نشریه علمی - ترویجی

fast-Iran
بنیاد پیشبرد علم و فناوری
ISC
Islamic World Science Citation Center
پایگاه استنادی علوم جهان اسلام
مرکز منطقه‌ای اطلاع رسانی علوم و فناوری

- سخن نخست: خواب و سم‌زدایی بدن
- خلاقیت و اکتشاف
- زیست‌شناسی کوانتومی
- نگاهی به نشریه نیچر و جوایز نوبل
- آلودگی ناشی از آنتی‌بیوتیک‌ها بر محیط‌زیست
- نگاهی به مواد بیگانه‌زیست
- بیست موردی که کاش وقتی دکتری را شروع کردم، می‌دانستم
- دیوان شرقی از مولفی غربی یا دیوان غربی از مولفی شرقی

نشاء علم

نشریه فرهنگ سازی و سیاست گذاری علم، نوآوری و فنآوری
سال نهم، شماره دوم- خرداد ماه ۱۳۹۸، قیمت ۱۵۰۰۰ریال

صاحب امتیاز: بنیاد علم و فناوری در ایران
سردبیر: علی‌اکبر موسوی موحدی
مدیر مسئول: عباسعلی زالی
مدیر اجرایی: ابوالفضل کیانی بختیاری

نشریه نشاء علم، بر اساس مجوز شماره ۱۲۴۹۹۵ مورخ ۹۱/۶/۱۵ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری از نخستین شماره دارای اعتبار علمی-ترویجی است.

* فصلنامه "نشاء علم" توسط بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران با همکاری انجمن بیوشیمی‌بیوفیزیک ایران منتشر می شود.
* هدف از انتشار این فصلنامه، فرهنگ‌سازی و کمک در راستای سیاست‌گذاری علم، پژوهش و فناوری، اطلاع‌رسانی، ترویج علم، کمک به مدیران مراکز تصمیم‌ساز و تصمیم‌گیر علمی و همچنین جهت‌دهی به نخبگان، پژوهشگران و علاقه‌مندان به نوآوری‌های علمی، پژوهشی و فناوری در کشور می‌باشد.
* آرا و نقطه‌نظرهای مندرج در مقالات و گزارش‌های منتشر شده در این فصلنامه، لزوماً بازگوکننده رای و نظر بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران نمی‌باشد.
* فصلنامه در ویرایش و حذف مطالب آزاد است و مقاله‌های فرستاده شده به دفتر نشریه، برگردانده نمی‌شود.
* نشریه نشاء علم از حمایت‌های معنوی و مادی بنیاد فرهنگی مصلی‌نژاد سپاسگزار است.
* نشریه نشاء علم از حمایت‌های معنوی و مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور تقدیر و تشکر می‌نماید.

ISSN: X 8003-539

ناشر: بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران
مسئول وبگاه: زهرا موسوی موحدی
نشانی: تهران، خیابان قریب، قبل از فرصت شیرازی، پلاک۷
تلفکس: ۶۶۵۷۷۸۸۴ (۹۸۲۱+)
وبگاه بنیاد: http://fast-iran.ir
وبگاه نشریه نشاء علم: http://sciencecultivation.ir
نشانی الکترونیک نشریه نشاء علم: info@sciencecultivation.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

خواب و سم‌زدایی بدن

خواب سالم در شب زیرساخت سایر فعالیت‌های بدن و تنظیم کننده روح و روان است. تحقیقات علمی نشان می‌دهد که خواب موجب سم‌زدایی از بدن می‌شود و مواد زائد را از مغز خارج می‌کند. خواب شفابخش و ترمیم کننده است و یکی از بهترین آنتی‌اکسیدان‌ها به نام ملاتونین در خواب سالم تولید می‌شود و استرس‌های ایام بیداری را جمع‌آوری و جاروب می‌نماید. در ایام بیداری، بدن دچار انواع استرس‌ها می‌شود و خواب ترمیم کننده آن است. شایان ذکر است که خواب با استراحت متفاوت است و خواب سالم در شب ایامی که خورشید حضور ندارد تعریف می‌شود. در شرایط امروز و شهرنشینی و استفاده بی‌رویه مردم از لوازم ارتباط‌جمعی مجازی ساعت خواب جامعه تغییر یافته و معمولا در دیر وقت برای خواب مهیا می‌شوند. حتی وقتی به خواب می‌روند با سر و صداهای ساختمان‌سازی و دیگر موارد بیدار می‌شوند و تازه بی‌خوابی به سرشان می‌زند و به جای آن در ساعت غیر زیستی (بیولوژیکی) شاید به خواب روند. این قصه موجب می‌شود که بدن به خوبی سم‌زدایی نشود و استرس فراوان در بدن باقی مانده و موجب انواع بلایا و ناهنجاری‌ها برای فرد و جامعه می‌شود. در این وضعیت باعث ناآرامی بدن و مغز شده، یادگیری هم پائین می‌آید و دانش‌آموزان، دانشجویان، معلمان و استادان نمی‌توانند بهینه به گسترش دانش و پژوهش بپردازند و در مجموع خسارت ملی به علم، تولید و اقتصاد علاوه بر بروز انواع بیماری‌های نوظهور و ناآرامی‌ها می‌انجامد. لذا لازم است که دست اندرکاران علمی- فرهنگی سیاست‌های مهم برای خواب سالم در شب را برای مردم بیان دارند و به‌عنوان یک سبک زندگی مهم در سلامت فرد و جامعه فرهنگ‌سازی شود. امروز مراکز علمی، بنیادها و انجمن‌های علمی در خصوص خواب تحقیق و فعالیت می‌نمایند و یک شاخه مهم علمی است که از زوایای متفاوت می‌باید به آن توجه شود. نشریه نشاء علم موضوعات مهم علم زندگی را در مقالات خود و سخن سردبیری متذکر می‌شود، امید است خوانندگان این نشریه بتوانند از آن بهره‌مند شوند و این هشدارها را در سبک زندگی خود به کار برند.

علی‌اکبر موسوی موحدی
سردبیر

خلاقیت و اکتشاف

احمد شعبانی *[1]

چکیده

در عصر حاضر که پیشرفت علمی در آن پر شتابان و جامعه بشری با انفجار داده و اطلاعات مواجه است و اهمیت دانش، نوآوری و اکتشاف در خلق ثروت به‌طور مداوم رو به فزونی است، شناخت شیوه‌های آموزش خلاق و روش‌های اکتشاف و نوآوری از جمله مهم‌ترین مسائل و چالش‌ها در فرایند آموزش و یادگیری در مراکز آموزشی و پژوهشی محسوب می‌شود. در این مقاله با طرح سؤال آیا می‌توان انسان خلاق و کاشف تربیت کرد؟ با بیان سطوح مختلف فرایند آموزش، شیوه آموزش خلاق مبتنی بر آموزش دانش‌محور با استفاده از روش‌های تجربه تاریخی انسان در آموزش زبان و الگوبرداری و الهام از طبیعت به‌عنوان بهترین روش‌های آموزش خلاق معرفی شده است. در پایان در پاسخ به سؤال اکتشاف‌های بزرگ چگونه رخ‌داده و چه ارتباطی با آموزش خلاق دارند؟ انواع روش‌های کشف شامل کشف مبتنی بر پرسش، تصادف و خوش‌اقبالی، منطق و استدلال، تخیل و رؤیا، الگو و کپی‌برداری از طبیعت (زیست الگو)، باورها و پژوهش‌های برنامه‌ریزی‌شده معرفی و ارتباط مؤثر آنها با آموزش خلاق مورد بررسی و تأکید قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: کشف، خلاقیت، نوآوری، اطلاعات، دانش، آموزش، زیست الگو

* عهده‌دار مکاتبات، استاد، تلفن: ۲۹۹۰۲۸۰۰، فکس: ۲۲۴۳۱۶۷۱، پست الکترونیکی: a-shaabani@sbu.ac.ir

