حوزه سیاست‌گذاری زبان فارسی و مدیر اندیشکده زبان و ادبیات فارسی زفان، در شهریورماه ۱۴۰۳ صورت گرفته و برای انتشار در اختیار نامه علوم پایه نهاده شده است. باتوجه به جامعیت و ژرفای پاسخ‌های دکتر عطاریان به شماری از سؤالات مهم و رایج پیرامون اهمیت واژه‌گزینی فارسی در برابر اصطلاحات علمی و به‌ویژه نقش آن در بهینه‌سازی آموزش علوم و توسعه علمی کشور که با اهداف و رویکردهای عمده نامه علوم پایه نیز همسویی دارد، متن این مصاحبه در اینجا ارائه گردیده است.

زبان را به خود جلب می‌کند. افراد اگر احساس کنند زبانشان در معرض خطر قرار گرفته، ناخودآگاه عکس‌العمل‌هایی در جهت حفظ آن انجام می‌دهند. از نظر تاریخی به‌عنوان یکی از شاخص‌ترین نمونه‌ها می‌توان به زبان بنگالی اشاره کرد. مقاومت این زبان در برابر سلطه‌جویی سیاست‌زاد زبان اردو، به جنبشی هویت‌جویانه در عرصه زبان بنگالی منجر شد و سبب گردید یونسکو بعد از استقلال بنگلادش با نگاهی فراشمول به مسئله نگرینسته، به‌منظور کمک به تنوع زبانی و فرهنگی در سال ۱۹۹۹ روز بیست و یکم فوریه را به‌عنوان «روز جهانی زبان مادری» اعلام کند.

فراز و فرودهای تاریخی زبان فارسی و مقاومت آن در برابر زبان‌های مهاجم نیز در برهه‌های تاریخی مختلف منجر به جنبش‌های ملی - زبانی آشکار و پنهانی شده که درنهایت پایداری و بقای این زبان را رقم زده و امروزه آن را در زمره یکی از سه زبان کلاسیک دنیا در کنار زبان‌های سانسکریت و یونانی قرار داده است.

- اساساً گونه علمی زبان چه ویژگی‌های خاصی دارد که آن را از زبان طبیعی متمایز می‌کند؟

در حوزه‌های موضوعی تخصصی یا همان علوم و فنون مختلف، از میان نقش‌های شش‌گانه‌ای که رومن یاکوبسن (Roman Jakobson) برای زبان قائل شده، نقش ارجاعی زبان از همه برجسته‌تر است. یعنی زبان در ساحت علم بیش از هر چیز وسیله‌ای برای خلق و انتقال مفاهیم علمی است. بنابراین طبیعی است که رویکرد احساسی و «سلامت‌گرا» که درمورد کلیت زبان فارسی وجود داشته و دارد، در گونه علمی زبان کمتر موضوعیت داشته

- اجازه بدهید بحث را با این سؤال آغاز کنیم که اصلاً آیا واژه‌گزینی در روند طبیعی تحولات زبان خلی ایجاد نمی‌کند و آیا در کشورهای دیگر نیز اقداماتی مشابه با فعالیت‌های فرهنگستان زبان و ادب فارسی انجام می‌گیرد؟

ضرورت دارد درابتدا حساب گونه علمی زبان فارسی را از سایر گونه‌های زبانی ازجمله ادبی، رسانه‌ای، عامیانه و غیره جدا کنیم. شاید بتوان گفت برنامه‌ریزی در سطح گونه‌های یادشده درمقایسه با گونه علمی ناخودآگاه‌تر و خودکارتر (یعنی بدون برنامه‌ریزی) است. اصولاً برنامه‌ریزی زبان (language planning) عبارت است از «دخاله آگاهانه در امر زبان به‌منظور آماده کردن آن برای اهداف و مقاصد معین».

نهاد برنامه‌ریزی زبان در ایران به‌صورت سنتی فرهنگستان بوده است. در سایر کشورها نیز سازمان‌های مشابهی تحت اسامی مختلف به تقویت، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی زبان ملی خود می‌پردازند. مثلاً در ترکیه، مسئولیت رسمی برنامه‌ریزی زبان بر عهده «بنیاد زبان ترکی» (Türk Dil Kurumu) است. در پاکستان نیز نهادی رسمی به نام «نهاد ارتقاء زبان ملی» (اداره فروغ قومی زبان) (National Language Promotion Department) عهده‌دار مسئولیت یادشده است.

عمدتاً برنامه‌ریزی زبان با سه رویکرد «برنامه‌ریزی شأن» (status planning)، «برنامه‌ریزی پیکره» (corpus planning) و «برنامه‌ریزی آموزش» (acquisition planning) صورت می‌گیرد. شأن زبان، اولین چیزی است که توجه گویش‌وران یک

باشد. برنامه‌ریزی در گونه علمی زبان بیشتر «کارکردگرا» و «ابزارگرا» است. یعنی به جای نگرانی از وضعیت سلامت این گونه زبانی، باید کارایی و کارآمدی آن را برای بیان مفاهیم علمی در نظر داشته باشیم. واقعیت آن است که رویکردهای سلامت‌گرا به زبان از نظر انتزاعی، سطحی‌ترند و پیش و بیش از همه حسگرهای زبانی - فرهنگی «توده مردم» را برانگیخته، ایشان را وادار به عکس‌العمل‌های خودآگاه یا ناخودآگاه به صورت تغییر رفتار زبانی می‌کند.

آنچه بیش از همه محور فعالیت‌های واژه‌گزینی فرهنگستان را تشکیل می‌دهد، واژه‌گزینی در حوزه زبان علم است. بنابراین همان گونه که گفته شد تلاش می‌شود که با مقداری فاصله گرفتن از رویکرد «سلامت‌گرا» علاوه بر بهره‌گیری از امکانات زبان معیار، از همه امکانات زبانی موجود از جمله «بوم‌گویه‌ها» (زبان‌ها و گویش‌های بومی) و «نیاگوویه‌ها» (زبان‌های ایرانی باستان و فارسی میانه که فارسی امروزی نتیجه سیر تحولی آن‌هاست) به شکل مقتضی استفاده شود تا بتوان گونه علمی توانمند و کارآمدی را طراحی کرد.

- بعضی معتقدند که طرح و وضع برابرنهادهای فارسی برای اصطلاحات علمی غیرفارسی عاملی بازدارنده در مسیر پیشرفت علمی است. به نظر شما این دیدگاه تاجه‌اندازه می‌تواند واقع‌بینانه باشد؟

براساس فرضیه «نسبیت زبانی» (linguistic relativity) که توسط دو زبان‌شناس آمریکایی ساپیر (Sapir) و وورف (Whorf) مطرح شده، زبان و اندیشه رابطه تنگاتنگی با هم دارند و چنان درهم تنیده‌اند که برخلاف عقیده عمومی که زبان را صرفاً وسیله‌ای برای ارتباط می‌داند، می‌توان گفت زبان شکل‌دهنده تفکر است. کشف و تبیین جهان و به تبع آن توسعه علمی به تفکر منطقی نیاز دارد و لازمه تفکر منطقی وجود یک زبان کارآمد و توانا است.

درحقیقت، زبان علم و توسعه علمی با یکدیگر پیوستگی تام دارند و توالی علت و معلولی آن‌ها ما را با چرخه‌ای معیوب مواجه می‌کند. بدین معنی که از یک طرف، یک زبان علمی کارآمد منطقی حاصل توسعه علمی است (این معمولاً از انتقادهایی است که به فرهنگستان می‌شود که تا علم در ایران توسعه پیدا نکند، نمی‌توان به زبان علمی دست یافت)، و از طرف دیگر نباید از نظر دور داشت که خود توسعه علمی نیازمند یک گونه علمی کارآمد است.

- آیا دامنه و تنوع تغییراتی که در گونه علمی و گونه طبیعی زبان صورت می‌گیرد، از نظر نوع عناصر و قواعد زبانی مورد استفاده با یکدیگر تفاوت دارد؟

از ویژگی‌های برنامه‌ریزی گونه علمی آن است که درمقایسه با گونه طبیعی، دستی بازتر و اختیاراتی بیشتر برای ایجاد تغییرات

زبانی داریم تا با ابداعات ساختاری و کارکردی، گونه علمی را با نیازهای شناختی - ارتباطی مان منطبق سازیم. به قول داریوش آشوری، گونه علمی علاوه بر اینکه تحت تأثیر زبان طبیعی است و می‌تواند از همه امکانات آن به دلخواه استفاده کند، درعین حال آزاد است که در صورت لزوم، ساز خود را کوک کند و خودمختارانه از هنجارهای زبان طبیعی فاصله بگیرد و قواعد و امکانات جدیدتری به طور خاص برای خود فراهم آورد. علت اینکه تا این حد زبان علم را آزاد می‌گذارند آن است که نیازهای زبان علم با زبان طبیعی متفاوت است. تعدد مفاهیم علمی ایجاب می‌کند که تفاوت‌های ظریف معنایی (semantic nuances) بین آن‌ها به روشنی در قالب اصطلاحات علمی متعدد و دقیق و برنامه‌ریزی شده توصیف و منعکس شوند. برای این منظور به زبانی قراردادی و چالاک نیاز داریم که در مقایسه با زبان طبیعی تنقید کمتر و کارآمدی بیشتری داشته باشد.

- سخنی که از داریوش آشوری نقل کردید، ناظر بر این است که در گونه علمی زبان فاصله‌گیری از هنجارهای گونه طبیعی مجاز قلمداد می‌شود، اما پرسشی که در اینجا مطرح می‌گردد آن است که این هنجارگریزی و شالوده‌شکنی در گونه علمی زبان چگونه اتفاق می‌افتد؟

اگر بخواهیم به مصداق از هنجارگریزی‌های زبان علم اشاره کنیم، به طور خلاصه می‌توانیم به ذکر چگونگی اصطلاح‌گزینی برای واحدها یا یکاهای بین‌المللی در دستگاه متریک بپردازیم. اعداد ۱۰۰۰ و ۱۰۰ و ۱۰ در زبان یونانی به ترتیب با واژه‌های «کیلو» و «هکتو» و «دکا» بیان می‌شوند و متناظر آن‌ها در زبان لاتین نیز به ترتیب «میلی» و «سانتی» و «دسی» است (دو مجموعه متناظر با کارکرد یکسان).

در زبان علم نیاز بوده که دو مجموعه متفاوت برای نامیدن اجزای متر (یعنی یک‌هزارم، یک‌صدم و یک‌دهم) و اضعاف متر (یعنی هزار، صد و ده) داشته باشیم. لذا به صورتی قراردادی و مصنوعی بین این دو دسته واژه‌های یونانی و لاتین که دراصل هم‌معنا هستند، تمایز قائل شده‌اند. به این ترتیب، قرارداد کرده‌اند که سه واژه یونانی (کیلو، هکتو و دکا) را برای نامیدن اضعاف متر و سه واژه متناظر لاتین (میلی، سانتی و دسی) را برای نامیدن اجزاء متر به کار ببرند.

در رابطه با هنجارگریزی گونه علمی می‌توان مثالی هم از زبان فارسی ذکر کرد. در فارسی عمومی و در زبان طبیعی شاید تنها فعل همکردی که با کلمه «نقطه» همراه شده است فعل «گذاشتن» است که به ساخت اسم مصدر «نقطه‌گذاری» منجر شده است. جالب است بدانید که در گونه علمی زبان فارسی کلمه «نقطه» همکردهای دیگری چون «یافتن» و «کردن» و «زدن» را نیز پذیرفته است. مثلاً در حوزه ریاضیات اصطلاح «نقطه‌یابی» را

آموزش مفاهیم علمی دارد، مفهوم «انگیختگی» (motivation) است. این مفهوم در علم اصطلاح‌شناسی به «ارتباط معنایی بین اجزاء یا تک‌واژه‌های یک اصطلاح و اجزاء یا مؤلفه‌های معنایی تعریف آن اصطلاح» اطلاق می‌گردد. در انگیختگی، مسیر حرکت یا از طرف مفهوم به سمت اصطلاح است (در مرحله تولید اصطلاح) که به آن «انگیختگی اصطلاح - مقصد» (onomasiological motivation) گفته می‌شود و یا از طرف اصطلاح به سمت مفهوم است (در مرحله ادراک اصطلاح) که تحت عنوان «انگیختگی مفهوم - مقصد» (semasiological motivation) شناخته می‌شود. به عنوان مثال، اگر اصطلاح «آب‌دوست» (hydrophile) را در برابر تعریف آن یعنی «ماده‌ای که آب را جذب می‌کند» در نظر بگیریم، مشاهده می‌کنیم که دو جزء تشکیل‌دهنده این اصطلاح یعنی «آب» (hydro) و «دوست» (phile) به ترتیب با دو جزء متناظر «آب» و «جذب می‌کند» در تعریف ارتباط معنایی دارد. در این حالت، می‌گوییم که «آب‌دوست» اصطلاحی انگیخته است چراکه اجزاء و مؤلفه‌های معنایی تعریف در این اصطلاح بازنمایی شده است. طبیعی است این انگیختگی به صورت اتفاقی و تصادفی به وجود نیامده، بلکه کاملاً مهندسی شده است یعنی فرد یا افرادی که اصطلاح انگیخته را ساخته‌اند، با انتخاب عناصر ساخت‌واژه‌ی مناسب که منطبق بر اجزاء و مؤلفه‌های معنایی تعریف باشد، انگیختگی موردنظر را در این اصطلاح طراحی کرده‌اند (انگیختگی اصطلاح - مقصد). از سوی دیگر، ممکن است کاربرانی با سطح دانش و نیازهای شناختی - ارتباطی متفاوت در مواجهه با این اصطلاح انگیخته، انگیختگی طراحی شده در آن را درک کرده، به تعریف و مفهوم موردنظر هدایت شوند (انگیختگی مفهوم - مقصد). مفهوم «انگیختگی مفهوم - مقصد» که در علم اصطلاح‌شناسی مطرح است، با مفهوم «شفافیت» در علم صرف مشابهت دارد. به علت نزدیکی دو مفهوم انگیختگی و شفافیت، برای درک بهتر مفهوم انگیختگی که مفهومی اعم و ناملموس‌تر است، مثالی از مفهوم شفافیت که مفهومی اخص و ملموس‌تر به شمار می‌رود، خدمتان ارائه می‌کنم.

دو واژه «چهارپایه» و «صندلی» را در نظر بگیرید. واژه «چهارپایه» را از این نظر که از شکل ظاهری واژه می‌توان به مفهوم آن پی برد، اصطلاحاً واژه‌ای «شفاف» (transparent) می‌دانیم یعنی اگر کسی واژه «چهارپایه» را از قبل نشنیده و با مصداق آن آشنایی نداشته باشد، صرفاً با تحلیل اجزاء آن یعنی «چهار» و «پایه» می‌تواند به مفهوم موردنظر پی ببرد، درحالی‌که درمورد واژه «صندلی» که اصطلاحاً آن را واژه‌ای «تیره» (opaque) می‌دانیم، این امر امکان‌پذیر نیست.

در واژه‌سازی فرهنگستانی تلاش می‌شود ضمن رعایت شفافیت و انگیختگی در واژه‌گزینی، عوامل محدودکننده انگیختگی مانند «تداعی» (association)، «تخصیص» (allocation)

داریم که تعریف آن عبارت است از «رسم کردن شکل هندسی از طریق پیدا کردن چندین نقطه از آن». در علوم نظامی نیز ما با دو فعل مرکب «نقطه کردن» و «نقطه زدن» مواجه هستیم. «نقطه کردن» به معنای «مشخص کردن مختصات نقطه‌ای برای هدف‌گیری» و «نقطه زدن» به معنای «مورد هدف قرار دادن نقطه‌ای با مختصات معین» است. تولیدات زبان علم می‌توانند به زبان عمومی نیز راه یابند. اصطلاح «موشک نقطه‌زن» که در زبان عمومی و رسانه‌ای رواج یافته، نمونه‌ای از این تبادل است.

آیا می‌توان مرزبندی مشخصی بین واژه‌های زبان طبیعی و اصطلاحات زبان علم قائل شد؟

خیر. در بسیاری از موارد با کلماتی مواجه می‌شویم که علی‌رغم شباهت ظاهری، نقش متفاوتی در این دو حوزه ایفا می‌کنند. اصولاً در تبدلات بین گونه علمی (گونه غیرخودکار یا برنامه‌ریزی شده) و گونه طبیعی (گونه خودکار یا غیربرنامه‌ریزی شده)، با دو فرآیند روبه‌رو هستیم، یکی «اصطلاح‌شدگی» (terminalization) و دیگری «اصطلاح‌زدودگی» (determinalization). اصطلاح‌شدگی به «تبدیل یک واژه عمومی به یک اصطلاح علمی» اطلاق می‌شود. مثلاً به کار بردن کلمه «آبگوشت» در حوزه میکروبی‌شناسی برای دلالت به محیط کشت مایع برای باکتری‌ها. در مقابل، اصطلاح‌زدودگی به «تبدیل شدن یک اصطلاح علمی به واژه‌ای عمومی» اطلاق می‌گردد. کلمات «واکسن» و «پهپاد» را هم می‌توان به عنوان مثال‌هایی از اصطلاح‌زدودگی ذکر کرد. دو فرآیند یادشده در همه زبان‌ها دائماً در حال وقوع هستند.