[1] دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

مقدمه

اولین سؤال این است آیا می‌توان انسان خلاق و کاشف تربیت کرد؟ و یا اینکه این امور ذاتی و یا ارثی‌اند و انسان‌های خلاق به‌طور مادرزادی متولد می‌شوند و آموزش در آنها نقشی ندارد و یا با آموزش نمی‌توان انسان خلاق تربیت کرد. خلاقیت عبارتست از فرایند تولید شیء، مفهوم یا پدیده‌ای اصیل و ارزشمند. بدون شک جوهره خلاقیت با کیفیت‌ها و کمیت‌های مختلف در ذات هر انسانی نهفته است، اما این خلاقیت همگانی بالقوه است و ضروری است تا به فعلیت برسد. بدیهی است آموزش خلاق یکی از مهم‌ترین شیوه‌ها در تبدیل خلاقیت بالقوه به بالفعل می‌باشد. ریچارد فاینمن[1] فیزیک‌دان نامی که به‌منظور ایجاد وحدت موفقیت‌آمیز بین نسبیت خاص و مکانیک کوانتمی در سال ۱۹۶۵ موفق به اخذ جایزه نوبل شد، در سخنرانی خود تحت عنوان علم چیست؟(۱،۲)[2] در بیان خاطرات کودکی‌اش و رویکرد تأثیرگذار آموزش خلاق توسط پدرش می‌گوید، پدرش حرکت عروسک کوکی را به تابش خورشید نسبت می‌داد و او را رهبری می‌کرد که روابط علت و معلولی نهفته در زنجیره‌های تودرتو و یا پی‌درپی بین این دو پدیده را کشف کند. لذا شیوه آموزش نقش پررنگی در تربیت انسان‌های خلاق و نوآور بازی می‌کند. بدیهی است این مهم سلسله مراتبی دارد و برحسب اینکه فرد آموزش داده‌شده از چه سطحی از استعداد و هوش طبیعی، توان ذاتی و اعتمادبه‌نفس و خودباوری برخوردار باشد مرتبه خلاقیت متفاوت خواهد شد.

روش‌های آموزش خلاق

فرایند آموزش معمولاً در سه سطح انجام می‌شود. آموزش در سطح داده[3] و آن عبارت است از آموزش اعداد و یا آموزش نام یک پرنده بدون ارتباط با چیزهای دیگر. آموزش در سطح اطلاعات[4] که در این سطح از آموزش، داده‌ها پردازش شده و حقایقی با مفهوم به دست می‌دهد که به توصیف و تعریف داده‌ها می‌پردازند. برای مثال دمای هوا تا ۱۵ درجه افت می‌کند و یا اینکه کلاغ‌ها سیاه رنگ‌اند. آموزش در سطح دانش[5] که یک الگو ارائه می‌دهد و سطح آن به‌مراتب بالاتر از آموزش داده و اطلاعات است. آموزش دانش معمولاً در پاسخ به کلماتی مانند چرا، چطور و چگونه بیان می‌شود. به‌عنوان‌مثال اگر رطوبت زیاد باشد و دما افت کند، جو اغلب غیرمحتمل است که رطوبت را نگاه دارد و بنابراین باران می‌آید، نمونه‌ای از آموزش دانش است (۳). برخی از امتیازات دارایی و ثروت دانش یا دانایی نسبت به سایر دارایی‌ها عبارت است از: ذاتاً غیر رقیب و تمام‌نشدنی است، ناملموس اما قابل دست‌کاری است، غیرخطی و نمایی است، به‌آسانی قابل‌حمل است، غیرقابل محصور و شیوع پذیراست، قابل ذخیره‌سازی است، جمع‌پذیر با سایر دانش‌هاست و الگوپذیر است. به عبارتی گسترش مرزهای دانش، گسترش داده و اطلاعات صرف نیست بلکه علاوه بر تجربیات (دانش و دانایی)، الهامات و دانش ضمیری دانشمند و پژوهشگر موضوع موردنظر را به تحلیل می‌پردازد [۱-۴].

۱-تجربه تاریخی انسان در آموزش زبان

معمولاً دو روش برای آموزش زبان وجود دارد. روش آموزش تحلیلی یا آوایی[6] که نوعی آموزش جزء به کل است و زبان‌آموز در آن با ارتباط بین تک‌تک حروف و صداهای متناظر آنها آشنا می‌شود و سپس با ترکیب حروف برای تشکیل کلمه نوشتاری و با ترکیب صداها برای تشکیل کلمه گفتاری استفاده می‌کند. روش دوم شیوه آموزش کل زبان یا نظریه یادگیری سازنده[7] است که به عبارتی آموزش کل به جزء می‌باشد که در این روش تأکید بر درک متن و ادبیات می‌باشد. به عبارتی واحدهای ساختاری آموزش در روش اول حرف و در روش دوم کلمه می‌باشد. در روش اول هر فردی حروف الفبای زبانی را بیاموزد و شیوه ترکیب آن‌ها را آموخته باشد قادر می‌شود بی‌نهایت کلمه بنویسد و یا تکلم کند. تجربه‌ای که افراد در

[1] Richard Feynman

[2] شماره وبگاه در پرانتز و شماره رفرنس در کروشه ارائه شده است.

[3] Data
[4] Information
[5] Knowledge
[6] Analytical approach (Phonics)
[7] Whole language approach (Constructive learning theory)

آموختن زبان دوم آن را به بوته آزمایش گذاشــته‌اند و به این مهم یعنی توانمندی در گفتار و نوشــتار دســت‌یافته‌اند. حال سـؤال این اسـت کدام شـیوه انسـان را در نوشـتن و خواندن کلمات توانمندتر و خلاق‌تر می‌نماید؟ شــاید جواب پاســخ آموزش با حروف باشــد. چراکه با تعداد محدود از حروف بی‌نهایت کلمه و جمله ســاخته می‌شــود. به عبارتی حروف نسـبت به کلمات محدودتر و واگرایی در سـاخت کلمه بیشـتر می‌باشــد. به‌هرحال در روش آموزش زبان بر مبنای حروف، انســان خلاق با توانمندی در ابداع کلمات، جملات و...جدید تربیت می‌شود؛ بنابراین، اگر روش آموزش از جزء به‌کل باشد، زبان‌آموز و آموزش شــونده توانمند و خلاق تربیت می‌شــود. چراکه با محدود حروف بی‌نهایت جمله و متن ســاخته و پرداخته می‌شـود. به‌عنوان‌مثال مجموع تعداد لغات و یا کلمات در زبان انگلیسـی حدود پانصـد هزار می‌باشـد که با ۲۶ حرف تشکیل و ساخته می‌شود (۴).

مثالی دیگر از آموزش خلاق مبتنی بر تجربه تاریخی انسـان در ایجاد اعداد بی‌شـمار برای شـمارش اشیاء با اسـتفاده از اعداد ۰ تا ۹ اسـت که به‌عنوان واحدهای سـاختاری اعداد از ترکیب آنها بی‌نهایت عدد جدید ساخته می‌شود.

۲-شیوه آموزش خلاق با الگوبرداری و الهام از طبیعت

مبنا و اسـاس حیات و طبیعت اسـتوار بر راهبرد واگرایی مبتنی بر عین همگرایی اسـت. به‌عنوان‌مثال متفاوت بودن اثر انگشـت میلیاردها انســان در جهان ناشــی از فقط نحوه چیدمان تعداد محدودی اسیدآمینه است. زبان حیات و یا سیستم دی.ان.ای[1] (DNA) استوار بر تعداد محدودی نوکلئوتید است. رمز وراثتی انسـان از به هم پیوســتن ســه میلیارد از چهار نوع نوکلئوتیدها (A، T، C و G) به دســت می‌آید. به‌طوری‌که این رمز در هر یک از یک‌صـد میلیارد سـلول بدن انسـان دقیقاً تکرار می‌شـود. کپی ژنوم انسـان (کد ژنتیکی) هر یک از سـلول‌ها که در سـال ۲۰۰۰ میلادی کامل شــد بر روی کاغذ بالغ‌بر ۲۵۰ جلد کتاب می‌شــود. به‌عبارت‌دیگر زبان حیات DNA، یکی از عجایب خلقت است که از چهار حرف (نوکلئوتید) تشکیل می‌شود. از نظر آماری امکان اینکه چیدمان بیســت نوع اســیدآمینه (واحد پروتئینی) در کنار هم یکسان باشد غیرممکن است. به‌طوری‌که بیسـت اسـیدآمینه در ترکیب دو جزئی منجر به ۴۰۰ دی پپتید، در ترکیب سـه جزئی ۸۰۰۰ تری پپتید، در ترکیب شـش جزئی منجر به ۶۴۰۰۰۰۰۰ هگزا پپتید به دست می‌دهد.

در مثالی دیگر کل خلقت کرات آســمانی و زمین متشــکل از حدود یک‌صد عنصر شیمیایی است. به‌طوری‌که تعداد ترکیبات آلی با جرم مولکولی کمتر از ۵۰۰ و متشــکل از ده عنصــر (C, H, O, N, P, S, D, F, Br, I) بیش از $۱×۱۰^{۱۲۰}$ مولکول می‌باشد.

وقتی زبان‌آموزش مبتنی بر جزء و در ابعاد مولکولی بیان شـود، انسان، سیب، جلبک و فلاپی دیسک (CD) عضو یک مجموعه و در یک خانواده قرار خواهند گرفت. چراکه زبان حیات یا ژن‌ها از یک زنجیره رمزی چهار حرفی A، T، C و G (چهار نوع نوکلئوتید) که در همه موجودات یکی است تشکیل شده و در صـورت دسـت‌یابی به توانمندی خواندن و بازنویسـی این کدهای رمزی، می‌توان پرتغال را به یک واکســن تبدیل کرد. همین‌طور کد رمزی فلاپی دیســک از رمزبندی دو عدد (۰) و (۱) تشکیل می‌شود و در حقیقت فلاپی دیسک رمزهایی که در داخل فایل‌ها در حال تغییرند خوانده و بازنویســی می‌کند[۵]. در زبان حیات واحدهای کدی، مولکول و نوکلئوتیدها و در فناوری اطلاعات واحدهای کدی اعداد ۰ و ۱ می‌باشــد. گرچه فاصــله بین زبان ماشــین (۰ و ۱) تا زبان حیات (DNA) بی‌نهایت اسـت به‌طوری‌که اولی غیرهوشـمند و دومی هوشـمند می‌باشـد، اما هر دو مبتنی بر جزء می‌باشـند. جامعیت در حیات نیز ناشـی از واحدهای مولکولی (در مقابل واحد عددی) است که قادر به انتقال برخی از صــفات از نســلی به نســل دیگر می‌باشد. شیوه مناسب در شناخت نیز در هر سیستم، دست‌یابی به ابعاد و اجزاء سـازنده آن اسـت، چنانچه بهترین شـناخت در علوم ژنتیک، نانو و حتی مدیریت سیستم‌ها، شناخت اجزاء در ابعاد مولکولی، اتمی و سلولی است.

بنابراین، الگوی آفرینش در طبیعت نیز از جزء به‌کل می‌باشـد و با ترکیب تعداد محدودی مولکول (نوکلئوتید-اسـیدهای آمینه) اشکال متفاوتی از اثر انگشت خلق می‌شود که از میان میلیاردها مورد از آنها هیچ‌کدام یکســان نیســتند. رنگ‌های گوناگون در طبیعت نیز الگو و مدل دیگری اســت که از ترکیب چند رنگ

---

[1] DNA (Deoxyribonucleic acid)

اصـــلی به دســـت می‌آید. به عبارتی با روش ترکیبی از اجزای اصلی رنگ‌ها می‌توان رنگ‌های متعددی را خلق و ایجاد کرد.

۳-الگوبرداری از طبیعت در سنتز مواد

یکی از گرایش‌های علوم شـــیمی ســـاخت (ســـنتز) ترکیبات شـــیمیایی با خواص دارویی و صـــنعتی، انواع رنگ‌ها، پلیمرها، مواد منفجره، سـموم کشـاورزی و ... می‌باشـد که بعضاً برخی از آن‌ها تحولی شـگرف در جامعه بشـری به دنبال داشـته اسـت. تعداد این ترکیبات بالغ‌بر میلیون‌ها ترکیب شـــیمیایی جدید و ثبت شـده است که در اقصـی نقاط جهان توسـط شـیمیدان‌ها و رشته‌های مرتبط و وابسته به آن طراحی، ساخت، تعیین ساختار مولکولی و گزارش شـدند. برای سـاخت این ترکیبات دو طرح و راهـبرد کلـی وجود دارد. در راهـبرد اول از تـرکـیـب دو واکنش‌گر A و B فرآورده P به دست می‌آید که اصطلاحاً از آن به‌عنوان یک واکنش دو جزئی یاد می‌شـــود و روش ســـنتی در سنتز و ساخت مواد محسوب می‌شود و البته در حال حاضر نیز از کارایی بسـیار بالایی برخوردار اسـت و کماکان از این شـیوه به‌وفور در سـنتز مواد استفاده می‌شود. راهبرد دوم که اصطلاحاً از آن بـه‌عنوان یـک واکنش چند جزئی یـاد می‌شـــود، ســـه واکنش‌گر A، B، C و یا بیشـــتر با هم ترکیب شـــده و تولید فرآورده جـدیـد P می‌نمـایـد [۸-۶]. از امتیـازات روش اخیر هدایت پراکندگی، تفرق و واگرایی واکنش‌گرها به‌سوی وحدت و همگرایی در فراورده اســت. گرچه خود فرایند ســنتز نوعی هدایت به همگرایی اســـت، اما در راهبرد دوم این همگرایی بیشـــتر اســـت. این رهیـافت جـدیـد امتیـازات فراوانی دارد به‌طوری‌که ضـمن صـرفه‌جویی در انرژی، زمان و کاهش تعداد واکنشگاه‌ها، کاهش فرایندهای تخلیص، افزایش بهره و راندمان فرایند را نیز در پی دارد. علاوه بر امتیازاتی که ذکر شـــد، از ویژگی منحصـربه‌فردی برخوردار اسـت به‌طوری‌که با در دسـت داشـــتن الگوی کلی واکنش و بـا تغییر دادن هر یـک از واکنش‌گرهای A ,B و C فراورده‌ی جدیدی به دســـت می‌آید که اصطلاحاً از آن واگرایی در فرایند تولید فرآورده یاد می‌شود. به‌عنوان‌مثال از واکنش ده واکنش‌گر به شـــکل دو جزئی ۴۵ فرآورده و به شکل سه جزئی تعداد ۱۲۰ فرآورده تولید می‌شود. اگر همین ده واکنش‌گر به شکل پنج جزئی ترکیب شـوند تعداد فرآورده‌ها ۲۵۲ خواهد شـد. اصـطلاحاً واگرایی در مواد اولیه، همگرایی در تولید و واگرایی در فرآورده از جمله ویژگی‌های استراتژی واکنش‌های چند جزئی است. به‌طوری‌که واکنش‌ها و فرایندهای چند جزئی نه‌فقط یکی از زمینه‌های پرحاصـــل خیز در کشـف واکنش‌های جدید اسـت بلکه در کشـف داروی به شـیوه غربالگری که ضـروری اسـت از میان ترکیبات بی‌شـمار، ترکیبی با پتانسیل دارویی کشف شود اهمیت بسیار زیادی پیدا کرده است.

بنابراین آموزش خلاق و مولد به روشـی اطلاق می‌شـود که اولاً مبتنی بر فرایند آموزش دانش و آموزش در پاســـخ به کلمات چرا، چطور و چگونه بیان شـــود، ثانیاً روش آموزش از جزء به‌کل باشـــد، ثالثاً آموزش به یک الگو و یا مدل منجر شـــود و رابعاً علیرغم واگرایی در اجزای ســـازنده، طی فرایند ترکیب اجزا که توأم با همگرایی اســـت، تنوع و واگرایی در حاصـــل (محصـول) به دسـت آید و به عبارتی با در دسـت داشـتن یک الگو موارد متعددی خلق و کشف شود.

ارائـه نمونـه‌هـایی از روش آموزش خلاق در آموزش شیمی

در بررســ ی واکنش اســ ید و باز، اگر اســ ید با نماد H^+ و باز با نماد OH^- معرفی شـــود، با اســـتفاده از این الگو که از ترکیب نمادها و یا اجزا و یا واحدهای لسید و باز آب به دست می‌آید، بی‌نهایت واکنش اســ ید و باز را می‌توان تفســ یر و تبیین کرد. در شــ یمی کربن یا شــ یمی آلی اگر خواص شــ یمیایی مبتنی بر اوربیتـال‌های اتمی کربن بـاشـــد، بـا توجـه بـه تعـداد محـدود اوربیتـال‌هـای اتـمی کربن کـه حـداکثر ســـه اوربیتـال (sp, sp2, sp3) می‌بـاشـــد، خواص شــ یمیایی مولکول‌های غول‌پیکر که دارای تعداد بی‌شماری پیوند است بر اساس همین سه نوع اوربیتال و یا پیوند قابل تفسیر می‌باشد. در واکنش‌های پیراحلقه‌ای در شــ یمی چهار رهیافت برای تبیین مبانی حاکم بر واکنش‌های پیراحلقه‌ای ارائه شـده اسـت که هر یک به عبارتی یک مدل و الگوی مبتنی بر اوربیتال‌های مولکولی بنا شـــده از اوربیتال‌های اتمی می‌باشد [۹-۱۲].