از آنجاکه در گونه علمی برای ساخت اصطلاحات مرتباً عناصر و قواعد و الگوهای جدیدی قرارداد گردیده و وضع می‌شوند، بنابراین به‌ناچار همراه با آموزش مفاهیم علمی، اصطلاحات مربوط به آن‌ها نیز می‌بایست به دانشجویان آموزش داده شود. مثلاً در رشته پزشکی سالیانه ده‌ها کتاب اصطلاح‌شناسی پزشکی (medical terminology) به زبان انگلیسی منتشر می‌شود تا با آموزش ویژگی‌های ساخت‌واژه‌ی - معنایی اصطلاحات پزشکی، دانشجویان را قادر به درک دقیق - تر اصطلاح و مآلاً مفهوم موردنظر کنند. ما نیز نباید انتظار داشته باشیم دانشجویان و متخصصان حوزه‌های موضوعی، اصطلاحات علمی فارسی را همچون واژه‌های عمومی به صورت خودکار فراگیرند و لازم است برای آموزش آن‌ها برنامه‌ریزی کنیم.

در طراحی اصطلاحات علمی به چه ظرایف و معیارهایی باید توجه داشت؟ آیا در واژه‌گزینی در فرهنگستان به این معیارها توجه می‌شود؟

در طراحی و ارزیابی اصطلاحات علمی باید معیارهای متعددی را در نظر داشت. یکی از این معیارها که نقش اساسی در سهولت

علمی از ضروریات آموزشی است و می‌تواند درک فراگیرنده را تا سطحی بهینه افزایش داده، باعث بهبود بهره‌وری آموزشی شود. به عبارت دیگر، بودنِ اصطلاحات علمی فارسی فقط یک گزینهٔ سلیقه‌ای زبانی نیست، بلکه یک عامل تعیین‌کننده در بهبود بازده نظام آموزشی است.

– آیا توجه به انگیزتگی در طراحی اصطلاحات علمی صرفاً در سطح معنا خلاصه می‌شود یا به جنبه‌های دیگری نیز معطوف است؟

به‌طور کلی، در علم اصطلاح‌شناسی، انگیزتگی شامل سه نوع انگیزتگی معنایی، آوایی و ساخت‌وآزی (صرفی) است که در معادل‌سازی فارسی برای اصطلاحات خارجی برحسب ضرورت یا به‌صورت تکی و یا به‌صورت توأم مدنظر قرار می‌گیرد. به این ترتیب، اگر علاوه بر «انگیزتگی معنایی» مانند آنچه در مورد «گلبرگ» و «نیمساز» گفته شد، «انگیزتگی آوایی» (یعنی مشابهت آوایی معادل فارسی با اصل اصطلاح انگلیسی) را نیز در نظر داشته باشیم، احتمال پذیرش نوآژه از طرف کاربران بالا می‌رود. به‌عنوان مثال، چند نمونه از واژه‌هایی را که اصطلاحاً با شیوهٔ «جورسازی آوایی – معنایی» (phonosemantic matching) ساخته شده و تاحدی بخت پذیرش عام یافته‌اند خدمتان ارائه می‌کنم: «تنش» در برابر «tension»، «چالش» در برابر «challenge» و «پی‌جو» در برابر «pager».

فرهنگستان اخیراً با همین رویکرد معادل فارسی «فراتاز» را در برابر اصطلاح «متاستاز» در حوزهٔ پزشکی برگزیده است. معادل یادشده، علاوه بر دلالت معنایی مناسب یعنی بازنمایی عبارت «تاختن و حمله کردن یاخته‌های سرطانی به نقاط دورتر از کانون اصلی آن»، از نظر آوایی نیز به اصطلاح انگلیسی «متاستاز» بسیار شبیه است و بنابراین می‌توان به پذیرش و جاافتادن آن در جامعهٔ کاربران، امید بیشتری داشت.

در جهان امروز نقش شناختی و ارتباطی اصطلاحات علمی که در زبان انگلیسی «term» نامیده می‌شوند به گونه‌ای است که علم مستقلی به نام علم اصطلاح‌شناسی (terminology) به‌عنوان زیرمجموعهٔ زبان‌شناسی کاربردی شکل گرفته است. علم اصطلاح‌شناسی بنا به تعریف عبارت است از «شناخت مفاهیم علمی و روابط آن‌ها با یکدیگر و همچنین اصطلاحات مرتبط با هر یک از آن‌ها».

– اصطلاح‌شناسی از چه زمانی به‌عنوان یک حوزهٔ تخصصی علمی مستقل مطرح شد؟

از نظر تاریخچه، می‌توان گفت که علم اصطلاح‌شناسی از اواسط دههٔ ۳۰ میلادی به‌وسیلهٔ اویگن ووستر (Eugen Wüster) اتریشی که مهندس برق و درعین حال متخصص زبان اسپراتو

و «همایندپذیری» (collocability) نیز در نظر گرفته شود. به عبارت دیگر، دستیابی به هدایت مفهومی مطلوب نیازمند مدیریت انگیزتگی است. مثلاً فرهنگستان اول اگر در برابر اصطلاح «fleet» انگلیسی، «کشتیگان» را به جای «ناوگان» تصویب می‌کرد، علی‌رغم این که «کشتیگان» شفاف‌تر و انگیزخته‌تر است، از نظر همایندپذیری محدودیت‌های بیشتری دارد و امروزه نمی‌توانستیم آن را به جای «ناوگان» در ترکیب‌ها و همایندهایی مانند «ناوگان اتوبوس‌رانی» و یا «ناوگان هوایی» به کار ببریم چراکه در آن صورت با تعارض شناختی (cognitive conflict) مواجه می‌شدیم. یعنی باهم‌آیی کشتی و اتوبوس یا کشتی و هواپیما باعث ایجاد تناقض و درک‌ناپذیری این اصطلاحات می‌شد. بنابراین ملاحظه می‌کنید که فرآیند واژه‌گزینی بسیار پیچیده‌تر از آن چیزی است که به نظر می‌رسد.

– شما درباره تاریخ واژه‌گزینی و اصطلاح‌شناسی در ایران هم پژوهش مفصلی انجام داده‌اید. آیا طراحی برابرنهادهای شفاف برای اصطلاحات علمی در زبان فارسی پیشینه دارد؟

در اکثر موارد، وام‌واژه‌ها یا همان واژه‌های خارجی در بافت زبان علمی فارسی واژه‌هایی تیره هستند، یعنی دانشجویان و دانش‌آموزان نمی‌توانند از ظاهر آن‌ها و تحلیل روابط معنایی اجزاء آن‌ها به مفهوم موردنظر هدایت شوند. فرض کنید اگر دو اصطلاح گیاه‌شناسی «پتال» (petal) و «سپال» (sepal) در فرهنگستان اول معادل‌گذاری فارسی نشده بودند و دانش‌آموزان مجبور بودند از این دو وام‌واژهٔ تیره به جای معادل‌های فارسی و شفافی چون «گلبرگ» و «کاسبرگ» استفاده کنند، تاجه‌اندازه آموزش مفاهیم یادشده مشکل‌تر می‌شد.

از همین دست است استفاده از واژهٔ «نیمساز» که در فاصلهٔ سال‌های ۱۳۱۴ تا ۱۳۲۰ توسط فرهنگستان اول در برابر اصطلاح انگلیسی «bisector» معادل‌گذاری شد. کاملاً واضح است برای دانش‌آموزی که معمولاً در سال چهارم ابتدایی با مفهوم نیمساز آشنا می‌شود، تاجه‌اندازه این واژه شفاف است و وی را به سادگی به مفهوم موردنظر که عبارت است از «خطی که زاویه را به دو نیمهٔ مساوی تقسیم می‌کند» هدایت می‌نماید.

– بنابراین آیا می‌توان از برابرنهادهای شفاف فارسی به عنوان ابزاری مؤثر در بهینه‌سازی فرآیند آموزش مفاهیم علمی بهره گرفت؟

بله همین‌طور است. به بیان فنی می‌توان گفت که واژهٔ شفاف و انگیزختهٔ فارسی نقش یک واسطهٔ شناختی بین اصطلاح انگلیسی و مفهوم موردنظر را بازی می‌کند و در نتیجه مسیر یادگیری و یادسپاری مفهوم و اصطلاح وابسته به آن را برای فراگیرنده هموار می‌سازد. بنابراین، مشاهده می‌کنید که فارسی کردن اصطلاحات

باورهای فرهنگی نادرست است. این کلیشه‌ها معمولاً چارچوب‌های فکری بسته‌ای هستند که تحت تأثیر زمینه‌های فرهنگی و شناخت‌مایه‌ها و «الگوهای شناختی آرمانی‌شده» (idealized cognitive models) خاص هر جامعه‌ای شکل می‌گیرند و چنان انعطاف‌ناپذیرند که معمولاً نگرش‌ها و قضاوت‌های ناخواسته‌ای را رقم زده، پیش‌داوری‌هایی را به افراد دیکته می‌کنند که مانع از تفکر و قضاوت منطقی آن‌ها در مورد موضوعاتی خاص می‌شوند.

مرحوم دکتر محمد طباطبایی، زبان‌شناس و مؤلف آثار متعددی عمدتاً در حوزه‌های اصطلاح‌شناسی و فرهنگ‌نگاری است. از جمله آثار ایشان، فرهنگ پزشکی دوجلدی چاپ بنیاد فرهنگ ایران است که شاید بتوان آن را متمایزترین فرهنگ پزشکی در ایران بعد از فرهنگ دارویی پزشکی و مردم‌شناختی شلیمر در حدود ۱۷۰ سال پیش دانست. وی در مقاله‌ای درمورد واژه‌گزینی و مشکلات و موانع آن در ایران از دو کلیشه اجتماعی به‌عنوان عوامل بازدارنده برای قبول و پذیرش نوواژه‌ها از طرف جامعه، به این ترتیب نام می‌برد: اول این که مردم برای اصطلاحات علمی انگلیسی شأنی اسطوره‌ای و غیرقابل‌رقابت قائل هستند و دوم این که در نقطه مقابل، زبان فارسی را فاقد هرگونه توانایی لازم برای تبدیل شدن به زبان علم می‌دانند. این دو باور غلط از آغاز واژه‌گزینی فارسی در دوران معاصر همواره به‌عنوان موانع اصلی برای پذیرش و به‌کارگیری معادل‌های علمی فارسی بوده‌اند. شاید لازم باشد هم‌زمان با فعالیتهای مرتبط با برنامه‌ریزی زبان و واژه‌گزینی و اصطلاح‌شناسی فارسی، سیاست‌هایی در پیش گرفته شود که این کلیشه‌های غلط ذهنی با بینش و نگرش منطقی و بی‌طرفانه جایگزین گردند. به‌این ترتیب، قادر خواهیم شد که با بالابردن سطح آگاهی و هوشیاری زبانی (language awareness) مردم به‌ویژه گروه‌های هدف و مرجع یعنی دست‌اندرکاران بخش‌های آموزشی و پژوهشی، نگرش آن‌ها را نسبت به قابلیت‌های زبان علمی فارسی ارتقاء دهیم.

– به کلیشه‌های اجتماعی و باورهای فرهنگی نادرست به‌عنوان یکی از دلایل عدم پذیرش برابرندهای فارسی از طرف گروه مخاطب این واژگان اشاره کردید. چه عوامل و موانع دیگری را در این خصوص دخیل می‌دانید؟

یکی دیگر از مواردی که مانع تقویت گونه علمی زبان فارسی است، استقلال قائل نشدن برای گونه علمی زبان است. اگر بخواهیم با شاخص‌ها و معیارهای سایر گونه‌ها از جمله معیارهای گونه ادبی در مورد زبان علمی فارسی قضاوت کنیم، قطعاً به خطا خواهیم رفت. به‌عنوان مثال، سال‌هاست که اصطلاحی تحت‌عنوان «گرفتن دارو» در جامعه پزشکی فارسی‌زبان جا افتاده است. هرچند این اصطلاح تحت‌تأثیر ترجمه وارد زبان فارسی شده، درحقیقت یک خلأ مفهومی – واژگانی را در زبان تخصصی پزشکی فارسی پر کرده

بود بنیان‌گذاری شد. علاوه بر مکتب وین که ووستر بنیان‌گذار آن بود، با فاصله‌ای کم مکتب مسکو نیز شکل گرفت. مکتب‌های وین و مسکو که رویکرد آن‌ها استانداردسازی بود، تحت عنوان مکاتب کلاسیک اصطلاح‌شناسی شناخته می‌شوند. در مراحل بعد مکاتبی مثل مکتب کاتالان در اسپانیا و کبک در کانادا شکل گرفتند. امروزه مکاتب اصطلاح‌شناسی براساس رویکردهایشان تقسیم‌بندی و نام‌گذاری می‌شوند مثلاً مکاتب «ارتباطی» و یا «شناختی» و غیره.

– طبق پژوهش‌های شما، پیشینه اصطلاح‌شناسی در ایران به چه زمانی برمی‌گردد؟

آنچه از آن تحت عنوان واژه‌گزینی رسمی در ایران یاد می‌شود، پیشینه‌اش به مجلس آکادمی (در سال ۱۲۸۳ شمسی یعنی دو سال قبل از امضای فرمان مشروطیت توسط مظفرالدین شاه) برمی‌گردد. این جریان را می‌توان نوعی اصطلاح‌شناسی عملی و کاربردی به حساب آورد.

درحقیقت، علم اصطلاح‌شناسی در معنای واقعی آن هم‌زمان با شروع فعالیت‌های فرهنگستان سوم در اواخر دهه ۶۰ شمسی به ایران وارد شد، اما آموزش آن به‌طور رسمی در سطح کارشناسی ارشد از سال ۱۳۹۴ در پژوهشکده مطالعات واژه‌گزینی در فرهنگستان زبان و ادب فارسی آغاز گردید که تا به امروز ادامه دارد. کشورهای پیشرفته‌ای مانند چین و فنلاند و ایسلند نه‌تنها در زمینه دانش نظری اصطلاح‌شناسی (terminology science) به‌معنای اعم آن فعالیت می‌کنند، بلکه در زمینه کار اصطلاح‌شناسی (terminology work) که در برخی موارد شبیه به فعالیت‌های واژه‌گزینی در ایران است نیز تجربه‌های گسترده‌ای در سطح کاربردی و دانشگاهی دارند. امروزه در فنلاند حتی بخش خصوصی نیز فعالانه پا به عرصه اصطلاح‌شناسی گذاشته است.

– چنان‌که گفتید واژه‌گزینی برای اصطلاحات علمی کارکردهای ملموسی دارد و فعالیت‌های علمی را تسهیل و تسریع می‌کند. بااین‌همه به نظر شما چرا مردم بعضاً در برابر پذیرش برابرندهای فارسی واژه‌های بیگانه مقاومت می‌کنند؟

آسیب‌شناسی مسائل اصطلاح‌شناسی و واژه‌گزینی در ایران را می‌توان از دو منظر متقابل بررسی کرد. درحقیقت، این آسیب‌شناسی ازسویی متوجه برنامه‌ریزان زبان و سیاست‌گذاری‌های آنان است و ازسوی دیگر جامعه هدف و زمینه‌های جامعه‌شناختی – روان‌شناختی آن، به‌طوری‌که حتی به بهترین سیاست‌گذاری‌های زبانی نیز مجالی برای رویندگی و بالندگی نمی‌دهد. سؤال شما دقیقاً به بخش دوم آسیب‌شناسی واژه‌گزینی در ایران برمی‌گردد و برای پاسخ به آن باید ابتدا مبحثی از جامعه‌شناسی را مطرح کنم که به موضوع ما کاملاً مرتبط است و آن مسئله کلیشه‌های اجتماعی و

– اشاره کردید که پاره‌ای از مسائل مرتبط با آسیب‌شناسی واژه‌گزینی در ایران به نهادهای برنامه‌ریزی زبان برمی‌گردد. در این بخش چه مشکلاتی وجود دارد؟

در این رابطه مخاطب‌گزینی نامناسب را شاید بتوان به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین موارد مطرح کرد. گروه هدف فرهنگستان در-مورد نوواژه‌های علمی فارسی باید گروهی باشد که بیشترین نیاز شناختی و ارتباطی را به معادل‌های فارسی داشته باشد. درحقیقت، عمده سرمایه‌گذاری مادی و معنوی فرهنگستان باید روی گروهی باشد که همان‌طور که ذکر شد، به‌علت نیاز بیشتر، پذیرا تر بوده و درعین‌حال از دید جامعه‌شناسی «گروه مرجع» به شمار آید. اگر نوآوری‌های زبانی و واژگانی در بین گروه‌های مرجع پذیرفته شده و تثبیت شوند، «گروه‌های پیرو» در جامعه به‌صورت خودکار و ناخودآگاه از تغییرات زبانی به‌وجودآمده در گروه مرجع پیروی می‌کنند. مثلاً در حوزه دندان‌پزشکی نوعی دندان مصنوعی ثابت وجود دارد که دندان‌پزشکان حالت تکی آن را «روکش» (crown) با معنای تحت‌اللفظی «تاج» و حالت‌های سه‌تایی و یا بیشتر را «بریج» (bridge) با معنای تحت‌اللفظی «پل»، به دلیل اینکه مانند پلی دندان‌های پایه دو طرف ناحیه بی‌دندان را به هم وصل می‌کند) می‌گویند. اگر درمورد دو اصطلاح فوق دندان‌پزشکان را گروه مرجع بگیریم و سایر افراد غیردندان‌پزشک را گروه پیرو، بنابراین انتظار داریم که گروه پیرو از گروه مرجع تبعیت کنند و دقیقاً همان اصطلاحات گروه مرجع را به کار ببرند. گروه پیرو تمایلی به مثلاً تبدیل اصطلاح فارسی «روکش» به اصطلاح انگلیسی آن یعنی «crown» و یا برعکس تغییر اصطلاح انگلیسی «bridge» و جایگزینی آن با کلمه فارسی «پل» ندارد.