روش‌های کشف

بحث بسیار مهم این است که کشفیات چگونه انجام می‌شوند و چه ارتباطی با آموزش خلاق دارد؟ اکتشـــاف اعم از کوچک و بزرگ طرق مختلفی دارد، قطعاً انسـان‌هایی می‌توانند به کشـفی

ناب و بزرگ دست یابند که نه‌تنها خلاق، باهوش، قدرت تحلیل و فهم بالا و از استعداد ذاتی بسیار خوبی برخوردار باشند بلکه با شیوه آموزش خلاق آموزش دیده باشند. در این صورت است که توانمندی انسان در خلق و کشف مضاعف خواهد شد. کشف‌های بزرگ معمولاً به یکی از روش‌های زیر رخ‌داده است.

۱-کشف مبتنی بر پرسش

بهترین نام و عنوان برای یک دانشمند بازپرس است و بیشتر جوایز نوبل را دانشمندانی به دست می‌آورند که همانند یک بازپرس با طبیعت عمل می‌کنند. روش بازپرسی یک دانشمند آزمایش‌هایی است که انجام می‌دهد و برای یک بازپرس گام اول طرح پرسش‌های درست است. یکی از شیوه‌های کشفیات بزرگ پاسخگویی به سؤالاتی است که یا از انسان مطالبه کرده‌اند و یا اینکه ضمیر آگاه خود فرد پرسش مهمی را در ذهن دارد و تمامی دغدغه او یافتن پاسخی به آن سؤال است. بدیهی است کاشف باید از ظرفیت و پتانسیل بالقوه و بالفعل بالایی برخوردار باشد که هم سؤالات دغدغه‌ای او بزرگ باشد و هم سؤالاتی که به او ارجاع می‌شود مهم باشند. کشف قانون ارشمیدس[1] و قانون نیوتن ازاین‌دست می‌باشند.

اولی به دلیل پرسش شاه هیرون و دومی به دلیل پرسشی که در ذهن خود کاشف ظهور و بروز پیدا کرده بود منجر به کشف شد. قانون ارشمیدس (وزن مخصوص) که امروزه به آن چگالی می‌گویند، کماکان پس از ۲۳ قرن بسیاری از دانشمندان در محاسبات خود متکی به این اصل هستند. ارشمیدس می‌خواست مقدار حقیقی طلای تاج شاه را بیابد ولی به‌کارگیری دانش گذشته و تفکر مداوم و تلاش در به‌کارگیری همه‌ی قوای نفس، وی را به آنچه اصل ارشمیدس معروف است، رسانید [۱۵-۱۳].

نیوتن[2] نیز در همین حال زیر درخت سیب به قانون جاذبه رسید. زمانی که نیوتن سیب را هنگام افتادن دید به فکر حرکت خاصی افتاد. نیوتن دریافت که جاذبه، نیروی جذب‌کننده‌ای بین دو جسم است. او همچنین دانست که اجسام با جرم بیشتر نیروی جاذبه‌ی بیشتری را اعمال می‌کنند و اجسام کوچک‌تر را به سمت خود می‌کشند. به همین دلیل است که سیب به‌جای رفتن به هوا زمین می‌افتد، او فکر می‌کرد که ممکن است جاذبه به زمین و اشیای بر روی آن محدود نشود بلکه در ماه و اطراف آن‌هم وجود داشته باشد، نیوتن نیرویی که لازم بود تا ماه به دور زمین بگردد را محاسبه کرد، سپس آن را با نیرویی که موجب افتادن سیب شده بود مقایسه کرد. بعد از پذیرفتن این واقعیت که ماه از زمین بسیار دور است و جرم بسیار بیشتری دارد و ماه توسط نیروی جاذبه زمین به دور مدار زمین نگه داشته شده است محاسباتش درک دانشمندان از جهان را تغییر داد. کسی تا آن زمان نمی‌دانست چرا سیارات در مداراتشان باقی‌مانده‌اند و چه چیزی آنها را نگه داشته است؟ نیوتن ثابت کرد که آنها به‌وسیله جاذبه خورشید نگه داشته شده‌اند و نیروی جاذبه به فاصله و جرم هر دو جسم بستگی دارد [۱۵-۱۳].

این دو مثال نشان می‌دهد چطور از یک پرسش و یا مشاهده معمول درصورتی‌که متفکرانه و دغدغه دار اندیشیده شود می‌توان به کشف قوانین علمی دست یافت.

۲-کشف مبتنی بر تصادف و خوش‌اقبالی[3]

زندگی علمی مانند حرکت روی ریل راه‌آهن نیست و نتایج ممکن است غیرقابل پیش‌بینی و شگفت‌انگیز باشد. اغلب اکتشافات بزرگ به‌طور تصادفی کشف شده‌اند. البته کاشف آنها انسان‌های با خصوصیات ویژه‌ای بودند وگرنه خیلی از اکتشافات فعلی کماکان پنهان مانده بودند. به قول جوزف هنری[4] فیزیکدان آمریکایی بذر اکتشافات بزرگ دائماً ما را فراگرفته‌اند، اما تنها در ذهن‌هایی ریشه می‌دوانند که آمادگی پذیرش آنها را داشته باشند. کسانی تصادفات را به کشف مبدل می‌سازند که از هوش و ذکاوت کافی، ذهنی مستعد، فعال و آماده و از کنجکاوی و تیزبینی بالایی برخوردار باشد. به عبارتی اکتشاف عبارت است از دیدن آنچه همه دیده‌اند و اندیشیدن به آنچه هیچ‌کس نیندیشیده است. البته کاشف باید از خصوصیاتی دیگری نیز از جمله انعطاف‌پذیری در تفسیر و تفکر- کسانی که تنها آنچه را موردنظر است می‌بینند و نتایج غیرمنتظره را به نادرست بودن فراموش می‌کنند هرگز اکتشافی نخواهد کرد- و داشتن جامعیت علمی لازم در حوزه مورد پژوهش برخوردار

[1] Archimedes
[2] Newton
[3] Serendipity
[4] Joseph Henry

باشد. به‌طوری‌که پاستور[1] که در عرصهٔ شیمی، میکروب‌شناسی و پزشکی به تحول‌های شگرف و بنیادین دست زده است می‌گوید «در پهنهٔ مشاهده بخت فقط به ذهن مستعد یاری می‌رساند». پل فلوری[2] یکی از برندگان جایزه نوبل در دریافت نشان از انجمن شیمی آمریکا می‌گوید: اختراعات مهم صرفاً تصادف نیستند. تردیدی نیست بخت هم نقشی دارد، اما نوآوری برخلاف عقیدهٔ عموم چیزی بسیار فراتر از یک پیش آمد ناگهانی است. لازمهٔ عملی اختراع، وجود دانش ژرف و گسترده است. تا زمانی که ذهن کاملاً از پیش آمادگی نداشته باشد، اگر هم جوقهٔ نبوغ بزند، احتمالاً چیزی برای مشتعل ساختن نخواهد یافت [۱۴،۱۵]. شاید معروف‌ترین اکتشاف تصادفی، کشف پنی‌سیلین به دست سرالگزاندر فلمینگ[3] باشد. موارد متعددی از اکتشافات مبتنی بر روش خوش‌اقبالی است از جمله کشف تفلون، انسولین، اشعه ایکس و میکرویو و ... ازاین‌دست می‌باشد(۵)[۱۳،۱۴،۱۶،۱۷].