پس باید این واقعیت را پذیرفت که فرهنگستان باید به‌جای صرف وقت و هزینه بر روی جمع وسیعی از مخاطبان عام، بر روی هوشیاری زبانی و نگرش‌های اصطلاح‌شناختی گروه محدودتری تحت عنوان گروه مرجع کار کند. تغییر گرایش گروه‌های مرجع و افزایش پذیرش آن‌ها نسبت به استفاده از اصطلاحات علمی فارسی می‌تواند به شکلی کاملاً فزاینده در سطح کل جامعه بازتاب داشته باشد و به‌صورت تصاعدی گروه‌های پیرو را تحت تأثیر قرار دهد. بدین‌ترتیب فرهنگستان با هدف‌گذاری دقیق، نه‌تنها با مقاومت کمتری مواجه می‌شود، بلکه بر روی طیف وسیع‌تری از مخاطبان به‌صورت خودکار و غیرمستقیم و با زحمت و هزینه‌کرد کمتری اثرگذار خواهد بود. درواقع، گروه مرجع فرهنگستان که براساس حداکثر نیاز شناختی – ارتباطی انتخاب می‌شود، بیش از همه به سودمندی نوواژه‌ها واقف است، زیرا ایشان مستقیماً با مفاهیم و شبکه‌های مفهومی سروکار دارند و اصطلاح شفاف و انگیزنده

است، به این صورت که به‌عنوان یک اصطلاح پوششی (cover term) برای اطلاق به همه انواع و اشکال مختلف مصرف دارو (اعم از خوراکی، تزریقی، شیاف و...) به کار می‌رود. احتمالاً بسیاری از ادبا فعل مرکبی چون «دارو گرفتن» را غیرفصیح و خلاف قاعده می‌دانند، ولی واقعیت آن است که این اصطلاح سال‌هاست که در زبان تخصصی پزشکی فارسی راه خود را باز کرده و جا افتاده است اینکه زبان علمی در مقایسه با زبان عمومی غیرعادی به نظر برسد امری طبیعی است. من مثالی تاریخی خدمتان ذکر می‌کنم تا بدانید که گرایش به فارسی کردن زبان علم از هزار سال پیش نیز موافقان و مخالفانی داشته و در برخی موارد حتی منجر به کشمکش و مجادله هم می‌شده است. می‌دانید که قرن ۴ تا ۶ هجری دوره‌ای است که در آن جنبش فارسی‌نویسی علمی آغاز شده بود که هرچند محدود ولی چون نه‌ری باریک به‌موازات جریان اصلی عربی‌نویسی به حیات خود ادامه می‌داد. ابن‌سینا یکی از پیشروترین و نواندیش‌ترین افراد در این زمینه بود. وی در کنار آثار بزرگی چون شفا و قانون که به عربی نوشته، اثر بسیار مهمی همچون دانشنامه‌عالایی را به درخواست حاکم اصفهان علاءالدوله کاکویه، با رویکرد ساده‌نویسی و ترویج علم به نگارش درآورد. او در این کتاب به‌طرز حیرت‌آوری توانایی خود در آفرینش اصطلاحات علمی فارسی را به نمایش گذاشته است، مثلاً وی اصطلاحات فارسی‌ای چون دیداری، گرایستن، میانگین، توانش و گونه را به‌ترتیب دربرابر واژه‌های مرئی، میل کردن، واسطه، قدرت و نوع به کار برده است.

در همان زمان فردی به نام شهردان بن ابی‌الخیر رازی به‌شدت رویه فارسی‌سازی اصطلاحات عربی توسط ابن‌سینا را زیر سؤال می‌برد و با تعبیر «فارسی مطلق ویژه» (همان چیزی که امروزه «سره‌گرایی» می‌نامند) از فارسی‌نویسی وی انتقاد نموده، ادعا می‌کرد که برخلاف آنچه ابن‌سینا به‌عنوان علت برای رویه فارسی‌سازی خود ذکر کرده، یعنی آسان‌سازی علم برای همه، نه‌تنها این امر صورت نگرفته بلکه فهم واژه‌های فارسی او از معادل‌های عربی‌شان هم سخت‌تر است. وی با این دیدگاه به‌شدت انتقادی، دست به تألیف کتابی زد که از نظر خودش اعتدال زبانی داشت و آن را تحت عنوان نزهت‌نامه‌عالایی به‌مثابه پاسخی به دانشنامه‌عالایی ابن‌سینا به علاءالدوله تقدیم کرد. نکته اینجاست که ابی‌الخیر رازی و بسیاری از معاصران ابن‌سینا غافل از آن بودند که جریان تازه‌ای را که ابن‌سینا به راه انداخته بود، درواقع طراحی یک نظام سامان‌مند برای زبان علمی فارسی بود که جز چند دانشمند دیگر، ازطرف جامعه علمی آن زمان مورد قبول قرار نگرفت. بدین‌ترتیب، عملاً جنبش فارسی‌نویسی علمی از قرن ششم به بعد رو به افول گذاشت.

همه جوانب یعنی تفاوت‌های ظریف معنایی اعضای یک شبکه مفهومی دیده شود و ازسوی دیگر از الگویی واحد و هماهنگ برای معادل‌گذاری آن‌ها استفاده گردد. واضح است که این هماهنگی در ساخت و شکل ظاهری واژه‌ها تا حد زیادی به آموزش و همچنین یادگیری و یادسپاری آن‌ها کمک می‌کند.

حال توجه شما را به مثال دیگری از حوزه پزشکی تحت عنوان شبکه مفهومی روش‌های تصویربرداری پزشکی جلب می‌کنم. در این شبکه بیشتر اصطلاحات مرتبط با روش‌های مختلف تصویربرداری پزشکی دارای الگوی ساخت‌واژی و عمومی مشترکی به‌صورت «x - نگاری» است. متغیر x در این ترکیب به سازوکار و عامل ایجادکننده تصویر اشاره می‌کند و جزء دوم ترکیب یعنی «- نگاری» جزء ثابتی است که به مفهوم مطلق تصویربرداری دلالت دارد. به‌عنوان مثال، کلمه «پرتونگاری» (radiography) را در نظر بگیرید. جزء اول این ترکیب یعنی «پرتو» به پرتو ایکس یا همان اشعه ایکس اشاره دارد که درحقیقت عامل ایجادکننده تصویر است و کل ترکیب به‌معنای تصویربرداری توسط پرتو یا اشعه ایکس است. ببینید شما کافی است که با الگوی کلی نام‌گذاری اعضای این شبکه مفهومی آشنا شوید. بعد از آن به‌راحتی می‌توانید با همین الگو واژه جدید بسازید یا اگر با واژه جدیدی مواجه شدید، آن را درک کنید. به‌عنوان مثال، در مواجهه با اصطلاح «صوت‌نگاری» (sonography) که خلاصه‌شده عبارت کامل‌تر «فراصوت‌نگاری» (ultrasonography) است، می‌توان مفهوم آن یعنی تصویربرداری با بهره‌گیری از امواج فراصوتی را استنباط کرد.

اکنون اگر با یک اصطلاح کاملاً جدید و بی‌سابقه مانند «مغناطیسی» یا «مغناطیسی» مواجه شوید با استفاده از الگویی که ذکر شد، حدس شما چیست؟ اگر جزء اول یعنی پیشوندواژه‌های علمی «مغنا -» یا «مغناط -» را که به «مغناطیس» دلالت می‌کنند در نظر بگیرید، به‌راحتی می‌توانید حدس بزنید که این اصطلاح به نوعی روش تصویربرداری اشاره دارد که در آن عامل ایجادکننده تصویر، مغناطیس یا میدان مغناطیسی است. سودمندی این اصطلاح را به‌راحتی می‌توان در سطوح ارتباطی نیمه‌تخصصی و غیرتخصصی حس کرد. در این سطوح، افراد با کمترین زحمت با شنیدن اصطلاح «مغناطیسی» / «مغناطیسی» تا حدود زیادی به مفهوم آن یعنی تصویربرداری به کمک میدان مغناطیسی هدایت می‌شوند. درواقع، در این حالت با یک واژه انگیزنده و شفاف فارسی روبه‌رو هستیم که مخاطب غیرمتخصص بدون سابقه قبلی می‌تواند به‌طور نسبی مفهوم آن را دریابد. برای فرد غیرمتخصص به‌جای به‌کارگیری معادل‌های فارسی یادشده، گزینه دیگر می‌تواند استفاده از وام‌واژه غیرانگیزنده «ام‌آر‌آی» (MRI) باشد که دراصل شکل اختصاری

به‌صورتی مؤثر آن‌ها را به سمت مفهوم هدایت می‌کند. لذا برخلاف تصور عمومی، فارسی‌سازی اصطلاحات در سطح ارتباط تخصصی - آموزشی (یعنی در جریان آموزش به دانشجویان و دانش‌آموزان) بیشترین کارایی را دارد.

- با این توضیحات، چرا بعضاً متخصصان حوزه‌های علمی هم در برابر کاربرد برابرین‌های فارسی اصطلاحات علمی مقاومت می‌کنند؟

به نظر من یکی از عللی که متخصصان حوزه‌های علمی مختلف اهمیت شناختی - آموزشی اصطلاحات فارسی را آن‌گونه که بایسته و شایسته است درک نمی‌کنند، نداشتن دید نظام‌مند و شبکه‌ای به اصطلاحات علمی و مفاهیم وابسته به آن - هاست. شایان ذکر است که در حوزه‌های مختلف علمی مفاهیم به‌صورت منفرد نیستند بلکه به‌صورت شبکه‌ای به‌هم‌پیوسته موسوم به «شبکه مفهومی» با یکدیگر مرتبط هستند. از آنجاکه شبکه مفهومی نقشی کلیدی در اصطلاح‌شناسی دارد، اجازه می‌خواهم که با ذکر مثالی ساده، نمایی کلی از شبکه مفهومی ارائه کنم.

اصطلاح «بالگرد» (helicopter) در ذهن فردی عادی به‌صورتی منفرد و تکی ذخیره شده، ولی در ذهن فردی متخصص در امور هواپیمایی و هوانوردی، مفهوم «بالگرد» مجموعه‌ای از مفاهیم مرتبط شامل هواپیما، بالن، گلایدر، کایت و غیره را تداعی می‌کند. در این حوزه تخصصی، شبکه مفهومی یادشده به علت داشتن ویژگی مشترک «پرواز کردن»، شبکه مفهومی «هواگردها» (aircraft) نامیده می‌شود. بنابراین، در هنگام بررسی بالگرد در بافت تخصصی، فرد متخصص کل شبکه مفهومی هواگردها را در نظر دارد.

در اصطلاح‌شناسی و واژه‌گزینی نیز ما دقیقاً همین کار را می‌کنیم، یعنی برای معادل‌گذاری هر اصطلاح آن را در قالب شبکه مفهومی مربوط به آن بررسی می‌نماییم. مثلاً فرض کنید در نقطه آغاز هستیم و می‌خواهیم برای مفهوم هلیکوپتر معادل‌سازی کنیم. برای این منظور کل شبکه مفهومی «هواگرد» را در نظر می‌گیریم، یعنی شبکه‌ای از مفاهیم سلسله‌مراتبی که اعم‌ترین مفهوم آن یعنی «هواگرد» در بالاترین نقطه قرار دارد و در جایی در پایین‌ترین نقطه این شبکه که معمولاً به‌صورت نمودار درختی نمایش داده می‌شود، با نوعی «هواگرد موتوردار» (powered aircraft) که دارای بال‌های متحرک است (rotary winged aircraft) مواجه می‌شویم که نام آن (یعنی بالگرد) با دسته‌بندی و مقوله‌ای که به آن تعلق دارد (یعنی هواگردهایی که بال متحرک دارند) کاملاً همخوانی دارد. این دید نظام‌مند و فراتر به اصطلاحات و مفاهیم سبب خواهد شد که در معادل‌گذاری آن‌ها به فارسی از یک سو

عبارت انگلیسی «magnetic resonance imaging» (تصویربرداری به کمک تشدید میدان مغناطیسی) است. درحقیقت، در سطح ارتباطی غیرتخصصی، افراد «ام‌آر‌آی» را به‌عنوان یک واژه غیرشفاف و غیرانگیزه -که فاقد هدایت مفهومی است- صرفاً در برابر مفهومی که فراگرفته‌اند یا موقعیتی که تجربه کرده‌اند، قرارداد می‌کنند. به‌طورخلاصه، می‌توانیم بگوییم که افراد غیرمتخصص «مغناطیسی» را به‌صورت انگیزه و «ام‌آر‌آی» را به‌صورت غیرانگیزه و قراردادی یاد می‌گیرند. مزیت آموزش انگیزه اصطلاحات زبانی و گسترش‌پذیری آن است.

– تاکنون بیشتر مثال‌هایی که گفتید در حوزه علوم ریاضی و پزشکی بود. اگر ممکن است مثالی نیز از اهمیت نقش شفافیت در معادل‌سازی فارسی در حوزه علوم انسانی ذکر کنید؟

اگر خاطرتان باشد در کتاب‌های تاریخ در مدرسه با اصطلاح «کاپیتولاسیون» آشنا می‌شدیم. باید اعتراف کنیم که این واژه تا چه اندازه برای دانش‌آموزان غیرملموس و غیرقابل‌درک است. درحقیقت، دانش‌آموزان این واژه غیرملموس و غیرانگیزه را فقط و فقط به‌صورت یک برجسب تصنعی به مفهوم و تعریف آن یعنی «حق قضاوت کنسولی» می‌دوزند و آن را به‌صورت حفظی و طوطی‌وار یاد می‌گیرند. امروزه در کتاب‌های درسی ظاهراً از اصطلاح فارسی شفاف «قضاوت‌سپاری» برای این مفهوم استفاده می‌کنند که صدالبته درک و یادگیری آن برای دانش‌آموزان دبیرستانی ساده‌تر شده است. بنابراین، مشاهده می‌کنید که وقتی از واژه بومی شفاف در کنار واژه غیربومی غیرشفاف استفاده می‌کنیم، چگونه شأن و نقش اصطلاح را از یک برجسب صرف زبانی به یک ابزار و واسطه شناختی ارتقاء داده و آموزش را تسهیل می‌کنیم.

– همان‌طور که می‌دانیم هر زبانی در بستر فرهنگ و پیش خاصی شکل گرفته است. آیا می‌توانید مورد یا مواردی را ذکر کنید که نشان‌دهنده اهمیت درک تفاوت‌ها و ملاحظات فرهنگی به‌طور خاص در واژه‌گزینی باشد؟

به نکته حساس و مهمی اشاره کردید. می‌توان گفت اصطلاحات علمی‌ای که تمام یا برخی از عناصر سازنده آن‌ها «فرهنگ‌وابسته» (culture-dependent) است، یکی از پرچالش‌ترین مسائل واژه‌گزینی به شمار می‌رود. درحقیقت، در برخی از موارد تفاوت‌های فرهنگی و اختلاف در شناخت‌مایه‌های اجتماعی مانع

از آن می‌شود که برای معادل‌سازی فارسی اصطلاح انگلیسی از روش گرده‌برداری یا ترجمه لفظ به لفظ استفاده کنیم. یکی از این نمونه‌ها زمانی است که با ساخت‌های استعاری روبه‌رو هستیم چون همان‌طور که می‌دانید استعاره‌ها به‌شدت فرهنگ‌وابسته هستند. به‌عنوان مثال، در این رابطه می‌توانیم به اصطلاحی در حوزه تخصصی تغذیه اشاره کنم که در انگلیسی به آن «yo-yo diet» و در فارسی به آن «رژیم الاکلنگی» گفته‌اند و عبارت است از «نوعی رژیم غذایی که در آن مصرف کربوهیدرات‌ها به سرعت بالا و پایین می‌رود». در انگلیسی برای نشان دادن مفهوم بالا و پایین رفتن سریع از استعاره یویو (اسباب‌بازی) و در فارسی برای همین منظور از استعاره الاکلنگ استفاده کرده‌اند. یعنی اگر بخواهیم به زبانی تخصصی‌تر بگوییم، در اینجا در جریان معادل‌گزینی فارسی فرایند «استعاره‌گردانی» صورت گرفته است، یعنی «استعاره مورد استفاده در زبان مبدأ به استعاره دیگری در زبان مقصد تغییر کرده» و مهم‌ترین علت این امر فهم‌پذیر کردن آن برای جامعه زبانی - فرهنگی متفاوت است.

این‌گونه مسائل است که سبب به وجود آمدن گرایش‌های جدیدی در اصطلاح‌شناسی همچون رویکردهای «اجتماعی - شناختی» (socio-cognitive) شده است. ساده‌تر بگوییم، همین شباهت‌ها و تفاوت‌های فرهنگی و شناختی انگلیسی‌زبان‌ها و فارسی‌زبان‌هاست که ترجمه لفظ به لفظ «skyscraper» انگلیسی را به‌صورت «آسمان‌خراش» مقدور می‌کند ولی ترجمه «Bluetooth» را به «دندان‌آبی» غیرممکن می‌سازد. بله همین تفاوت‌های شناختی است که باعث می‌شود آنچه را فارسی‌زبان‌ها به‌صورت «تخت‌جراحی» می‌بینند، در نظر انگلیسی‌زبان‌ها به‌صورت «میزجراحی» (operating table) جلوه کند.

به‌هرحال، من امیدوارم که اصطلاح‌شناسی و واژه‌گزینی به‌عنوان یک درس فراگیر در دانشگاه‌ها تدریس شود تا درنهایت بتواند نقش خود را در بهینه‌سازی زبان علم، آموزش علوم و ارتباطات علمی ایفا کند.

– از اینکه وقت خود را در اختیار ما گذاشتید و در این مصاحبه شرکت کردید بسیار سپاسگزارم.

من هم از شما به‌خاطر تلاش درجهت آگاه‌سازی جامعه درمورد اهمیت نقش واژه‌گزینی در آموزش علوم و توسعه علمی کشور بسیار متشکرم.

مروری بر آثار ابوریحان بیرونی (۴۴۰-۳۶۲ خورشیدی) شکوه یکپارچگی نخبگی و پختگی

علی فرازمند

دانشکده زیست‌شناسی دانشگاه تهران و عضو شاخه زیست‌شناسی فرهنگستان علوم.
afarazmand@ut.ac.ir

نامه علوم پایه شماره ۹ و ۱۰، بهار و تابستان ۱۴۰۲

چکیده

این نوشته در پی معرفی آثار ابوریحان بیرونی، دانشمند ایرانی «تمام اعصار»، مروری کوتاه بر تعدادی از مهم‌ترین آثار بیرونی دارد. پس از آوردن خلاصه‌ای بسیار کوتاه از زندگی پر بار این حکیم و دانشمند بی‌همتا، آثار مهم و مشهور وی شامل آثار مانده از سده‌های گذشته، *قانون مسعودی در هیئت و نجوم*، *فهماندن رؤس مسائل به نوآموزان صنعت نجوم*، *پژوهش درباره هر آنچه هند - پذیرفته و ناپذیرفته از نظر عقل - داراست*، *پاتاگل هندی رهایی از سردرگمی*، *داروشناسی در پزشکی*، *مجموعه شناخت گهرها*، *آشنایی با جنبه‌های ممکن ساخت اسطرلاب*، *تعیین سرحد مکان‌ها برای اصلاح فواصل سکونت گاه‌ها* را مرور می‌کند. در پایان تعدادی از کتاب‌های نوشته شده درباره ابوریحان توسط نویسندگان و پژوهشگران ایرانی نیز معرفی شده است.

از شیوه‌های پژوهشی امروزی به شمار می‌روند. ابوریحان ۶۰۰ سال قبل از گالیله به گرد بودن زمین نظر داشته، ۵۰۰ سال قبل از کوپرنیک می‌دانست زمین به دور خورشید می‌چرخد؛ او همچنین در کتاب *التفهیم حالات مختلف قرارگیری ماه نسبت به خورشید* را ترسیم کرده است؛ در سال ۱۰۰۰ میلادی، با روش ریاضی و فیزیک به وسیله اسطرلاب و بهره‌گیری از قوانین مثلثات و ارتفاع کوه به تقریب نزدیک (۶۳۴۰ کیلومتر) محاسبه امروزی (۶۳۷۱ کیلومتر) از شعاع کره زمین دست می‌یابد. در تعیین فاصله شهرها با متدولوژی ابداعی خود، در واقع دانش مساحت‌شناسی (Geodesy) را هشت سده پیش از اروپائیان بنا نهاده است. نجوم تنها قلمروی نیست که او در آن غور کرد و آثار دقیق از خود به جا گذاشت، بلکه در هر اثری که نگاشته، مولفی اصیل و صاحب اندیشه بوده است. از جمله در فصل ۴۷ کتاب *تحقیق ماله‌هند* از دید یک طبیعی دان به توضیح روندهای طبیعی، از جمله نظرات زیست‌شناختی یادآور نظریه فرگشت داروین پرداخته، به «انتخاب مصنوعی» در کار کشاورزی - مفهومی مشابه «انتخاب طبیعی» داروین - اشاره می‌کند. «انتخاب مصنوعی» مفهومی است که در مقابل «انتخاب طبیعی» قرار دارد و به فرآیندی اشاره دارد که در آن حیوانات و گیاهان بر اساس صفات مطلوب خود از نظر انسان، برای زاد و ولد برگزیده می‌شوند. بیرونی درباره این فرآیند نوشته است: «... کشاورز زرع خود را برمی‌گزیند و تا جایی که می‌خواهد

جورج سارتن مورخ نامی تاریخ علم، نیمه نخست سده یازدهم میلادی را «عصر بیرونی» نامیده است و در کتاب تاریخ علم می‌گوید بیرونی یکی از بزرگترین اندیشمندان ایرانی برای همه اعصار است. جلال الدین همائی بر این باور بوده که از صدر اسلام تا زمان معاصر هیچ دانشمندی و نابغه‌ای از جهت علمی به پای ابوریحان نمی‌رسد. نابغه‌ای یکتا و اندیشمندی بزرگ که شاید در تمام علوم زمانه، از ریاضیات و نجوم، گیاه‌شناسی و شیمی، کانی‌ها و فلزات، زمین‌شناسی و جغرافیا، تاریخ و ادبیات و زبان‌شناسی آثار پرمغزی آفریده است. او علاوه از فارسی و عربی به زبان‌های عبری، سریانی، سانسکریت و احتمالاً یونانی تسلط داشته و به مدد اشراف زبانی، آثار دست اول و اصیل به زبان‌های زنده آن روز را بلاواسطه می‌خوانده است. پرویز از کائی در *زندگینامه ابوریحان بیرونی* آورده است که ابوریحان بیرونی به رغم داشتن مضامین عمیق فلسفی در نوشتار، به عنوان فیلسوف اشتهار ندارد چرا که به مسائل علمی و تجربی علاقه و توجه مستقیم و بیشتری داشت. از کائی او را روش‌شناسی بزرگ می‌شناسد که بدون متدولوژی کار نمی‌کرد و با مروری بر کارهای وی می‌توان گفت بیرونی هر دانشی را با روش علمی خاصی پیش بُرد. او از پیشگامان - پیش از فرانسس بیکن نامدار - به کارگیری روش استقراء در تبیین رخدادهاست و در مطالعات متعدد اجتماعی و طبیعی از کارکردگرایی، پدیدارشناسی، مطالعه تطبیقی و روش‌های ترکیبی دیگر بهره می‌گیرد که همه

به کشت و زرع آن می‌پردازد و آنچه را که نمی‌خواهد ریشه‌کن می‌کند. جنگلدار شاخه‌هایی را که به نظرش برگزیده هستند نگه می‌دارد و سایر شاخه‌ها را می‌برد. زنبورها افرادی از گروه را که تنها می‌خورند ولی کاری برای کندویشان نمی‌کنند، می‌کشند... سپس در بیان نظر خود درباره طبیعت: «...طبیعت به شیوه‌ای مشابه عمل می‌کند، ولی در تمامی شرایط رویکردش در مورد همه یکسان است. او اجازه نابودی برگ و میوه را می‌دهد و بدین طریق جلوی آن‌ها را برای تولید آنچه هدف نهایی‌شان است، می‌گیرد؛ طبیعت، آن‌ها را نابود می‌کند تا جایی برای دیگران باز کند...». این اشارات دقیق بیرونی با نظریه انتخاب طبیعی داروین که در کتاب «منشأ انواع» بیان شده، شباهت دارد. ابوریحان، به دوراز سیاست زدگی، جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی تاریخ را برجسته ساخته و عقل‌گرایی، تجربه محوری، تبیین و انتقاد را به تاریخ نگاری وارد کرده است.^۱

او به اهمیت تجربه و آزمایش در امور حسی، استناد به براهین ریاضی در امور انتزاعی، اندیشه باز در مبارزه با خرافات و جعل واقعیت‌ها باور دارد و در آثار متنوع خود به تبیین آنها کوشیده است. بیرونی به استناد آنچه خود در ۶۵ سالگی در «فهرست کتاب‌های رازی آورده، ۱۱۳ عنوان کتاب و رساله را برای خود ثبت کرده است. با توجه به همین گزارش که از خود اوست و اینکه پژوهشگر و اندیشمندی صاحب قلم است بی‌شک در ۱۳-۱۵ سال دیگر تا پایان عمر (قریب ۸۰ سال) پر بارش آثار دیگری هم پدید آورده است و تا ۱۸۰ اثر را به وی نسبت داده‌اند که البته بسیاری از آنها در دسترس نیستند. او که بنا به سنت رایج در زبان علمی آثارش همه به زبان عربی‌اند و ترجیحش به نوشتن بدین زبان علمی روز است، کتاب «تفهیم» را به زبان فارسی نیز نوشته است. کتاب به شکل سوال و جواب و زبان ساده، شاید با هدف ترویج علم در میان نوجوانان، نگاشته شده است؛ در این اثر، بیرونی در قالب ۵۳۰ سوال تلاش کرده است تا مقدمات ریاضی، هندسه، نجوم، حساب، گاه شماری و اسطرلاب و جغرافیا را به مخاطبین بیاموزد. امتیاز دیگر این کتاب به کارگیری واژگان فارسی در تالیف «تفهیم» است. او در این اثر از جمله برابرنهاده‌های کاریز به جای قنات، شمار به جای حساب، چهار پهلو به جای چهار ضلعی، همچند به جای مساوی و... استفاده کرده است. بیرونی طی چندین سال رفت و آمد و اقامت در هند زبان سانسکریت را بخوبی آموخت و با مطالعه دقیق منابع و مطالعات میدانی در آنجا اثر مهم خویش «تحقیق ماللهند» را تالیف کرد. او در مردم شناسی با نگاهی میان رشته‌ای و کل‌گرا به شناخت همزمان زبان، اساطیر، باورها، تقویم و جغرافیا و... به شناخت عمیقی از جامعه هند دست یافت. در این اثر او به مقایسه بین ادیان یونانی، هندی و ایرانی می‌پردازد و از این

رو وی را بنیانگذار علم مردم شناسی و مطالعه تطبیقی در فرهنگ بشری می‌دانند؛ به پاس سترگی کارش در تحقیق ماللهند، روز ۱۳ شهریور (روز مردم شناسی) به یادمان این نخبه دوران در ایران روز ابوریحان/روز علوم پایه نامیده شده است. ابوریحان شخصیت یگانه ای دارد که از همان اوان جوانی توانان از نخبگی و پختگی بهره‌مند است. از ۱۷ سالگی به مطالعات جدی اخترشناسی می‌پردازد و تا پایان زندگی شیفته پژوهش در علوم زمانه خود بود. او که جز به نوروز و مهرگان دست از کار نمی‌کشید در واپسین لحظات عمرش که در گفتگو با علی بن عیسی الولواجی که بر بالین‌اش حاضر شده، از موضوع «حساب جدات ثمانیه» می‌پرسد؛ در پاسخ به دوستش که در حالت بیماری او را از پرس و جو باز می‌دارد می‌گوید کدام بهتر است اینکه دانسته بمیرد یا نادانسته و در نادانی؟

بی‌شک علم و حکمت ابوریحان، در کنار سیر و سلوک اخلاقی وی، درس‌های زیادی برای آموزش نخبگان و اندیشمندان دارد چرا که نبوغ بی‌بلوغ در زندگی دانشمندان همیشه راه درستی پیش پای آنها نمی‌گذارد. او از پذیرفتن بار شتری از نقره را که سلطان مسعود به پاس کتاب «قانون مسعودی» برایش می‌فرستد خودداری کرده، می‌گوید کتاب را برای پاداشی ننوشته است و دریافت این پاداش بزرگ ممکن است او را از شیوه برگزیده قناعت در زندگی بازدارد. اذکائی در کتاب ابوریحان بیرونی، افکار و آرا می‌نویسد که بیرونی پژوهشگری جویای حقیقت، به دور از فروبستگی فکری، با صفات برجسته چون اراده قوی، شجاعت اخلاقی و صراحت بیان، شیفته علم و دانائی بوده است. با وجود صراحت و جسارت در زبان، در کردار و رفتار شخصیتی پرهیزگار داشت. در بیان مطالب علمی، برخورد و سایرین بسی سختگیر بود و هر کجا که بر آگاهی خود کاستی می‌دید آن را بر خواننده بازگو کرده، خود را متعهد بر پیگیری می‌دانست و این آداب را مسئولیت اخلاقی خود می‌دانست. به مدح و ثنای دیگران نسبت به خود اعتنایی نداشت، ظلم ستیز بود و از تعرض سلطان محمود غزنوی نسبت به هندیان شکایت داشت. دروغ و دروغگوئی را عامل رواج بی‌عدالتی می‌دانست و کسی را که جز راست سخن نگوید شایسته ستایش می‌دانست.

بیرونی علی‌رغم آثار فراوانش در طالع بینی، به این «علم» اعتقادی نداشت، بلکه از آن به عنوان وسیله‌ای برای حمایت از کار علمی جدی خود استفاده کرد. او که یک مسلمان مؤمن بود، متون مذهبی را متناسب با فرقه خاص حامیان خود نوشت. او هیچ تعصبی نسبت به فرقه‌ها یا نژادهای مذهبی مختلف نشان نمی‌دهد، اما در مورد اعمال مختلفی که آنها مرتکب شده‌اند، سخنان محکمی برای گفتن دارد. به عنوان مثال، فاتحان عرب خوارزم، متون باستانی را از بین بردند -چه گناهی بدتر از آن برای دانشمندی که مانند

۱. تحلیل رویکردهای تاریخنگاری ابوریحان بیرونی؛ با تأکید بر رویکرد اجتماعی او. مجتبی خلیفه و ستاره غفاری بیجار. فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش نامه نامه تاریخ اسلام سال هشتم، شماره سی و یکم، پاییز ۱۳۹۷ صص ۲۷-۵۴. Captcha (completely automated public Turing test to tell computers and humans apart)

برای فیلم و سریال‌هایی باشد که در کنار زیر و بم‌های زندگی این علامه و حکیم بزرگ، گوشه‌هایی از تاریخ پرتلاطم سرزمین ایران را در دوران زندگی وی نیز به نمایش بگذارد.



شکل ۱. مجسمه ابوریحان بیرونی اثر محمد علی مددی
پارک لاله، بولوار کشاورز، تهران



شکل ۲. چهارتاقی پژوهشگر در مرکز بین‌المللی وین
اهدایی ایران. ژوئن ۲۰۰۹



شکل ۳. نمایی از مقبره ابوریحان بیرونی در شهر غزنی
افغانستان

ابوریحان بیرونی در طول زندگی ۸۰ ساله چندین سلسله حکمرانی را شاهد بوده است. او که زاده خوارزم است کمی بیش از دو دهه اول زندگی اش با خوارزمشاهیان، سی سال بعد با غزنویان و سپس تا پایان حیات با سامانیان هم عصر بوده است. او در دربار خوارزمشاهیان منزلتی داشت. سپس با فرود آمدن این خاندان توسط سلطان محمود غزنوی، علی رغم اینکه محمود تمایل به از میان

بیرونی به دانش و تاریخ اختصاص داشت. بیرونی در مورد ایمان مسیحی آموزه بخشش را در کتاب هند نوشت: «برطبق زندگی من، این یک فلسفه شریف است، اما مردم این دنیا همه فیلسوف نیستند. ... و در واقع از زمانی که کنستانتین پیروز، مسیحی شد، هم شمشیر و هم تازیانه همیشه به کار رفته است.» جرج سارتون در کتاب تاریخ علم خود آورده است که «بیرونی، با رعایت همه جوانب، یکی از بزرگترین دانشمندان همه اعصار است. روح نقاد و تسامح و عشق به حقیقت و شجاعت عقلی او در قرون وسطی تقریباً همانند نداشته است. او مدعی بود که «الله اعلم» نمی‌تواند عذرخواه جهل آدمی بوده باشد».