تجربه شخصی در رابطه با کشف تصادفی یک واکنش

مطالعه، بررسی، کشف و معرفی واکنش‌های چند جزئی جدید یکی از حوزه‌های پژوهشی مورد علاقه اینجانب می‌باشد. در این راستا واکنشی طراحی و برای اجرا توسط یکی از دانشجویان به بوته آزمایش گذاشته شد. علیرغم اینکه واکنش در متیلن کلرید به‌عنوان حلال انجام شده بود، فرآورده واکنش دو گروه اتیل را نشان می‌داد که در واکنش‌گرها وجود نداشت. ابتدا تصور بر این بود با توجه به مکانیسم فرایند، دانشجو به‌جای متیلن کلرید از اتانول استفاده کرده است. با بررسی بیشتر احتمال داده شد گروه‌های اتیل ناشی از ناخالصی حلال متیلن کلرید که همراه اتانول است باشد. لذا آزمایش با اتانول خالص تکرار شد، نتایج آزمایش نشان داد نه‌تنها بهرهٔ واکنش بلکه سرعت واکنش به‌شدت افزایش می‌یابد. لذا معما حل شد و مشخص شد ناخالصی بسیار جزئی اتانول در حلال متیلن کلرید در واکنش مشارکت کرده است. جالب اینکه بر اساس روند کلی و الگو و مدل این واکنش گزارش شده توسط تیم تحقیقاتی ما، مقالات متعددی توسط گروه‌های تحقیقاتی مختلف در سطح کشور و جهان گزارش شده و اخیراً این گزارش‌ها در قالب یک مقاله مروری توسط ما منتشر شده است [۱۸]. قطعاً ازاین‌دست پرونده‌ها در فایل‌های پژوهشی دانشجویان تحصیلات تکمیلی و اساتید کم نیست که بعضاً پس از گذشت روزها، ماه‌ها و حتی سال‌ها که معما حل نمی‌شود تصمیم به نابودی پرونده‌ها و یا پاک کردن صورت‌مسئله می‌نمایند. بدیهی است هر چه معما پیچیده‌تر باشد معمولاً حل آن دشوارتر و اهمیت موضوع بیشتر خواهد بود.

بنابراین دانش و تجربه در حوزه تخصصی، انعطاف‌پذیری در تفسیر نتایج، کنجکاوی و تیزبینی و از همه مهم‌تر پشت‌کار و جدیت سبب خواهد شد معماهای بزرگ حل شوند و اگر بخت نیز یار باشد به کشف‌های بزرگ دست پیدا یافت. به‌عبارت‌دیگر اگر عادت کردیم تمامی شواهد تجربی را به‌دقت دنبال و رصد کنیم امکان اینکه در آینده موفق به کشفیات بزرگ شویم فراهم خواهد شد.

۳- کشف مبتنی بر منطق و استدلال

تاریخچه جدول تناوبی عناصر به بیش از یک قرن پیش برمی‌گردد و تکامل در فهم خواص شیمیایی با انتشار اولین جدول تناوبی حقیقی که توسط دیمیتری مندلیف[4] در سال ۱۸۶۹ ارائه شده به دست آمده است [۱۹،۲۰]. به این دلیل کشف مندلیف در سطح بالایی نسبت به اکتشافات آن زمان از دانشمندانی چون آنتوان لاوازیه[5] قرار گرفت چون این دانشمند روسی به‌تنهایی ایده‌ی اولین جدول تناوبی واقعی عناصر را به‌صورت منحصربه‌فرد عملی ساخت. این جدول که به‌خودی‌خود نمایانگر قانون تناوبی است نشان می‌دهد اگر عناصر بر اساس عدد اتمی مرتب شوند خواص آن‌ها به‌صورت تناوبی تکرار می‌شود. جدول مندلیف برای نشان دادن مشترکات عناصر، آن‌ها را به ستون‌های عمودی (گروه‌ها) و ردیف‌های افقی (تناوب‌ها) مرتب می‌کند. موارد متعددی از اکتشافات مبتنی بر روش منطق و استدلال می‌باشد و قانون بقای جرم، انرژی و جرم–انرژی و ... ازاین‌دست‌اند.

[1] Louis Pasteur
[2] Paul John Flory
[3] Alexander Fleming
[4] Dmitri Ivanovich Mendeleev
[5] Antoine-Laurent de Lavoisier

۴-کشف مبتنی بر تخیل و رؤیا

«ذهن شـــهودی یک هدیه مقدس اســـت و ذهن منطقی یک خدمت کار با وفا است. ما جامعه‌ای ایجاد کرده‌ایم که خدمتکار را گرامی می‌دارد و هدیه را فراموش کرده اســـت.» - آلبرت انیشـــتین یکی از رخدادهای خواب رؤیاســـت و رؤیا منتج فعالیت‌های ذهنی اســـت که در هنگام خواب به‌صـــورت رؤیا تجسم می‌شـود. قدرت تخیل و رؤیا نقش مهمی در اکتشـافات بزرگ ایفا نموده اســـت. به‌طوری‌که برخی نوآوری‌های علمی، اختراع و اکتشـاف ناشـی از تخیل شـهودی و رؤیاها می‌باشـد. به‌عنوان‌مثال ککوله، آلبرت انیشـتین، نیلز بور و دمیتری مندلیف ازجمله کسـانی هسـتند که در حل مسـائل علمی خود از این شـیوه بهره جسـتند. شـاید یکی از نمونه‌های بارز آن کشـف ساختار بنزن توسط ککوله[1] باشد(۶)[۱۹،۲۰].

۵- الهام گرفتن و الگوبرداری از طبیعت (زیست الگو)

شناخت پدیده‌های طبیعی و الگوبرداری از آن علم زیست الگو نامیده می‌شـــود [۲۱]. طی فرایند تکامل، طبیعت راه‌حل‌های مؤثری برای چالش‌هایی که با آنها مواجه بوده ارائه داده اسـت. به عبارتی طبیعت آزمایشـگاه عظیمی متشکل از تمامی علوم و مهندسی است که طی میلیون‌ها سال مسائل و مشکلات خود را به طریق سعی و خطا اصلاح و به‌سوی تکامل سوق می‌دهد و همـانـنـد اســـتخری عظیم مملو از اختراعـات می‌بـاشــــد. لـذا دانشـمندان و مهندسـان همواره تلاش کرده‌اند ضـمن آموزش و یادگیری از این اسـتخر اختراعات طبیعت با الگوبرداری و الهام از آن در حل مسئله و بهبود زندگی جامعه بشری استفاده کنند. چنانچه در قرآن کریم تأکید می‌شـــود الگوها و مثال‌هایی برای جوامع انسـانی ارائه شـده است تا از آن پیروی و الگوبرداری و تفکر کنند (این‌ها مثال‌هایی است که برای مردم می‌زنیم، شـاید در آن بیندیشـــند - ســـوره مبارکه حشـــر-آیه ۲۱). الگوبرداری پمپ آب از روی قلب انسان، سلول‌های خورشیدی از ساختار برگ‌ها، الگوبرداری از خفاش در ســـاخت پهپاد و از عنکبوت برای طراحی و ســـاخت روبات مریخ‌پیما و...، نمونه‌هایی از اکتشافات الهام گرفته شده از طبیعت می‌باشد [۲۲،۲۳].

۶-کشف بر اساس باورها

تا دو دهه قبل، فیزیکدانان معتقد بودند طبیعت دارای چهار نیروی اصلی است: نیروی جاذبه، نیروی الکترومغناطیسی‌ودو نیروی هسـتـه‌ای ضـعیف و قوی. دو دهه قبل، عبدالسـلام[2] و دیگر همکاران او، این فرضـیه را بیان کردند که شـــواهد و دلالت‌هایی وجود دارند که نشـــان می‌دهند نیروی هســـته‌ای ضـــعیف در حقیقت تفاوتی با نیروی الکترومغناطیس ندارد و می‌توان هر دو را ادغام کرد. آنها در بستر سنت نیوتن، ماکسول[3] و انیشـــتن، به دنبال یک نیروی واحد بودند که درنهایت نظریه مربوط به این نیروی واحد در اواخر ۱۹۶۷ در کـــالج امپریال[4] لندن و مرکز بین‌المللی فیزیک نظری[5] در تریسـت و همین‌طور به‌طور مستقل در هاروارد ارائه شـد. اولین اشاره دال بر صحت این نظریه در سـال ۱۹۷۳ ملاحظه شـد؛ زمانی که آزمایشـگاه بزرگ موسـوم به سِـرن- آزمایشـگاه مطالعات هسـته‌ای اروپا[6] واقع در ژنو به شواهد تجربی دال بر وجود نوعی جریان خنثی[7] دسـت یافت که سـهم قابل‌توجهی در شـکل‌گیری این نظریه داشـت. شـــواهد قطعی‌تر بعداً از ســـوی شـــتاب‌دهنده خطی اســـتنفورد[8] در آمریکا به دســـت آمد که در نتیجه این آزمایش متهورانه، دومین بعد نظریه-که گمان می‌رفت مهم‌ترین بعد و جزء نظریه نیز باشـد (یکی شـدن نیروهای هسـته‌ای ضـعیف با نیروی الکترومغناطیس)- به دسـت آمد. این جدا از مسـئله‌ای بود که توقع می‌رفت و دسـتیابی به آن چهارصـد سـال به طول انجامد. نتیجه آزمایش‌هایی که بعداً در نووســـی بریســـک[9] از سوی گروهی به سرپرستی پروفسور بارکف[10] به عمل آمد نیز این مطلب را تأیید کرد. رسالت بعدی این بود که آزمایش کنند آیا سـومین نیرو (نیروی هسـته‌ای قوی) بخشـی از این نیروی واحد را تشکیل می‌دهد یا خیر. لذا عبدالسلام همراه با تعدادی از همکارانش این نظریه را شکل‌بندی کردند و آزمایش‌هایی را برای ارزیابی آن انجام دادند. اگر نتایج مثبت می‌شـــد، آنها می‌توانسـتند این چهار نیرو را به دو نیرو تقلیل دهند. بعد از آن

[1] Friedrich August Kekulé
[2] Mohammad Abdus Salam
[3] Maxwell
[4] Imperial college
[5] International center for theoretical physics
[6] European Nuclear Research Laboratory (CERN)
[7] Neutral Currents
[8] Stanford Linear Accelerator
[9] Novosibirsk
[10] Barkov

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.

عبدالسلام بر این باور است این حقیقت که ما در پی دستیابی به یک نیروی واحد در حوزه نیروهای به‌ظاهر مختلف و متعدد طبیعت هستیم اساساً بخشی از اعتقاد ما به‌منزله فیزیکدان و جزئی از اعتقاد خود من را به‌مثابه یک مسلمان شکل می‌دهد [۲۴]. عبدالسلام با ارائه فرمول‌بندی واحدی برای نیروی الکترومغناطیس و نیروی هسته‌ای ضعیف که نیروی الکترو ضعیف نامیده می‌شود جایزه نوبل فیزیک را در سال ۱۹۷۹ دریافت کرد.

۷- کشف مبتنی بر پژوهش‌های برنامه‌ریزی‌شده

کشف مبتنی بر پژوهش یک روش علمی است که بر اساس تجزیه‌وتحلیل حجم زیادی از داده‌های تجربی با هدف پیدا کردن الگوهای جدید و یا همبستگی منجر به شکل‌گیری فرضیه و یا کشف آثار و پدیده‌ها می‌شود. گرچه در اغلب اکتشاف‌ها و نوآوری‌ها همه روش‌های کشف نقش دارند و بعضاً سهم آنها در هر مورد ممکن است متفاوت باشد، اما سهم و میزان کشفیات مبتنی بر پژوهش‌های برنامه‌ریزی‌شده بسیار فراوان می‌باشد و به‌عنوان نمونه ساخت بمب اتم، تئوری کوانتم، فرایند فتوسنتز، کشف اغلب داروها، ساختار دی.ان.ای و عفونت ویروس نقص ایمنی انسان[1] که عامل بیماری ایدز[2] است و... ازاین‌دست کشفیات می‌باشند.

نتیجه‌گیری

انسان توانسته است زبان علمی را به‌جای بیست‌وشش الی سی‌ودو حرف الفبای فارسی، انگلیسی و عربی و یا هزار حرف چینی به دو عدد (۰و۱) تقلیل دهد و پیچیده‌ترین عملیات را با استفاده از کامپیوترهای شخصی که بعضاً در یک جیب جا می‌شوند را خلق نماید. شاید بتوان گفت آنچه باعث تمایز انسان از حیوان شده است توانایی انسان در درک مفاهیم انتزاعی و بسط این مفاهیم باشد. لذا اگر روش‌های آموزشی طوری انتخاب شوند که ضمن دارا بودن جزءنگری و قاعده‌مندی، از ظرفیت واگرایی نیز برخوردار باشد، دانش‌آموز و دانشجو و یا هر نوآموز و آموزش شونده به سمت‌وسوی خلاقیت و جامع‌نگری رهنمون و به عبارتی خلاق و مبتکر رشد خواهد کرد. بدیهی است اگر آموزش خلاق از دوران کودکی آغاز شود، استعداد خلاقیت در آموزش شونده افزایش‌یافته به‌طوری‌که اگر جرقهٔ نبوغ بزند زمینه برای مشتعل شدن فراهم خواهد بود.

تقدیر و تشکر

از استاد و دانشمند ارجمند جناب آقای دکتر موسوی موحدی که حوصله به خرج دادند و پیش‌نویس مقاله را به‌دقت مطالعه، ویرایش و پیشنهادات ارزنده‌ای در جهت ارتقای کیفی آن ارائه فرمودند کمال تشکر را دارم.

پایگاه داده‌های دیده شده در این مقاله در متن به‌صورت پرانتز نشان داده‌شده است.

1) http://www.feynman.com/science/what-is-science/: What is Science?
2) https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1965/feynman/speech/
3) https://en.wikipedia.org/wiki/DIKW_pyramid: Data, Information, Knowledge, and Wisdom.
4) https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_dictionaries_by_number_of_words
5) https://www.sciencealert.com/these-eighteen-accidental-scientific-discoveries-changed-the-world
6) https://spacedoutscientist.com/2015/04/22/the-role-of-dreams-and-visions-in-scientific-innovation/#comment-form-load-service:Twitter

منابع و مؤاخذ

[1] Moosavi-Movahedi, A. A. (1999). Mysteries of Spiritual Scientific Knowledge, Hamdard Islamicu, Vol. 22, PP 9-15.

[2] موسوی موحدی، علی‌اکبر (۱۳۷۳). تجلی علم، مجله فرهنگ و دانش، مجلد ۱، صفحات ۷۲-۶۹.

[3] تافلر، الوین و تافلر، هایدی (۱۳۸۷). ثروت انقلابی، مترجم امیررحیمی، رضا، انتشارات ماهی، تهران، ایران، صفحات ۱۸۱-۱۷۵.

[1] Human Immunodeficiency Virus (HIV)
[2] Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS)

[4] Stenmark, D. (2001). The Relationship Between Information and Knowledge, Proceedings of IRIS, Vol. 24, PP 11-14.
[5] Enriquez, Juan (2005). As the Future Catches You: How Genomics & Other Forces Are Changing Your Life, Work, Health & Wealth, Three Rivers Press, Crown Publishing Group, NY.
[6] Zhang, Wei, Yi, Wen-Bin (2019). Pot, Atom, and Step Economy (PASE) Synthesis, Springer, Cham.
[7] Zhu, J., Bienaymé, H. (2005). Multicomponent Reactions, Wiley-VCH.
[8] Herrera, R. P., Marqués-López, E. (2015). Multicomponent Reactions: Concepts and Applications for Design and Synthesis, Wiley.
[9] Woodward, R. B., Hoffmann, R. (1970). The Conservation of Orbital Symmetry, Academic Press, NY.
[10] Fukui, K. (1967) Theory of Orientation and Stereoselection, Springer Verlag, Berlin.
[11] Sankaraman, S. (2005). Pericyclic Reactions, Wiley-VCH, Weinheim.
[12] Shaabani, A. (2008). Frontier Orbitals Aromaticity: A Simple Approach to the Analysis of Pericyclic Reactions, Journal of the Iranian Chemical Society, Vol. 5, No. 1, PP S47-S53.
[13] Royston M. Roberts (1989). Serendipity: Accidental Discoveries in Science, Wiley.
[14] رویستون، رابرتس (۱۳۷۱). سرگذشت اکتشافات تصادفی در علم، مترجم غفرانی، محی‌الدین، چاپ اول، دانشمند، تهران، ایران.
[15] قانعی، مصطفی (۱۳۸۹). راه تسخیر علمی عالم، انتشارات رسانه تخصصی، تهران، ایران.
[16] Austin, J. H. (2003). Chase, Chance, and Creativity: The Lucky art of Novelty, MIT Press.
[17] Diggins, F. W. (1999). The True History of the Discovery of Penicillin, with Refutation of the Misinformation in the Literature, British Journal of Biomedical Science, Vol. 56, PP 83-93.
[18] Shaabani, A., Hooshmand, S. E. (2016). Isocyanide and Meldrum's Acid-Based Multicomponent Reactions in Diversity-Oriented Synthesis: From a Serendipitous Discovery towards Valuable Synthetic Approaches, RSC Advances, Vol. 6, PP 58142-58159.
[19] Hudson, J. (1992). The History of Chemistry, The Macmillan Press Ltd.
[20] هودسون، جان (۱۳۷۴). تاریخ شیمی، مترجم خواجه نصیرطوسی، احمد، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ایران.
[21] موسوی موحدی، علی‌اکبر (۱۳۹۲). زیست الگو: همگرایی در علم و حکمت، نشریه نشا علم، مجلد۴، شماره ۱، صفحات ۱۰-۶.
[22] Bar-Cohen, Y. (2012). Nature as a Model for Mimicking and Inspiration of New Technologies, International Journal of Aeronautical and Space Sciences, Vol. 13, PP 1–13.
[23] Bar-Cohen, Y. (2012). Biomimetics: Nature-Based Innovation, CRC Press, Taylor & Francis Group.
[24] Dalafi, H. R., Hassan, M. H. (1994). Renaissance of Sciences in Islamic Countries: Muhammad Abdus Salam, World Scientific Publication Co. Pte. Ltd.