در پاسداشت ابوریحان آثار و یادمان‌های متعددی در گوشه و کنار جهان وجود دارند که از جمله عبارت‌اند از: فیلمی از زندگی وی به نام ابوریحان بیرونی، ساخته شده به سال ۱۹۷۴ در اتحاد جماهیر شوروی سابق؛ بنای دانشگاه البیرونی واقع در شهر کوهستان در ولایت کاپیسی افغانستان؛ نامگذاری دهانه‌ای در ماه به نام بیرونی و سیارکی به نام ۹۹۳۶ بیرونی؛ نام نهادن یکی از جزیره‌های جزایر شتلند جنوبی در جنوبگان به نام بیرونی؛ تأسیس رصدخانه‌ای در شیراز وابسته به دانشگاه شیراز با نام ابوریحان بیرونی؛ اهدای بنا و مجسمه‌هایی از سوی ایران، به شکل یک چهارتاقی- با مجسمه‌هایی از خیام، ابوریحان بیرونی، زکریا رازی و ابن سینا- به سبک‌های معماری و تزئینات هخامنشی و اسلامی، به دفتر سازمان ملل متحد در وین که در محوطه ورودی اصلی آن نصب شده است؛ نصب مجسمه گيرائی از ابوریحان در ورودی اصلی پارک لاله از بولوار کشاورز. فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران نیز سالانه جایزه‌ای تحت عنوان «جایزه ابوریحان» به پنج تن از دانشمندان برگزیده جوان در رشته‌های پنجگانه علوم پایه اعطا می‌کند. متأسفانه آرامگاه ابوریحان در ولایت غزنی افغانستان وضعیت خوبی ندارد. دولت‌های وقت افغانستان در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱ به قصد بازسازی آرامگاه بیرونی فعالیت‌ها و برنامه‌هایی را در سر داشتند که تحقق نیافتند. در سال ۱۳۹۶ هیئت ویژه‌ای از سوی رئیس جمهور ازبکستان برای بازدید و امکان بازسازی آرامگاه بیرونی به افغانستان فرستاده شد. علی رغم این توجه، و دیوارکشی ساده به دور زمینی که آرامگاه در آن واقع شده است، طبق شواهد مقبره و محوطه آن هنوز خرابه‌ای بیش نیست. شاید تلاش دوباره و طرح موضوع توسط ایران- گویا مدیریت سازمان میراث فرهنگی و گردشگری ایران نیز در سال ۱۳۹۹ برای بازسازی آرامگاه بیرونی اعلام آمادگی کرده بود- بتواند میراث این دانشمند بزرگ را در کنار بازسازی آرامگاه وی، همراه با کتابخانه‌ای که آثار وی و نوشته‌های پرشمار دیگران در مورد وی را در خود جای دهد، زنده کند تا اندیشمند بی‌مثالی که بی‌شک مایه فخر چندین کشور در قلمرو فرهنگی ایران اعصار گذشته است به شایستگی بزرگ داشته شود. داستان پرمجاری زندگی وی می‌تواند دستمایه‌ای غنی و بی‌همتا

و سال، آداب و اعمال در ماه‌های یهود، اعمال نصاری ملکانی در ماه‌های سریانی، روزهای ترسایان، اعیاد نصاری و مجوس و صابئین، روزهای معروف عرب جاهلی، روزهای معروف مسلمانان و نهایتاً منازل و طلوع و غروب ماه سخن رانده است. *آثار الباقیه* نخستین آثار بیرونی است که تقریباً در بیست سالگی‌اش در دربار قابوس ابن وشمگیر گردآوری شده است، هرچند بعدها نیز در تکمیل و تجدیدنظر در آن کوشیده است.

ابوریحان در مورد سبب تألیف این اثر چنین می‌گوید «و بعد، یکی از ادبا از تواریخی که ملل به کار می‌بندند و اختلافاتی را که در اصول که مبادی آنهاست و فروع که شهر و سالیان است و عللی که باعث اختلاف شده و سایر اعیاد و ایام مشهور که هریک را برخی از امم استعمال می‌کنند از من خواست که این مسائل را با بیان قابل فهم برای او شرح دهم تا او را از خواندن کتاب‌های گوناگون و پرسش از یک یک اهل این کتب بی‌نیاز کند. من دیدم انجام دادن این خواهش کاری بسیار دشوار و سخت است و بدین زودی‌ها نمی‌شود بدان دسترسی یافت و اگر کسی بخواهد این خواهش را انجام دهد در حدود مطالب بدیهی و ضروری نیست که شبهه‌های در قلب واقف بدان نگذرد و لیکن از علو دولت ولینعمت و موالی خود امیر سید اجل منصور شمس المعالی در فراغ بال برای جستجوی این مأخذ و بذل مجهود در انجام این تکلیف به اندازه‌ای که علم من از آنچه شنیده و یا دیده‌ام برسد کمک خواستم و چون پیش از این جامه‌ی خدمت فرخنده را پوشیده بودم این کار مرا جرأت داد که بار دیگر جسارت کنم و این کتاب را هم به مجلس بلندمرتبه تقدیم نمایم تا خدمت من تجدید شود و...»^۲

و در مورد شیوه کار می‌افزاید «نزدیک‌ترین سببی که مرا به آنچه از من پرسیده‌اند می‌رساند شناسایی اخبار امم سالفه و تواریخ قرون گذشته است و بیشتر این احوال عادات و اصولی است که از ایشان و نوامیس ایشان باقی مانده و این کار را از راه استدلال به معقولات و قیاس معقول به محسوس نمی‌توان دانست و منتها راه موجود این است که از اهل کتب و ملل و اصحاب آراء و نحل که اینگونه تواریخ مورد استناد آنهاست تقلید و پیروی کنیم و آنچه آنان برای خود مبنا قرار داده‌اند ما نیز چنین کنیم. و پس از آنکه فکر خود را، از عوامل زبان آوری که بدان معتاد شده از قبیل تعصب و غلبه و پیروی از هوا و ریاست طلبی که سبب هلاک بسیاری از مردم است و مانع دیدار حق و حقیقت، پاک ساختیم. باید آراء و گفته‌های ایشان را در اثبات این مقصود به یکدیگر بسنجیم. این روش بهترین راهی است که ما را به حقیقت مقصود می‌رساند و...» بیرونی، در *آثار الباقیه* برای آنکه نوشته‌اش سنگین و ملال‌آور نباشد، مثال‌های پراکنده بسیار جالبی را می‌آورد که بسیاری از آنها به طبیعیات مربوط می‌شوند.

برداشتن وی داشت با توصیه و توجه برخی از درباریان زنده ماند. در ملازمت وی به هند سفر کرد و علی رغم شک و تردیدهایی که هندوان نسبت به سلطان محمود و همراهانش داشتند به خاطر علم و درایتی که داشت با دانشمندان آنجا موانست پیدا کرد و در طول چندین سال سفر و اقامت در هندوستان همنشین دانشمندان و حکیمان هندی بود. اثر بزرگ *تحقیق ماللهند* سوغات این سال‌ها اقامت و هم نشینی پرثمرش با حکما و اندیشمندان هندی است.

آثار بسیار زیادی توسط پژوهشگران ایرانی و غیر آن در مورد ابوریحان منتشر شده است که ترجمه، معرفی و آشنائی با این نوشته‌ها برای شناخت بهتر شخصیت والای این حکیم و دانشمند بزرگ ضرورت دارد. در اینجا با مروری خلاصه بر مشهورترین آثار خود وی هدف شناساندن بیشتر او به دوستان علم و فرهنگ ایران است؛ آشنایی با حجم، ژرفا و تنوع محتوایی بسیار این آثار- که انسان را بی‌اختیار شگفت زده می‌کند- بهترین نماینده شخصیت بس والای اوست. آثار ابوریحان پرشمار و درباب بیشتر علوم عصر او از ریاضیات و نجوم گرفته تا داروشناسی، کانی شناسی، جغرافیا و مردم شناسی و پزشکی را در برمی‌گیرد. دائرة المعارف سی و دو جلدی فرانسه در قسمت تقویم یهود می‌گوید ما این اطلاعات دقیق را مدیون بیرونی هستیم و اگر جهد و کوشش او نبود این مسائل از میان می‌رفت.^۱ ابوریحان بیرونی با تسلط بر چندین زبان، روش شناسی تطبیقی و گردآوری اطلاعات پیشینیان -که شاید اغلب از میان رفته باشند- در واقع آثار جامعی پدید آورده است که فراهم آورنده گنجینه کارهای اسلاف خود نیز هست. در منابع گوناگون گفته می‌شود که آثار وی بسی بیش از نوشته‌هایی است که امروزه بدان‌ها دسترسی داریم و قریب سه چهارم آثار بیرونی از بین رفته یا در دسترس نیستند. در اینجا به معرفی چند اثر مشهور وی می‌پردازیم.

الآثار الباقیه عن القرون الخالیة (به فارسی: آثار مانده از سده‌های گذشته)

اثری تطبیقی، دربردارنده شرح حالی از بیرونی و تصویری از روزگار وی در موضوعات گوناگون چون ماهیت شب و روز، ماه‌ها و سال‌ها، مساله‌ی مبدا تاریخ، ذوالقرنین و چگونگی استعمال ماه در سال و نظر ملل گوناگون در این باب، و شیوه تاریخ شناسی، آداب و رسوم ادیان -یهودیت، مسیحیت و اسلام، زرتشت، صائبی، مزدک و مانی و...- و نیز درباره تاریخ و فرهنگ هندوان، روم، بابل و ایران زمین و سلسله و پادشاهان حاکم و پیامبرنمایان (مدعیان پیامبری) آنهاست. بیرونی در این اثر پربها، که دانشنامه‌ای را می‌ماند، از تقویم تمدن‌ها همراه با اخترشناسی و ریاضیات، از اعیاد ماه‌های پارسی، سغدیان، اهالی خوارزم، عقاید رومیان درباره‌ی ماه

۱. آثار الباقیه / ترجمه اکبر دانا سرشت (در مقدمه)

۲. آثار الباقیه / ترجمه اکبر دانا سرشت

سوی ادوارد زاخاؤو، خاورشناس آلمانی و نخستین مترجم این اثر به زبان‌های اروپایی، ترجمه و همراه با یادداشت‌های خود (تعلیقات) منتشر کرده‌است. محمود جعفری دهقی استاد دانشگاه تهران این اثر را از شاهکارهای ترجمه و تألیف در بیرونی‌پژوهی می‌داند.



می‌گوید *قانون مسعودی* شاهکار نجومی و دربردارنده زیج اوست. و بیرونی در این اثر تمام داده‌ها و اکتشافات در زیج‌های گوناگون را از زمان بطلمیوس تا زمان خودش را در یک مجموعه گردآورده است، همان طور که قانون این سینا در پزشکی تمام آثار پیش از خود را یکجا جمع کرده است. ظاهراً بیرونی هم با نظر به کار این سینا در نجوم همین کار را کرده است و علاوه تمام کشفیات خود را که در آثار دیگر از جمله در *آثارالباقیه* داشته، نیز به این مجموعه افزوده است. بیرونی به خاطر احاطه به چند زبان تمام آثار پیشینیان را که امروزه بدان‌ها دسترسی نداریم، در این اثر گردآورده است. به روایت اذکائی به خاطر دانستن زبان یونانی، بیرونی از منابع تواریخ هخامنشیان که بدین زبان نوشته شده نیز بخوبی استفاده کرده است. بیرونی را به خاطر این اثر بطلمیوس زمانه‌اش نامیده‌اند، چراکه اثرش به جهت تحلیل گسترده مباحث نجوم و تنوع و تعدد آنها یادآور مجسطی بطلمیوس است.

به طور خلاصه (از ویکی فقه)، مقاله‌های اول و دوم در باب مفاهیم پایه کیهان‌شناسی و گاه شماری است. مقاله‌های سوم و چهارم در باب مثلثات مسطح و کروی بوده، جدول‌های کاملی از توابع شناخته شده دارد. مقاله پنجم در مورد مساحی و جغرافیای ریاضی است و جدولی از مختصات جغرافیایی سرزمین‌ها در آن گنجانیده شده است. مباحثی پیرامون خورشید و ماه در مقاله ششم و هفتم گردآوری شده است و در فصل هشت بحث‌های مربوط به خورشیدگرفتگی، ماه گرفتگی و دیدن هلال ماه آمده است. مقاله نهم در باب ستاره‌ها و مقاله دهم در مورد سیاره‌هاست. در

از *الباقیه* سه برگردان فارسی توسط عزیزالله علیزاده، اکبر داناسرشت، و پرویز ازکائی در دست است. تصحیح و ترجمه ازکائی در سال ۱۳۸۱ برنده جایزه کتاب سال جمهوری اسلامی شد. اذکائی این اثر گران‌سنگ را پس از مقابله با سه نسخه دیگر که پیش از این از

القانون المسعودی فی الهيئة والنجوم (به فارسی: قانون مسعودی در هیئت و نجوم)

کتابی است در علم هیئت و نجوم که در اوایل قرن پنجم هجری به زبان عربی، ظاهراً برای سلطان مسعود غزنوی، نوشته است. برخلاف سلطان محمود پسرش سلطان مسعود و نیز جانشین بعدی یعنی مودودبن مسعود نسبت به ابوریحان احترام شایسته‌ای داشتند و در کارهای علمی حامی وی بودند. بیرونی در زمان این دو چندین اثر بزرگ خویش، از جمله همین *قانون مسعودی* را به پایان برده است. این کتاب جامع‌ترین کتاب اخترشناسی اسلامی، و مدتی طولانی به‌عنوان کتاب درسی مطرح بوده است. کتاب، یک دانشنامه دربردارنده مباحث ستاره‌شناسی، جغرافیا، هیئت و ریاضی و بهترین گواه بر موقعیت علمی دانشمندان ستاره‌شناس مسلمان در گذشته است. *قانون مسعودی* در سه جلد، شامل یازده مقاله تألیف شده است. شادروان پرویز اذکائی، که او را بزرگ‌ترین بیرونی‌شناسی ایران می‌دانند (سید حسن نصر با اشاره به مقدمه ایشان در تصحیح *آثارالباقیه* گفته است که ایشان هیچ ناگفته‌ای را در مورد بیرونی نادیده نگذاشته است) در مقاله‌ای یادآور شده بود که تصحیح و تعلیق این اثر بیرونی را در دست چاپ دارد^۱. در مصاحبه‌ای اشاره کرده‌اند به سختی کار و عدم دسترسی به برخی منابع لازم برای تحقیق و اینکه شاید خواننده کافی نداشته باشد کار این ترجمه متوقف شده است و برخی ازبخش‌های آماده را (سه مقاله اول) برای چاپ به مجلاتی سپرده‌اند و بقیه کار در دست تحقیق و گردآوری بوده است^۲. اذکائی در همین مصاحبه

۱. قانون مسعودی بیرونی (جایگاه آن در تاریخ علم) آئینه میراث، ۱۳۸۵، شماره ۳۵ (۲۰۹-۱۲۰)
۲. مصاحبه با پرویز اذکائی، میراث علمی اسلام و ایران، شماره ۱۱ (تابستان و بهار ۱۳۹۶)

مقاله پایانی عملیات مربوط به احکام نجوم توصیف شده است. از ابتکارهای بیرونی در این کتاب طرح فرمول‌هایی برای بسط سینوس یک زاویه است که نمایش آن با علائم جدید نشان می‌دهد که فرمول آمده در این اثر به معادله نیوتون نزدیک است.