زیست‌شناسی کوانتومی

فرید نصیری[۱]، سید پیمان شریعت‌پناهی* [۱]، محمد رهنمای[۱] و علی اکبر موسوی موحدی[۱]

چکیده

نوشتار حاضر سعی بر این دارد که مقدمه‌ای بر علم جدید و جذاب زیست‌شناسی کوانتومی داشته باشد. یکی از چالش‌های مهم در این شاخه علمی، مبهم بودن مفهوم زیست‌شناسی کوانتومی است، زیست‌شناسی کوانتومی به‌طور ساده به معنی کاربرد مکانیک کوانتومی در مسائل زیست‌شناسی یا فرایندهای حیاتی است. زیست‌شناسی کوانتومی در اصل یک علم بین‌رشته‌ای جدید از مکانیک کوانتومی، شیمی‌فیزیک، بیوشیمی و زیست‌شناسی می‌باشد. این علم پدیده‌های زیستی را نشان می‌دهد که به شکل روشنی از قوانین مکانیک کوانتومی برای کسب مزیت یا انجام یک عمل خاص استفاده می‌کنند. تونل‌زنی کوانتومی، پیوستگی کوانتومی و درهم‌تنیدگی کوانتومی پدیده‌های نامتعارف در فیزیک کلاسیک می‌باشند که اثرات آنها در دنیای زیستی مشاهده شده است، در ادامه وجود و اثر این پدیده‌ها در فرایندهای مهم زیستی مانند فتوسنتز و کاتالیز آنزیمی توضیح داده می‌شود. همچنین به نقش مکانیک کوانتومی در دیگر موضوعات زیستی مانند جهت‌یابی پرندگان، بویایی، بینایی، آگاهی و آغاز حیات پرداخته می‌شود. در انتها به هسته پژوهشی زیست‌شناسی کوانتومی در مرکز تحقیقات بیوشیمی–بیوفیزیک دانشگاه تهران، اشاره می‌گردد.

واژگان کلیدی: زیست‌شناسی کوانتومی، بیوشیمی، تونل‌زنی کوانتومی، فتوسنتز، هسته پژوهشی

---

*عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن: ۴۴۳۳۴۳۲۶ (۹۸۲۱+) ، پست الکترونیکی: pshariatpanahi@ut.ac.ir

[۱] مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران

مقدمه

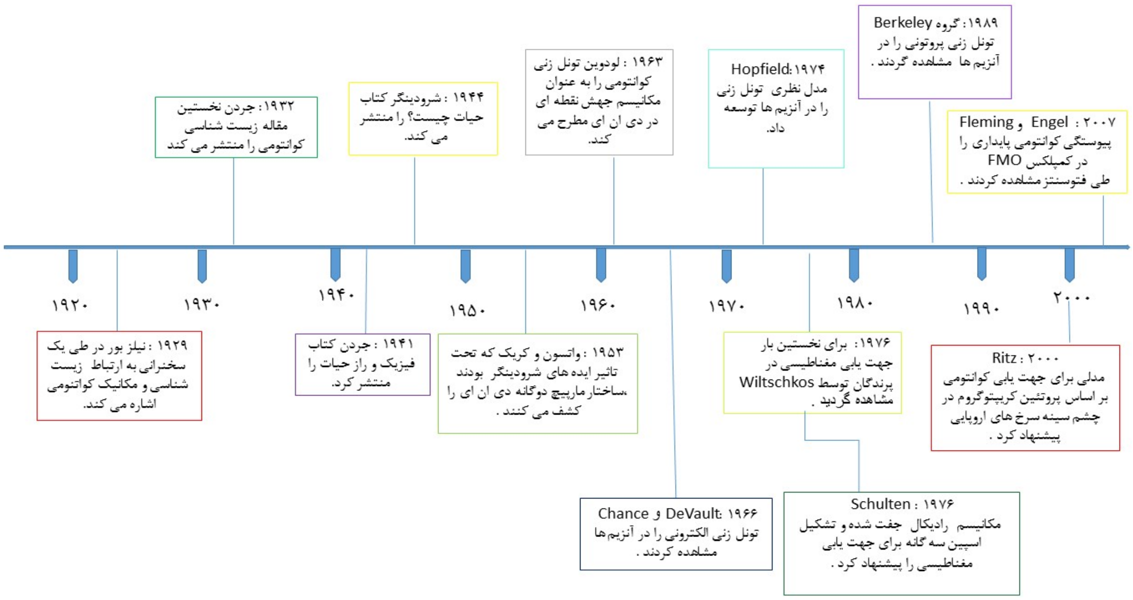
قبل از شروع قرن بیستم، زیست‌شناسی و فیزیک کمتر با یکدیگر ارتباط داشتند. اغلب سیستم‌های زیستی نسبت به روش‌های ریاضی بسیار پیچیده به نظر می‌رسیدند. در اوایل قرن بیستم بود که با ظهور میکروسکوپ‌های قدرتمند و انواع روش‌های شیمی و فیزیکی نظیر طیف‌سنجی جرمی دانشمندان شروع به بررسی عمیق فیزیک احتمالی و توصیف ریاضی سیستم‌های ریز زیستی نمودند. روند رو به جلو ارتباط فیزیک و زیست‌شناسی در قرن بیستم، این پرسش پر از چالش را در بین فیزیکدانان و شیمیدانان کوانتومی به وجود آورد که آیا مکانیک کوانتومی به‌عنوان شاخه‌ای مهم و مدرن در فیزیک می تواند در علوم حیاتی نقش داشته باشد یا نه؟ نیلز بور برای نخستین بار در جمع دانشمندان علوم طبیعی اسکاندیناویایی (سال ۱۹۲۹) و سپس در طی یک سخنرانی با عنوان نور و حیات در همایش بین‌المللی نور درمانی در کپهاگ دانمارک (سال ۱۹۳۲) این سؤال را مطرح نمود که نظریه کوانتومی چگونه می‌تواند در فهم علمی سیستم‌های زیستی مؤثر باشد. این سؤال روی خیلی از محققان تأثیر گذاشت، به‌عنوان‌مثال، پاسکوال جردن[1] فیزیکدان آلمانی و از بنیان‌گذاران نظریه میدان کوانتومی[2]، با انتشار مقاله‌ای در نشریه‌ای آلمانی (سال ۱۹۳۲) با عنوان «مکانیک کوانتومی و مسائل بنیادین زیست‌شناسی و روان‌شناسی[3]» به ارتباط بین دنیای زنده و مکانیک کوانتومی پرداخته و نشان داد که می‌توان عدم قطعیت کوانتومی موجود در دنیای زیر اتمی را به دنیای ماکروسکوپیک زیستی تعمیم داد. او همچنین در سال ۱۹۴۱ با چاپ کتاب فیزیک و راز حیات[4] این سؤال را طرح کرد که آیا قوانین فیزیک اتمی و کوانتومی برای حیات ضروری می‌باشند؟ همچنین ماکس دلبروگ به‌عنوان یک فیزیکدان هسته‌ای تحت تأثیر بور جذب بیوفیزیک گشته و یکی از بنیان‌گذاران زیست‌شناسی مولکولی شد. او جایزه نوبل فیزیولوژی-پزشکی را نیز در سال ۱۹۶۹ به خاطر اکتشافاتش درباره جهش‌های ژنتیکی که باکتری‌ها را در برابر ویروس‌ها مقاوم می‌کند، برد. اروین شرودینگر در سال ۱۹۴۴ طی سخنرانی‌های خود با عنوان «حیات چیست؟» کاربرد مکانیک کوانتومی را در زیست‌شناسی مطرح کرد. او در این سخنرانی‌ها بر این موضوع تأکید کرد که مکانیک کوانتومی برای پایداری سیستم‌های زیستی و انجام عملکرد سلولی ضروری می‌باشد. او به ساختارهای مولکولی بسیار پیچیده اشاره کرد که اطلاعات ژنتیکی را در پیکربندی پیوندهای کووالانسی خود نگه می‌دارند. او همچنین پیشنهاد کرد که جهش وابسته به پرش‌های کوانتومی[5] در مولکول ژن است. کتاب شرودینگر الهام‌بخش جیمز واتسون و فرانسیس کریک[6] در اکتشاف ساختار مارپیچ دو زنجیره‌ای دی.ان.ای.[7] و بررسی ماهیت ژن گردید. همچنین لودوین[8] در سال ۱۹۶۳،تونل‌زنی پروتونی را (با ایجاد توتومریسم در بازهای دی.ان.ای.)، به‌عنوان مکانیسمی دیگر برای ایجاد جهش در دی.ان.ای. پیشنهاد کرد. در قرن ۲۱ ام مشاهده تونل‌زنی کوانتومی در آنزیم‌ها، جهت‌یابی پرندگان بر اساس قوانین مکانیک کوانتومی و پیوستگی کوانتومی در فتوسنتز فرضیات و پیش‌بینی‌های بور، جردن و شرودینگر را تأیید کرده و حاکی از پیشرفت این علم می‌باشند. همچنین پیشرفت‌های اخیر در روش‌های آزمایشگاهی مانند طیف‌سنجی فوق‌سریع[9]، طیف‌سنجی تک‌مولکولی[10]، میکروسکوپ تفکیک زمانی[11] و تصویربرداری تک‌مولکولی محققان را قادر کرده که دینامیک زیستی را در بازه‌های زمانی و اندازه بسیار کوچک مطالعه کنند [۶-۱]. شکل ۱ سیر زمانی از مهم‌ترین لحظات در پیشرفت علم نوپای زیست‌شناسی کوانتومی را نشان می‌دهد.