**فی تحقیق ماللهند من مقوله مقبولة فی العقل او مزدوله
(به فارسی: پژوهش درباره هر آنچه هند، پذیرفته و ناپذیرفته
از نظر عقل، داراست)**

کتاب هند یکی از بهترین آثار بیرونی است که به شکلی مقایسه‌ای ادیان یونانی، هندی و ایرانی را بررسی کرده است. به خاطر غنای بی‌بدیل این کتاب از نظر مطالعات مردم‌شناسی، بیرونی را بنیان‌گذار مطالعه تطبیقی در فرهنگ بشری قلمداد کرده‌اند. او این اثر را پس از سال‌ها اقامت در هند و معاشرت با طبقات مختلف مردم و کنکاش در آداب و رسوم اجتماعی آنان نوشته است و بنا بر شهادت تمام مستشرقین و مطلعین صحیح‌ترین و مستدل‌ترین مدرک در مورد آداب و رسوم اجتماعی، مذهب گاهشماری و نجوم هند در قرون وسطی نوشته شده است. او که همراه محمود غزنوی در حین جنگ‌های وی با هند به این کشور سفر می‌کرد به خاطر ملازمت با سلطان در طول این جنگ‌های ویرانگر ابتدا با گمان بد مواجه بود. ولی در نهایت به خاطر سلوک اخلاقی نیک و دانش بسیار با دانشمندان هند و مردم آنجا حشر و نشر نزدیکی پیدا کرد و با آموختن سانسکریت و زبان‌های هندی و حکمت و دانش‌های هندوان به منابع علمی آنها دست یافت و ظاهراً بدون حمایت یا توجه رسمی از سوی سلطان طی چندین سال اقامت در هند و تبادل دانش با اندیشمندان آن دیار رهاورد سترگ سفرش تالیف کتاب جامع «هندشناسی» بود. او درباره این اثر، که یک مقدمه و هشت فصل دارد، می‌گوید که کتاب برای برپا کردن جدل و

احتجاج نوشته نشده، بلکه آن را نقلی می‌داند از کلام هندیان همانگونه که هست. اذکائی در کتابش در مورد ابوریحان می‌نویسد وی برپایه برهان قاطع عقلی و استقراء و تجربه حسی خودش به تحلیل موضوع می‌پردازد خواه با افکار دیگران موافق یا مخالف افتاده باشد. او در نقد متون دیگران (که آنها را ناقص، نادرست و سوگیرانه می‌داند) و تحلیل‌های خودش در مورد هندوان، تصویری که از تمدن هند به دست می‌دهد مبتنی بر اقوال و ترسیمی است که از خود هندوان برگرفته، از این رو ماللهند در میان اهل تحقیق و نظر از مقبولیت بالایی برخوردار است. او با نقل و نقد عالی و به دور از تعصب خود چنان تحلیل جامع و درستی از عقاید دینی، آراء فلسفی، ادبیات، تاریخ، تقویم، نجوم، جغرافیا، آداب و رسوم هندوان، احکام شرعی و مردم‌شناسی هندوستان در این کتاب به دست می‌دهد که هیچ اثر دیگری با درستی و جامعیت و ژرفای آن تالیف نشده است.^۱

بیرونی در این کتاب ضمن ذکر طبقات جامعه هند، با توجه به اینکه از نظر آنان بعضی طبقات بر برخی دیگر شرافت دارند، چنین نگرشی را مخالف نظر اسلام دانسته و می‌گوید از نظر اسلام همه انسان‌ها برابر هستند و ملاک برتری و تمایز افراد، مرتبه ایشان در تقواست. به عبارت دیگر، وجود تفاوت‌ها از نظر اسلام پذیرفته شده است تا پایه‌ای برای نیاز و رجوع انسان‌ها به یکدیگر شده، با تقسیم کارها به زندگی اجتماعی سامان دهند؛ ولی این‌ها باعث برتری و شرافت ذاتی کسی بر دیگری نیست و معیار ارجمندی و امتیاز، وجود فضائل اخلاقی و تقوا در میان آدمیان است.

کارل ادوارد زاخائو^۲ شرق‌شناس/ابوریحان شناس و مترجم آثار الباقیه و ماللهند در مقدمه بر ترجمه کتاب اخیر، در مورد محتوی ابواب کتاب هند می‌گوید که صورت کلی اغلب باب‌ها سه بخش دارد؛ در بخش اول طرح خلاصه‌ای از مساله آن گونه که خود دریافت شده است؛ در بخش دوم بسته به موضوع به طرح عقاید هندوان و ذکر شواهدی از کتاب‌های آنان/بیان قوانین، آداب و رسوم مطالبی را که دیده یا شنیده می‌پردازد؛ و در بخش سوم موارد غریب و نامانوس موضوعات را ضمن مقایسه آن با موارد مشابه از اقوام و ملل دیگر برای خواننده مفهوم می‌سازد چراکه قصد وی از تالیف کتاب تحقیق ماللهند نمایاندن کاستی‌ها و نقاط ضعف جامعه هند و یا ابطال آرا و اقوال آنان نیست. زاخائو معتقد است که «در وجود بیرونی یک ویژگی نوین بوده که به روح انتقادی قرن نوزدهم نزدیک است».

این اثر بیرونی علاوه بر ترجمه به چندین زبان زنده دنیا، توسط اکبر داناسرشت و منوچهر صدوفی سه‌[نه تماماً] به فارسی برگردانده شده است.

۱. شناخت و بررسی «تحقیق ماللهند» اثر بیرونی. نادری رمضان آباد، دهقانی نژاد، تاریخ پژوهی، زمستان ۱۳۹۳ (۱۱۵-۱۳۵)

2. Eduard Sachau

و در آنجا در زمره موجودات مردد میان خیر و شر قرار می‌گیرد تا زمانی که تهذیب و تصفیه و خالص شود.»

کتاب معرفی شده در شکل بالا، تفسیر عربی بین فرهنگی درخشان از متن کلیدی فلسفه یوگا، احکام یوگا پاتانجلی متن بنیادی فلسفه یوگا تا به امروز است که همچنان توسط میلیون‌ها تمرین کننده و دانش آموز یوگا در سراسر جهان استفاده می‌شود و به تئوری و عمل یوگا و مسئله روان شناختی رهایی روح از وابستگی‌ها می‌پردازد. این کتاب چاپ و ترجمه جدیدی از ترجمه عربی و شرح این متن توسط بیرونی، استاد برجسته قرن یازدهم میلادی است. با توجه به بسیاری از انواع تاریخی احکام یوگا، کتاب پاتانجلی بیرونی به عنوان اولین ترجمه متن سانسکریت برای مطالعات یوگا مهم است. همچنین با توجه به چالش‌های فکری و فلسفی که خواننده مسلمان قرون وسطایی با پیچیدگی ترکیب، تفسیر و کنایات موجود در این ترجمه با آن مواجه می‌شد، به‌عنوان یک متن عربی در مطالعات اسلامی ارزش منحصر به فردی دارد. (از ویکی نور، دانشنامه تخصصی کتاب شناسی و زندگینامه)

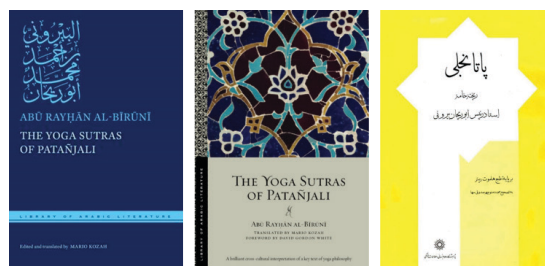
این اثر بیرونی علاوه بر ترجمه توسط منوچهر صدوقی سها (پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی)، تحت عنوان رساله پاتانجل/ابوریحان بیرونی، توسط برزو قادری (نشر نیاکان) نقد و تفسیر شده است.

الصیدنة فی الطب (به فارسی: داروشناسی در پزشکی)

الصیدنة به نظر آخرین اثر بیرونی، و مهم‌ترین منبع طب سنتی سده‌های میانه خاورزمین است. موضوع آن داروشناسی است که مؤلف در آن با معرفی و توصیف داروها به اطلاعات جنبی در مورد آنها پرداخته است. در آن بیش از یک هزار دارو، با منشاء گیاهی، حیوانی و کانی‌ها با ذکر نام آنها به زبان‌ها و گویش‌های مختلف است. بیرونی در مقدمه کتاب ضمن توصیف اهمیت و ارزش مبحث دواشناسی و جایگاه آن در پزشکی، از سابقه تاریخی آن در میان یونانیان و نصرانیان سخن می‌گوید و گویی با این مقدمه انگیزه خود را از نگارش این کتاب بیان می‌دارد. ابوریحان در تألیف این اثر از کتاب‌های فراوان داورسازی موجود استفاده کرده است. این منابع شامل کتاب‌های پزشکان یونانی و سریانی، آثار اطباء جهان اسلام و نیز برخی کتب هندی بوده است. اثر بیرونی برپایه دو کتاب صیدنه و ابدال محمد بن زکریای رازی بوده، که نتیجه تحقیقات خود را به آن‌ها اضافه کرده است. او در این باره می‌گوید چون با خواندن مباحث کتاب ابوبکر رازی در صیدنه و ابدال آنها را کافی ندانسته و حاصل مطالعات خویش را بر این اثر افزوده تا به گفته وی تذکره و یادداشتی کامل‌تر برای مراجعه و یادآوری مفیدتر مطالب برای خود وی علاقه‌مندان موضوع باشد.

این اثر بیرونی از کتاب‌های راهنمای معمول داروشناسی، از جمله مقاله دوم کتاب قانون در طب ابن سینا، متمایز بوده، در آن نه صرفاً

پاتانجلی یا باتنجل الهندی فی الخلاص من الارتباك (به فارسی: پاتاگل هندی در رهایی از سردرگمی)



شکل ۲. سمت راست متن فارسی عربی و سمت چپ نسخه عربی - انگلیسی کتاب پاتانجلی

این اثر ابوریحان به موضوع فلسفه و عرفان و به‌ویژه عرفان پاتانجلی هندی اختصاص دارد. ابوریحان این اثر را که از احکام شرعی برهمنی به شمار می‌آید به خاطر درک مشکل آن توسط عموم، آن را از زبان سانسکریت به عربی برگردانده، به دور از مسائل فنی و ادبی آن را خلاصه کرده، با افزودن مطالبی برای درک بیشتر به شکل پرسش و پاسخ تدوین کرده است. بیرونی برای توجیه این کار می‌گوید «... ناچار شدم نقل مطلب را با تفسیری که به آن می‌افزایم بیامیزم و همچنین کلام را به‌صورتی مانند سؤال و جواب مطرح کنم و مطالب نحوی و لغوی و... را رها کنم و عذر را پیشاپیش می‌گویم تا به‌خاطر تفاوت حجم کتاب در زبان‌های عربی و هندی کسی نپندارد که این کار از سرِ اخلاص به معنا بوده است...». باز خود بیرونی درباره کتاب می‌گوید «همت‌های مردم در دنیا مختلف است و سعی من بلکه وجود من وقف بر فایده‌رسانی به دیگران نهاده است. لذت استفاده، از من گذشته است و این امر را از بزرگترین سعادت‌ها می‌دانم. هر که واقف بر حال باشد مرا بر زحماتی که برای ترجمه این اثر از هندی به عربی کشیده‌ام سرزنش نمی‌کند و کسی که برخلاف آن باشد نسبت‌هایی مانند جهالت و شقاوت به من می‌دهد و البته هرکسی آنچه در سر دارد از نیت اوست... در میان نقل کتاب‌های حساب و نجوم هندی، به کتابی برخورد کردم که خواص آنان در حکمت و روش زاهدان‌شان را در عبادت نشان می‌داد و پس از آگاهی از محتوای آن سعی کردم مطالعه آن را با راغبین به موضوع به اشتراک بگذارم؛ زیرا بخل در دانش از بدترین ظلم‌ها و گناهان است و هیچ سیاهی بر سفیدی نمی‌آید (نوشتن)، مگر اینکه فایده‌ای دارد که شناخت آن، جلب خیر یا دفع شر می‌کند. گفتارهای این قوم، خالی از تناسخ و حلول، اتحاد و تولد (نه بر حکم ولادت) نیست؛ از این رو هنگامی که سخنانشان را شنیدم، از آن ترکیبی از عقاید قدمای یونانیان و مسیحیان و صوفیه را برداشت کردم. به هر حال تمامی اینان معتقدند که نفس انسانی که در عالم به علایقش وابستگی دارد، به بقا نمی‌رسد مگر اینکه نهایت سعی و اجتهاد را در این راه به کار گیرد. حال اگر از این حد نهایی، اندکی هم کوتاه بیاید، محکوم به بقای در عالم است

به اطلاعات درباره خواص و تأثیرات آن، بلکه به منبع دارویی-اینکه منبع دارویی چگونه به نظر می‌رسد، نشانه‌های خلوص، مرغوبیت و نظایر آنها کدام است- نیز توجه اساسی شده است. جالب‌تر اینکه بیرونی به نام منبع دارویی در زبان‌ها و گویش‌های گوناگون اهمیت زیادی می‌داد، زیرا در نوشته‌های پزشکی و دیگر علوم آن زمان، نام داروها به دیگر زبان‌ها آن قدر فراوان بود که همه پزشکان و داروشناسان اهمیت واقعی آنها را نمی‌دانستند. این مسئله هنگامی که یک دارو در هر جایی یک نام داشته، یا نامی منفرد را به چیزهای گوناگون داده بودند، از این هم پیچیده‌تر می‌شد و اغلب مایه سوء تفاهات جدی بود. بیرونی با وقوف بر این امر بیش از ۴۵۰۰ نام گیاه، حیوان و ماده معدنی و فرآورده‌های آنها را به زبان‌های فارسی، عربی، هندی، سغدی، سریانی، خوارزمی و یونانی گرد آورده است. با این کار او گام جدیدی در راه تنظیم و ترتیب اصطلاحات داروئی برداشت. این نام‌های مترادف امروزه نیز مورد استفاده پژوهشگران بوده و در تعریف دقیق بسیاری از داروهای گیاهی و غیره را فراهم می‌سازد. او در اهمیت دانستن نام‌های گوناگون برای یک چیز و بعکس اشاره می‌کند که نسخه‌ای از نیشابور برای بیماری یکی از امیران خوارزم آورده بودند که داروشناسان مگر یکی از آن بی‌اطلاع بودند. او ریشه سوسنی را به جای ۱۵ درهم به ۵۰ درهم می‌فروشد و می‌گوید شما چیزی می‌خواستید که جز به نام آن را نمی‌شناختید!

بیرونی منابع موجود از سرزمین‌های گوناگون تا ۵۰۰ سال پیش از زمانه خود را دیده، و بیش از ۲۵۰ نام را برای گردآوری *الصیینه* ذکر کرده است. این نام‌ها، نه فقط پزشکان و طبیعی‌دانان، بلکه فیلسوفان، مورخان، شاعران، تاریخ نگاران، جهان گردان و جغرافی دانان را شامل می‌شود. برخی از آنان حتی مشهور نیستند و شاید اثری از نوشته‌های آنها باقی نیست.

بیرونی در *صیینه* از مدح سلاطین و غیره سخنی ندارد و برای توصیف علاقه خود به گیاه‌شناسی و داروشناسی می‌گوید از ایام

جوانی به جمع‌آوری دانه‌ها، تخم‌ها و گیاهان می‌پرداخته و در مورد آنان از یک یونانی که در «سرزمین آنها» اقامت داشت سوالاتی می‌کرده و نام آنها را به یونانی می‌پرسیده است. علاقه دیرین بیرونی به جانوران و گیاهان از آنچه در آثار دیگرش آمده است پیداست. مثلاً در *آثارالباقیه* از آرایش گلبرگ‌های گلها سخن می‌گوید و اینکه این تعداد و آرایش با قواعد هندسه مطابقت دارد. در *تحدید نهایات الاماکن* از ویژگی‌های پرندگانی که در حاشیه خزر و دریاچه آرال می‌زیند شرح دقیقی می‌دهد و از یکی از گونه‌های صدف - «اذان السمک» یا گوش ماهی- که در این اثر نام برده در *صیینه* نیز یاد می‌کند. همچنین در *تحقیق ماللهند* از گیاهان و جانوران هند که طی اقامت و سفرهایش در آنجا دیده سخن می‌گوید؛ از کرگدن، کرکودیل‌ها و دولفین‌ها و نام‌های محلی آن‌ها یاد می‌کند. به محل‌هایی اشاره می‌کند که هندیان درخت سیاه، درخت صندل و غیره را از آنجا می‌آورند و به درختی اشاره می‌کند که هندیان از برگ‌های آن به جای کاغذ استفاده می‌کنند. در کتاب *الجواهر فی معرفته* *الجواهر* نیز تماماً به کانی‌ها و سنگ‌های گرانبها پرداخته، و از مواد با منشأ گیاهان و جانوران نیز یاد می‌کند.

الصیینه از ترجمه روسی آن توسط باقر مظفرزاده به فارسی ترجمه شده و فرهنگستان زبان و ادب فارسی آن را منتشر کرده است. بخشی از اشارات فوق از مقدمه مترجم روسی، مترجم فارسی و مقدمه خود ابوریحان بر همین اثر اینجا آمد. *الصیینه* همچنین به همت استاد عباس زریاب خوئی و بر اساس چندین نسخه خطی و نیز ترجمه فارسی کتاب *الصیینه* تحقیق و تصحیح شده، توسط مرکز نشر دانشگاهی منتشر شده است. ایشان در مقدمه نسبتاً مفصلی که نگاشته به بحث پیرامون *الصیینه*، نسخ آن و شیوه تصحیح خود پرداخته است. استاد در انتهای این کتاب فهرست نام گیاهان و جانوران، کانی‌ها، کتاب‌ها، اشخاص، اماکن، اقوام، نام علمی گیاهان و جانوران، کانی‌ها و فهرست لغات یونانی را نیز آورده است. در پاورقی‌های مفصل نیز به تحریف و تصحیف‌های روی داده در متن و نیز شرح و توضیح عباراتی از متن پرداخته‌اند.



منبعی سرشار از کلمات اصیل و جملات خوش اندام فارسی است. در همین مقدمه استاد همائی مثال‌های دیگری از کاربرد جملات و عبارات فارسی در متن کتاب‌های آثار الباقیه، الصیدنه و الجواهر فی معرفته الجواهر را می‌آورد. استاد همائی یکی از دلایل تسلط بیرونی بر زبان فارسی را ترجمه چند اثر ادبی فارسی، از جمله داستان وامق و عذرا، حدیث دادمهر و گرامیدخت و حدیث اورمزد و مهریار به عربی می‌داند.

الجواهر فی معرفه الجواهر (به فارسی: مجموعه شناخت گهرها)

بیرونی این اثرش را به نام مودود بن مسعود نوشته، در آن به بررسی فلزات، ترکیبات مصنوع فلزی، آلیاژها، و مواد معدنی و شناخت جواهرات پرداخته است. بیرونی در الجواهر برخلاف تقریباً همه دیگر مؤلفین کتب احجار یا جواهرنامه‌ها - که معمولاً درباره خواص عجیب و غریب و افسانه‌وار سنگ‌ها قلمفرسائی کرده‌اند - بی‌عنایت به این نوع نوشته‌ها به رسم مالوف خود هر جا که توانسته با تکیه بر آزمایش و تجربه در رد این باورهای عامیانه و خرافی تلاش کرده است. گزارش وی درباره خواص شگفت‌انگیز سنگ‌هایی چون سنگ پادزهر، حجر التیس یا تریاک فارسی، حجر جالب المطر (سنگ بارانزا)، و حجر البرد (دفع‌کننده تگرگ) آشکارا آمیخته با ناباوری است.

در میان آثار دوره اسلامی، و حتی در میان آثار خود بیرونی، کمتر کتابی می‌توان یافت که در آن به اندازه الجواهر بر نقش آزمایش و تجربه تأکید شده باشد. او در این اثر با تکیه بر آزمایش‌هایی که شیوه علمی در آنها کاملاً رعایت شده، دو باور عامیانه را که حتی به آثار علمی نیز راه یافته بود رد می‌کند. نخست سمی بودن الماس را با خوردن آن به سگی می‌آزماید و می‌افزاید که چه در آن هنگام و چه بعدها نشانی از مسمومیت در این سگ دیده نشد و سپس درباره نظریه بسیار شایعی که در برخی منابع به ارسطو منسوب است و بر اساس آن اگر مار به زمرد بنگرد چشمانش ضعیف یا کور خواهد شد، می‌گوید: «در سنجش این سخن، از انداختن طوق زمرد نشان بر گردن مار گرفته تا حرکت دادن رشته‌ای از دانه‌های زمرد در جلو چشمانش ... چندان کوشیدم که کسی را یارای فراتر رفتن از آن نیست، و این کار را نه ماه تمام در سرما و گرما آزمودم و تنها مانده بود که زمرد را چون کحل بر چشمانش بکشم! اما این کارها، اگر تیزچشمی آن مار را بیشتر نکرده باشد، چیزی از بینایی‌اش کم نکرد». بیرونی در این اثر نیز به پیروی از شیوه همیشگی خود، مطالب فرعی بسیاری، به‌ویژه برخی نظرات مهم اقتصادی و سیاسی را بیشتر در مقدمه طولانی و نیز به‌طور پراکنده در سراسر کتاب، آورده است.

التفهیم یا التفهیم لأوائل صناعة التنجیم (به فارسی: فهماندن رئوس مسائل به نوآموزان صنعت نجوم)

التفهیم در فهرست میراث مستند برنامه حافظه جهانی یونسکو ثبت شده است. تنها کتابی است از ابوریحان که توسط وی به هردو زبان فارسی و عربی نوشته شده است. متن فارسی اثر را بیرونی به نام «ریحانه» دختر حسین خوارزمی نوشته است. التفهیم، نخستین اثر فارسی است که به ستاره‌شناسی و هندسه و حساب می‌پردازد و مثل باقی آثار بیرونی اثری بی‌همتا است. ابوریحان در التفهیم، از خلیج فارس با عنوان دریای پارس یاد کرده، به «جشن بهاری زنان» (سپندارمزگان) نیز اشاره کرده است. بیرونی در این اثر نیز مانند تحقیق ماللهند دقیق‌ترین گزارش‌های دوران باستان درباره تاریخ علوم مختلف در هند و گاه‌شماری ملت‌ها را ارائه می‌دهد. التفهیم ظاهراً به خواست ریحانه بنت الحسین خوارزمی، بنحوی که برای نوآموزان قابل فهم باشد، نگاشته است. کتاب به قول استاد همائی در مقدمه‌اش بر کتاب، در نهایت احاطه و هنرنمایی با تمام ظرایف و دقایق از کلی تا جزئی مسائل مربوط به پنج فن از فنون ریاضی را به یادگار گذاشته است؛ اینها شامل باب اول در هندسه، باب دوم در حساب و جبر و مقابله، باب سوم در هیئت و جغرافیا و اقلیم‌شناسی، باب چهارم در اسطرلاب و باب پنجم در احکام نجوم. استاد از دیباچه کتاب توصیف خود ابوریحان چند نقل قول در توصیف کتاب می‌آورد از جمله در مقدمه باب احکام نجوم که بیرونی می‌فرماید: «چون بدینجای رسیدیم و اشارت کردیم بسخنائی که بعلم عدد و هندسه رود و آگاهی دادیم از چگونگی افلاک و راه نمودیم بدانستن تقویم و بکار داشتن اسطرلاب و زان بپرداختیم، وقت آمد که نیز سخنائی که میان منجمان رود اندر احکام نجوم بجای آریم که قصد پرسنده این بود. و نزدیک بیشترین مردمان احکام نجوم ثمره علم‌های ریاضی است هرچند که اعتقاد ما از این ثمره و از این صنعت مانند اعتقاد کمترین مردمان است».

این اثر توسط استاد جلال‌الدین همائی با فاصله بیش از سی سال پس از تصحیحات و تعلیقات اول (۱۳۱۸)، با تجدید نظری مفصل (۱۳۵۱) مجدداً تصحیح شده است. ایشان در هردو تصحیح و تعلیق مقدمه‌ای بسیار جامع و ژرف در مورد شخص ابوریحان و زندگی و برخی آثارش نوشته‌اند. در همین مقدمه او بیرونی را شخصیتی بی‌همتا و یگانه در زمانه خویش و تمام اعصار می‌داند. استاد همائی از تسلط ابوریحان بر زبان مادری‌اش که فارسی است می‌گوید و اشاره می‌کند که او این تسلط را در نوشتن فارسی التفهیم نشان داده است و استاد بلاغت و حسن انشای ابوریحان و انتخاب کلمات فصیح فارسی را بسیار می‌ستاید. به نقل از ایشان می‌آید که بیرونی در این کتاب کوشیده است معادل کلمات عربی، حتی اصطلاحات رایج علمی را به زبان فارسی خالص برگرداند و از این رو این اثرش



استیعاب الوجوه الممكنة في صنعة الاصطرلاب (به فارسی: آشنایی با جنبه‌های ممکن ساخت اسطرلاب)

ازمهم‌ترین رساله‌های نوشته شده در باب ساخت اسطرلاب، وسیله‌ای کهن قابل حمل برای رصد ستارگان، و از جمله مهم‌ترین آثار مسلمانان در تاریخ نجوم است. بیرونی در معرفی این دستگاه می‌گوید «آلتی است یونانیان را نامش اسطرلاب یا آئینه نجوم و حمزه اصفهانی او را از پارسی بیرون آورد که نامش ستاره یاب است. اختراع اسطرلاب را به بطلمیوس و هیبارک منجم یونانی نسبت داده‌اند، برای معرفت و صنعت آن کتب بسیار در لغت عرب نگاشته‌اند». از این کتاب چند نسخه‌ی خطی در کتابخانه‌های ایرانی و اروپا موجود است. بخش‌های مختلف این اثر، بویژه مقدمه آن توسط محققین اروپایی به زبان‌های مختلف ترجمه شده، مورد تحلیل قرار گرفته است. در کتاب گذشته از ساختمان اسطرلاب معمولی، انواع وسایل مورد استفاده در ساخت آن مفصل بحث شده است. برای ساختن دسته دوایر حک شده روی صفحات مختلف که داخل دستگاه قرار می‌گیرند، مقادیر عددی داده شده است. انواع مختلف و غیرمتعارف اسطرلاب ساخته شده تا روزگار بیرونی در آن توصیف شده‌اند. در مورد نظریه‌ای که ساختمان اسطرلاب بر آن مبتنی است، در کنار بحث در باب شیوه‌ها و ویژگی‌های تصویر جسم نمای متعارف، شیوه‌ها و ویژگی‌های انواع تصویرهای غیرجسم نما و غیرقائم بر صفحه نیز توصیف شده‌اند.

از جمله مهم‌ترین بخش‌های این کتاب، وصف اسطرلاب زورقی توسط ابوریحان بیرونی است که بحث‌های بسیاری در تاریخ علم در پی داشته است. این اسطرلاب ساخته‌ی ابوسعید سجزی است و برخی ساخت این اسطرلاب را نشانه‌ی اعتقاد سجزی به حرکت وضعی زمین دانسته‌اند. برخی نیز به خطا این کار را نشانه‌ی اعتقاد سجزی به حرکت انتقالی دانسته‌اند که کاملاً نامربوط است. بیرونی در بحث درباره‌ی اسطرلاب زورقی می‌گوید: «از ابوسعید سجزی اسطرلابی از نوع واحد و بسیط دیدم که از شمالی و جنوبی مرکب نبود و آن را اسطرلاب زورقی می‌نامید و او را به جهت اختراع آن اسطرلاب بسیار ستودم. چه اختراع آن متکی بر اصلی است قائم به

ذات خود و مبتنی بر عقیده‌ی مردمی که زمین را متحرک دانسته و حرکت روزانه را به زمین نسبت می‌دهند و نه بر کره‌ی سماوی و بدون شک این شبهه‌ای است که تحلیلش دشوار و رفع و ابطالش مشکل است. مهندسان و علمای هیئت که اعتماد و استناد ایشان بر خطوط مساحیه است، در نقض آن شبهه چیزی (گفتنی) ندارند. زیرا چه حرکت روزانه را از زمین بدانند و چه آن را به کره‌ی سماوی نسبت دهند در هر دو حالت به صنعت آنان زیان نمی‌رسد و اگر نقص این اعتقاد و تحلیل این شبهه امکان پذیر باشد موکول به رأی فلاسفه‌ی طبیعی دان است».

تحدید نهایات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن (به فارسی: تعیین سرحد مکان‌ها برای اصلاح فواصل سکونت‌گاه‌ها)

بیرونی در مقدمه کتاب (بنوعی در انگیزه تالیف آن) می‌نویسد «چون در کار مردم این روزگار می‌نگرم، و می‌بینم همگان در همه جای سیمای نادانی به خود گرفته‌اند و با اصحاب فضل دشمنی می‌ورزند و هرکس را که به زیور دانش آراسته است می‌آزارند و گونه ستم و بیداد درباره او می‌کنند: نزدیک است که آنچه اصحاب صنعت احکام نجوم در دُورها و تاثیرات کواکب در سده‌ها و هزاره‌های گفته‌اند و گردش همه کارهای جهان را از روی آن دانسته‌اند باور دارم!» باز در مقدمه بسیار عالمانه در مورد تبدیل دریا به خشکی و بالعکس آورده است: «... بیابان عربستان که می‌بینیم نخست دریا بوده و سپس پرشده است و نشانه‌های با کندن چاه‌ها و حوض‌ها آشکار می‌شود، چه در آن چینه‌هایی از خاک و ریگ و قلوه سنگ دیده می‌شود و چاره‌هایی سفال و شیشه و استخوان ... که ممکن نیست کسی آنها را به عمد زیر خاک پنهان کرده باشد؛ همچنین وجود سنگ‌هایی که چون آنها را بشکنند صدف‌ها و حلزون‌ها و چیزهایی که گوش ماهی نامیده می‌شوند به نظر می‌رسند ... در پوسته‌های آنها که خالی شده‌اند جای آنها به شکل اصلی دیده می‌شود...». از این اشارات که به یافته‌های علوم امروز نزدیک است بسیار آمده است و خواندن آن برای پژوهندگان علوم بی‌شک بسیار جذاب و شگفتی زاست.

هرگز به دریا نزدیک نبوده‌اند. موضوع اصلی اثر تعیین مختصات جغرافیایی مناطق مختلف، بخصوص از نظریه‌ی اختلاف طول جغرافیایی بغداد و غزنه، است. در کتاب درباره مسایل مقدماتی مختلفی، مانند راه‌های تعیین عرض بلاد، میل دایره البروج، توزیع خشکی‌ها و ساختمان آنها، طول یک درجه نصف النهار، و تعیین اختلاف عرض جغرافیایی با رصد خسوف و کسوف بحث می‌شود و رصدهای خود ابوریحان و دیگران و روش‌های مورد استفاده آنها بحث شده است. ترجمه فارسی این کتاب توسط احمد آرام در انتشارات دانشگاه تهران به چاپ رسیده است. در پایان چند اثر به فارسی در مورد ابوریحان و آثارش برای حسن ختام این نوشته، معرفی می‌شوند.

موضوع این اثر تعیین مختصات جغرافیایی مناطق مختلف به روش جغرافیای ریاضی (نجومی) و مهم‌ترین اثر دانشمندان مسلمان دربار جغرافیای ریاضی به شمار می‌رود. اثری است که در مورد تعیین عرض و طول جغرافیایی شهرها و میل دایره البروج و اندازه‌گیری زمان خسوف و اختلاف طول‌های جغرافیایی و روش تعیین سمت قبله تالیف شده است. بیرونی در مقدمه‌ی این اثر، به مسائل مربوط به فلسفه‌ی طبیعی در مورد آفرینش و تشکیل ربع مسکون نیز پرداخته که بیانگر وضعیت چنین پژوهش‌هایی در روزگار بیرونی است. برای مثال، در نظریه‌های زمین‌شناسی موجود بازنگری‌هایی می‌شد تا بتوانند وجود سنگواره‌هایی را توجیه کنند که در بخش‌هایی از سرزمین‌های مسکونی یافت می‌شدند که ظاهراً



منابع

۱. تحلیل رویکردهای تاریخ‌نگاری ابوریحان بیرونی؛ با تأکید بر رویکرد اجتماعی او. مجتبی خلیفه و ستاره غفاری بیجار. فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش نامه نامه تاریخ اسلام سال هشتم، شماره سی و یکم، پاییز ۱۳۹۷ صص ۵۴-۲۷.
۲. ابوریحان بیرونی (افکار و آراء). ادکابی، پرویز، ۱۳۷۴ طرح نو
۳. شناخت و بررسی «تحقیق ماللهند» اثر بیرونی. نادری رمضان آباد، دهقانی نژاد، تاریخ پژوهی، زمستان ۱۳۹۳ (۱۳۵-۱۱۵).
۴. آثار الباقیه ترجمه اکبر دانا سرشت (از مقدمه)
۵. قانون مسعودی بیرونی (جایگاه آن در تاریخ علم) آئینه میراث، ۱۳۸۵، شماره ۳۵ (۲۰۹-۱۲۰).
۶. مصاحبه با پرویز ادکابی، میراث علمی اسلام و ایران، شماره ۱۱ (تابستان و بهار ۱۳۹۶).
۷. مقدمه جلال الدین همائی در ترجمه و تصحیحات فارسی التفهیم.
۸. مقدمه عباس زریاب خویی بر ترجمه فارسی الصیغه.
۹. ویکی فقه (<https://fa.wikifeqh.ir>)
۱۰. ویکیپدیای فارسی (<https://fa.wikipedia.org/wiki>)
۱۱. ویکی نور، دانشنامه تخصصی کتاب‌شناسی و زندگی‌نامه (<https://fa.wikinoor.ir/wiki>)

A Review of the Works of the Abo Ryhan Biruni The Glory of the Integrity of the Elite and Maturity

Ali Farazmand

Faculty of Biology, University of Tehran
Biology Branch of the Iran Academy of Sciences
afarazmand@ut.ac.ir

Abstract

After introducing the works of Abu Rayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni, the Iranian scientist of «All Ages», this article has a brief overview of some of the most important works of Biruni. After giving a very short summary of the fruitful life of this incomparable sage and scientist, his important and famous works including the *Vestages of past/The Chronology of Ancient Nations*, *Masudi's Law on Astronomy and Stars*, *Al-Tafhim or Al-Tafhim for the pioneers of the astrology industry*, *Kitab-ul-Hind or A Critical Study of Indian Doctrines, Whether Rationally Acceptable or Rejected*, *The Yoga sutras of Indian Patanjali/Indian Patanjali in freedom of mind*, *Al-Saydana fi al-Tibb or The Book on the Pharmacopoeia of Medicine*, *To Determine the ends of places to correct the distances of dwellings*. For the benefit of the readers, at the end, a number of books written about Abu Rayhan by Iranian writers and researchers have been introduced.

Kindness and Wisdom: The Civilizational Gift of Mathematics

Arezou Rezaei^{1,2}

1. School of Biology, Damghan University, Damghan, Iran

2. Institute of Biological Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

arezaei@du.ac.ir

Abstract

The influence of mathematics on the existence and aspects of human life is impressive and extensive. Mathematics and mathematicians, directly or indirectly, have been important contributors to scientific revolutions and have helped human wisdom to be recognized as the most efficient tool to reach the truth. Scientists and researchers in many scientific fields, including biological and medical sciences, grapple with issues that they cannot adequately address without mathematical knowledge, they lack the ability to formulate problems, propose appropriate solutions, and analyze the results obtained. Mathematics knowledge and mathematical perspective can add new life and momentum to knowledge. Beyond that, just as mathematicians were able to overcome superstition through science, they can free civilization from its sufferings and discontents and continue to shine light on the dark world of human ignorance. It is not unreasonable to say that mathematics has helped wisdom and kindness become the most enduring skills and legacies of human civilization.

Keywords: Mathematics, biology, wisdom, kindness, culture, civilization.

This article is dedicated to Giordano Bruno and all those who fought against superstition and lies to the very end.

A Bit More Detailed About Turing Test in the World of Artificial Intelligence

Bahram Sadeghi Bigham

Department of Computer Science, Faculty of Mathematical Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

b_sadeghi_b@alzahra.ac.ir

Abstract

Although the answer to this question is obvious for computer experts, today we encounter various people who ask with doubts about this. Where is the end of artificial intelligence defined by scientists? What is the Turing test that was proposed more than 70 years ago and can artificial intelligence and tools like ChatGPT pass this test? In this short article, we try to address this simple question and its basics. At the end of the article, the reader will give a clear answer to this question.

Keywords: artificial intelligence, Alan Turing, Turing test

Plants and Fungi, and the Challenges of Food, Medicine and Energy

Farrokh Ghahremaninejad^{1*} and Hamid Nazari²

1-Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

2-Department of Biology, Bu-Ali Sina University, , Hamedan, Iran.

*fgh@khu.ac.ir

Abstract

In this article, an attempt has been made to show the importance of research to find new species with the potential to be used as food sources, and by citing examples of lesser-known species that are present in some places in the diet of local people, solutions to the challenges ahead. It should be mentioned like famine. With the growth of the world population and an increase of about two billion people by 2050, the importance of finding new food and medicine, especially from plant and mushroom sources, is more visible for the future of humankind. The discovery of new species becomes more important because a limited number of plants are recognized as a major part of the human diet, and diseases and a decrease in genetic diversity may lead to their extinction and eventually to possible famines. Much of this paper, which examines knowledge gaps and uncovers the known and potential benefits of fungi and plants to us and our planet, comes from a collaborative report by 210 researchers from 97 institutions in 42 countries.

Keywords: Extinction, Food threat, Genetic diversity, Biosphere, Species

Global Economic Outlook for the Catalyst Industry and Challenges in Catalyst Supply and Production in Iran

Mohammad Hosein Mohseni¹, Faranak Manteghi^{1*}

1. Faculty of Chemistry, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

*f_manteghi@iust.ac.ir

Abstract

Nowadays, the growing and development of modern industries without a deep knowledge and consciousness of catalysts production and consumption seems impossible. Catalysts are of high-consumption materials in oil, gas, petrochemical and automobile industries that at least one catalyst is necessary for their manufacturing process. Investigating the global catalyst market in recent years shows that due to the increasing capacity of oil refining and production of petrochemical products, the highest growth of catalyst consumption occur in China and Middle East. In Iran, due to the complete dependence of oil and gas industries upon foreign countries for providing the process technologies, catalyst industries are still importers and directly dependent to applied licenses. In effect, the direct relation between the parts of both process and catalyst technology development, and due to the cost and time of the two parts, it is expected to have the growth of catalyst industry in the country. This paper deals with the concepts and applications of catalysts along with their general classification. In this regard, investigation of global statistics for the catalyst consumption in different countries gives a comprehensive illustration for those involved in this huge industry. Analyzing the global market, identifying the large manufacturers, examining the existing challenges in industries, estimating the total volume of refinery and petrochemical catalysts' market and analyzing the quality and quantity of catalyst industry market, it is hoped to take efficient steps in developing the domestic catalyst market.

The pressure for increasing the number of publications, as the main evaluation criteria in a pathologic competitive atmosphere, caused extensive deviations in the research behavior of Universities and research institutes. The evaluation of the originality of research activities and the outcomes (publications, technologies, new procedures and problem-solving abilities) from the decorative, marginal and mainly focused on increasing publishing article numbers, would be accomplished by considering how research articles follow the logic of scientific discovery criteria.

Keywords: the logic of scientific discovery, Educational and research blindness, conceptual models, plagiarism

Dengue Fever: Virus Biology and Disease Spread

Shakiba Darvishalipour

Department of Biotechnology, Faculty of New Sciences and Technology, Semnan University

Darvishalipour@semnan.ac.ir

Abstract

Dengue fever is rapidly spreading and seriously threatens public health in tropical and sub-tropical countries. The virus genome is single-stranded RNA; the virus belongs to the flavivirus genus and the Flaviviridae family. There are four serotypes (DENV1-, DENV2-, DENV3-, and DENV4-) of dengue virus

This disease, caused by the bite of a female mosquito infected with the dengue virus, is primarily spread by the *Aedes aegypti* and rarely the *Aedes albopictus*. While many dengue infections are asymptomatic, the disease can cause a wide range of illnesses, from mild to severe. Diagnosis of dengue infection can be done by monitoring the virus genome using polymerase chain reaction (PCR), the identification of NS1 antigen, or the presence of anti-dengue antibodies in serum, plasma, circulating blood cells, or other tissues. Over the past few decades, the prevalence of dengue fever has increased significantly, posing a growing threat to public health, particularly in tropical and subtropical regions. This study investigates the biology, pathogenesis, epidemiology, clinical manifestations, and diagnosis of dengue infection.

Keywords: Dengue fever, Epidemic, Pathogenesis, Clinical symptoms, Dengue virus

The Confusion of Contemporary Arms Experts Caused by the Chaotic Writings of Engravers in the Safavid Era

Mehdi Rajabalipour

Academy of Sciences of the Islamic Republic of Iran

mradjabalipour@gmail.com

Abstract

In this article, we will focus on two types of chaotic writings, which we will refer to as «letter chaotic» and «digital chaotic.» The study of the first topic viewed as a type of calligraphy art and its deciphering is as entertaining as logo games will be quickly done with a few examples. However, we will reflect more on the topic of «numbers» because it discusses the carelessness of engravers and historians of the Safavid era in writing or ignoring “zero”, which is reminiscent of the carelessness of scribes in antiquities. The analysis of chaotic numerical writing requires us to review the history of the emergence of «zero» in Introduction. Misunderstandings arising from messy writing have created the belief in the minds of contemporary swordsmanship experts that for several centuries after the death of the two well-known swordsmiths, Kalbali Isfahani and Asadollah Isfahani, working for Shah Abbas the Great, some other master swordsmiths forged their signatures. In this article, we prove by discovering the correct encryption of the dates on the swords that after the death of these two masters, there was only one Kalbali II, who was a son of Master Asadollah I, and there was only one Asadollah II with no information about his father.

Educational and research blindness:

Part 1) The logic of Scientific Discovery to Discriminate Researches Oriented Toward Obtaining New Knowledge From Decorative, Marginal Ones

Kamran Sharifi

Department of Clinical Sciences, Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad

shariffp@um.ac.ir

Abstract

The fundamental theory of research is based on obtaining new knowledge according to observable phenomena or facts. The goals of an original research are description, prediction, explanation and application to answer the fundamental research quest and finding an applied procedure to solve a typical problem. With the expansion of Universities and research institutes, the codification and explanation of conceptual models, criteria, standards, benchmarks and rules are instrumental, in order to conduction and collaboration of all the research activities, according to the visions and missions, leading to enactment and endorsement of regulations and style sheets determining the manner and behavior of researchers and the Universities. Choosing an inappropriate conceptual model, invariably causes deviated research activities by Universities and research institutes, which reshapes the research to a decorative matter, hampering the acquisition of valid applied knowledge, but might serve the researcher's career interests, as well as climbing the academic, social, and even political ladders.

Abstract of Contents

Abdus Salam and His Role in the Advancement of Science in the World, Especially in Developing and Islamic Countries

Ahmad Shaabani

Faculty of Chemistry, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
Member of the Chemistry Branch of the Academy of Sciences of the Islamic Republic of Iran
a-shaabani@sbu.ac.ir

Abstract

The migration of elites is a significant issue in today's world, particularly in developing countries with increasing high rates. The important questions are: what are the benefits and disadvantages of elite immigration for the country of origin, destination, and the world community? Do they consider the benefits and drawbacks of immigration for the benefit of the world community? What mechanism can be used to maintain and provide incentives for the return of scientific elites? To address these questions, the scientific career of one of the most prominent elites of Islamic society, Dr. Muhammad Abdus Salam, the first Muslim to win the Nobel Prize in Physics, has been chosen for analysis. This analysis also raises more specific questions about him, such as: Could Abdus Salam of Punjab University have succeeded in winning the Nobel Prize like Abdus Salam of Imperial College? Can Abdul Salam from the University of Punjab have the same impact and influence as Abdul Salam from Imperial College University? Did the significant role that Abdus Salam played at Imperial College in advancing science in developing and Islamic countries also have the potential to be achieved by Abdus Salam at the University of Punjab? In other words, was the influence of Abdul Salam of Punjab University on the world scientific community and global science comparable to that of Abdul Salam of Imperial College? This article, with introduction of Abdul Salam's role in the advancement of science in the world, especially in developing and Islamic countries, has been studied, and by referring to the migration phenomenon in Asian and European countries, the raised questions have been answered.

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
Sheykhi, Ahmad. Professor, Physics, Shiraz University, Shiraz, 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
Website Management: Farrokh, Atena
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

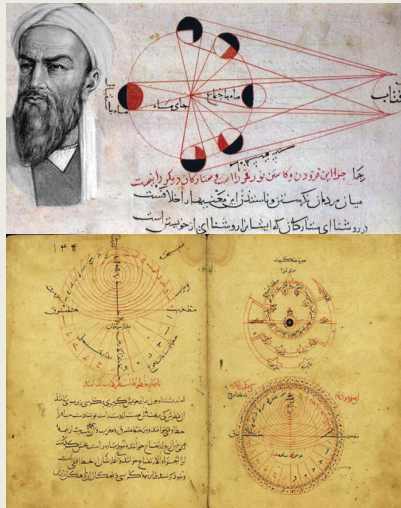
Email: basic@ias.ac.ir

ISSN 2783-3666

«چرا این فروزون و کاستن نور قمر راست و ستارگان دیگر را نیست؟ میان مردمان نگرستن و ناستادن این معنی‌ها را خلافت در روشنایی ستارگان که ایشان را روشنایی از خویشتن است.»

ابوریحان بیرونی

نقش روی جلد تصویری از ابوریحان محمد بن احمد خوارزمی بیرونی (۴۲۷-۳۵۱ هجری شمسی) همراه با کپی برگ‌هایی از برخی نسخ خطی آثار این نخبه جاودان یاد است. جرج سارتن مورخ نامی تاریخ علم، نیمه نخست سده یازدهم میلادی را «عصر بیرونی» نامیده است و در کتاب تاریخ علم می‌نویسد بیرونی یکی از بزرگترین اندیشمندان ایرانی برای همه اعصار است. جلال الدین همائی بر این باور بوده که از صدر اسلام تا زمان معاصر هیچ دانشمندی و نابغه‌ای از جهت علمی به پای ابوریحان نمی‌رسد. او علاوه از فارسی و عربی به زبان‌های عبری، سریانی، سانسکریت و احتمالا یونانی تسلط داشته و به مدد اشراف زبانی آثار دست اول و اصیل به زبان‌های زنده آن روز را بلاواسطه می‌خوانده است.



«استاد جاوید» از القاب دیگر اوست. پرویز ازکائی در زندگینامه *ابوریحان بیرونی* آورده است که ابوریحان بیرونی به رغم داشتن مضامین عمیق فلسفی در نوشتار، به عنوان فیلسوف اشتها ندارد چرا که به مسائل علمی و تجربی علاقه و توجه مستقیم و بیشتری داشت. ازکائی او را روش‌شناسی بزرگ می‌شناسد که بدون متدولوژی کار نمی‌کرد و هر دانشی را با روش علمی خاصی پیش بُرد. او از پیشگامان به کارگیری روش استقرا در تبیین رخدادها است و در مطالعات متعدد اجتماعی و طبیعی از کارکردگرایی، پدیدارشناسی، مطالعه تطبیقی و روش‌های ترکیبی دیگر بهره می‌گیرد که از شیوه‌های پژوهشی امروزی به شمار می‌روند. ابوریحان ۶۰۰ سال قبل از گالیله به گرد بودن زمین نظر داشته، ۵۰۰ سال قبل از کوپرنیک می‌دانست زمین به دور خورشید می‌چرخد؛ او همچنین در کتاب *التفهیم* حالات مختلف قرارگیری ماه نسبت به خورشید را ترسیم کرده است؛ در سال ۱۰۰۰ میلادی، به تقریب نزدیک محاسبه امروزی از شعاع کره زمین دست یافته است. در تعیین فاصله شهرها به خاطر متدولوژی درست، در واقع دانش مساحت‌شناسی (Geodesy) را هشت سده پیش از اروپائیان بنا نهاده است. نجوم تنها قلمروی نیست که او در آن غور کرد و آثار دقیق از خود به جا گذاشت، بلکه در هر اثری که نگاشته، مولفی اصیل و صاحب اندیشه بوده است. از جمله در فصل ۴۷ کتاب *تحقیق مالههند* از دید یک طبیعی‌دان به توضیح روندهای طبیعی و از جمله نظرات زیست‌شناختی یادآور نظریه فرگشت داروین می‌پردازد و به «انتخاب مصنوعی» در کار کشاورزی، مفهومی در مقابل «انتخاب طبیعی» اشاره می‌کند. او به اهمیت تجربه و آزمایش در امور حسی، استاد به براهین ریاضی در امور انتزاعی، اندیشه باز در مبارزه با خرافات و جعل واقعیت‌ها باور دارد و در آثار متنوع خود به تبیین آنها کوشیده است. بیرونی در کنار آثارش، به استاد آنچه خود در *الفهرست کتاب‌های رازی* آورده ۱۱۳ عنوان، کتاب *التفهیم* را به زبان فارسی نگاشته (یا خود آن را ترجمه کرده) است. این کتاب به شکل سوال و جواب و زبان ساده، گویا با هدف ترویج علم در میان نوجوانان، نگاشته شده است؛ در این اثر، بیرونی در قالب ۵۳۰ سوال تلاش کرده است تا مقدمات ریاضی، هندسه، نجوم، حساب، گاه شماری و اسطرلاب و جغرافیا را به مخاطبین بیاموزد. امتیاز دیگر این کتاب به کارگیری واژگان فارسی در تالیف *التفهیم* است. او در این اثر از جمله برای نهادهای کاریز به جای قنات، شمار به جای حساب، چهار پهلو به جای چهار ضلعی، همچند به جای مساوی استفاده کرده است.

بیرونی طی چندین سال رفت و آمد و اقامت درهند زبان سانسکریت را بخوبی آموخت و با مطالعه دقیق منابع و مطالعات میدانی در آنجا اثر مهم خویش *تحقیق مالههند* را تالیف کرد. او در مردم‌شناسی با نگاهی میان رشته‌ای و کل‌گرا به شناخت همزمان زبان، اساطیر، باورها، تقویم و جغرافیا و ... به شناخت عمیقی از جامعه هند دست یافت. در این اثر او به مقایسه بین ادیان یونانی، هندی و ایرانی می‌پردازد و از این رو وی را بنیانگذار علم مردم‌شناسی و مطالعه تطبیقی در فرهنگ بشری می‌دانند؛ به پاس سترگی کارش در *تحقیق مالههند*، روز ۱۳ شهریور (روز مردم‌شناسی) به یادمان این نخبه دوران در ایران روز ابوریحان نامیده شده است. ابوریحان شخصیت یگانه‌ای است که از همان اوان جوانی توانان از نخبگی و پختگی بهره مند است. او که از ۱۷ سالگی به مطالعات جدی اخترشناسی می‌پردازد تا پایان زندگی شیفته پژوهش بود. در واپسین لحظات عمرش که در گفتگو با علی بن عیسی اللولاجی که بر بالین‌اش حاضر شده، از موضوع «حساب جدات ثمانیه» می‌پرسد؛ در پاسخ به دوستش که در حالت بیماری او را از کنکاش برحذر می‌دارد می‌گوید آیا بهتر نیست که دانسته بمیرد تا نادانسته و در نادانی؟ بی‌شک علم و حکمت ابوریحان، در کنار سیر و سلوک اخلاقی وی، درس‌های زیادی برای آموزش نخبگان و اندیشمندان دارد چرا که نبوغ بی‌بلوغ در زندگی دانشمندان همیشه راه درستی پیش پای آنها نمی‌گذارد!

نامه سلوک پایه

فصلنامه تخصصی گروه علوم پایه فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

ISSN 2783-3666