زیست‌شناسی کوانتومی چیست؟

زیست‌شناسی در موقعیت کنونی خود به موفقیت‌های زیادی در به کار بردن مدل‌های کلاسیکی برای سیستم‌های زنده دست یافته است. در بیشتر موارد اثرات کوانتومی در اندازه‌های

---

[1] Pascual Jordan
[2] Quantum field theory
[3] Die Quantenmechanik und die Grundprobleme der Biologie und Psychologie(Quantum mechanics and the fundamental problems of biology and psychology)
[4] Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens (Physics and the Secret of Life)
[5] Quantum Jumps
[6] James Watson and Francis Crick
[7] DNA
[8] Per-Olov Löwdin
[9] Ultrafast spectroscopy



شکل ۱. جدول زمانی رویدادهای کلیدی در تکامل علم زیست‌شناسی کوانتومی در قرن ۲۰ و اوایل قرن ۲۱ [۵].

بین‌مولکولی نقش تعیین‌کننده‌ای را در عملکرد زیستی نداشته‌اند. البته عملکرد یک مفهوم گسترده است. برای مثال: بینایی و فوتوسنتز چگونه در سطح مولکولی و در محدوده زمانی فوق‌سریع عمل می‌کنند؟ چگونه دی.ان.ای. با بازهای چسبیده شده در حدود ۳. نانومتر باز شده و با فوتون‌های نور فرابنفش تعامل می‌کند؟ چگونه یک آنزیم یک واکنش بیوشیمیایی مهم را کاتالیز می‌کند؟ چگونه مغز ما با نورون‌هایی که در محدوده زیر نانومتر سازمان یافته‌اند، با چنین مقدار شگفت‌انگیزی از اطلاعات سروکار دارد؟ همانندسازی دی.ان.ای. و بیان ژن چگونه صورت می‌گیرد؟ تفاوت بین تخمین کلاسیکی و مدل مکانیک کوانتومی به‌طور کلی در این موارد ناچیز است، هرچند پایه هر فرایندی به شکل کامل تحت قوانین مکانیک کوانتومی قرار دارد. یک سؤال جدی این است که آیا فرایندهای مهم زیستی وجود دارند که ظاهراً به‌صورت کلاسیک هستند و در واقع این طور نیستند؟ و نقش زیست‌شناسی کوانتومی این می‌باشد که به‌صورت دقیق به این پرسش پاسخ دهد [۴]. زمانی که سیستم‌های زیستی در اندازه‌های نانو و بزرگ‌تر مورد بررسی قرار می‌گیرند، ما با پدیده‌هایی روبه‌رو می‌شویم که به نظر می‌رسد تعریف مکانیک کوانتومی برای تعیین جامع رفتار سیستم مربوط ضروری است. درحالی‌که مشاهده اثرات کوانتومی در مقیاس‌های طول و زمان ماکروسکوپیک سخت است. فرایندهای ضروری برای عملکرد کلی و بقای موجود زنده به عوامل مکانیک کوانتومی در مقیاس بین‌مولکولی وابسته هستند. امیدهای بزرگی که به زیست‌شناسی کوانتومی ممکن است باشد، شامل دخالت آن در تعریف و فهم حیات یا نقش آن در فهم جامع از مغز و آگاهی است. هرچند این سؤالات، موضوع بسیار قدیمی در حوزه علوم بوده و بهتر است این سؤال را مطرح کنیم که آیا زیست‌شناسی کوانتومی می‌تواند در ایجاد چارچوبی که بتوان برای این سؤالات پاسخ‌های جدیدی یافت، دخالت داشته باشد؟[۴،۳]. از طرف دیگر زیست‌شناسی کوانتومی می‌تولند منجر به طراحی پایه‌هایی برای فناوری‌های نانو کوانتومی الهام گرفته از زیست‌شناسی با توانایی مؤثر در یک سطح بنیادی در محیط‌های شلوغ با دمای اتاق باشد و حتی منجر به استفاده از این سیستم‌های شلوغ برای حفظ یا حتی افزایش ویژگی‌های کوانتومی گردد. از طریق مهندسی چنین سیستم‌هایی، امکان امتحان و اندازه‌گیری محدوده‌ای که لثرات کولنتومی می‌تولنند فرایندها و عملکردها را در زیست‌شناسی افزایش دهند وجود دارد و در نهایت می‌توان به این سؤال که آیا اثرات کوانتومی ممکن است به‌صورت هدفمند در طراحی سیستم‌ها انتخاب شده باشند، پاسخ داد [۷، ۳].

اصطلاحات مهم زیست‌شناسی کوانتومی

در زیست‌شناسی کوانتومی اثرات کوانتومی را به دو دسته :

۱- اثرات بدیهی کوانتومی[1] و ۲- اثرات غیر بدیهی کوانتومی[2] تقسیم می‌کنند. اثرات غیر بدیهی کوانتومی چارچوبی برای ویژگی‌های ساختاری و شیمیایی مولکول‌ها ایجاد می‌کنند، آنها فراگیر بوده هم بر دنیای زنده و هم بر دنیای غیرزنده (مانند اتومبیل‌ها، ساعت و ...) تأثیر دارند. بر این اساس، وجود اثرات کوانتومی بدیهی در بیوشیمی پایه بیومولکول‌های زیستی ضروری می‌باشد. ولی زمانی که اثرات کوانتومی در عملکرد سیستم‌های زیستی (در سطح ماکروسکوپیک) مطالعه می‌شود، اثرات بدیهی نقش خود را از دست می‌دهند. بررسی نقش پیوستگی کوانتومی در ترابرد انرژی برانگیختگی[3] طی فتوسنتز، مثالی از اثرات کوانتومی غیر بدیهی می‌باشد. در حقیقت زیست‌شناسی کوانتومی علمی است که به بررسی نقش اثرات کوانتومی غیر بدیهی مانند در هم تنیدگی کوانتومی[4]، همدوسی کوانتومی[5] و یا تونل‌زنی کوانتومی[6] در فرایندهای مهم زیستی چون فتوسنتز، عملکرد آنزیم، عملکرد مغز و سلول‌های عصبی، جهش‌های ژنتیکی، پیام‌رسانی کوانتومی در میتوکندری و جهت‌یابی پرندگان می‌پردازد [۸،۵].

درهم‌تنیدگی کوانتومی

دو ذره را درهم‌تنیده گویند اگر نتوان حالت کوانتومی آنها را به‌صورت مستقل از هم بیان کرد. به‌عنوان‌مثال، اسپین دو الکترون درهم‌تنیده می‌تواند به‌صورت اسپین‌های مخالف بیان شود. در این صورت اگر حالت یکی از آنها در زمان اندازه‌گیری مثلاً به حالت اسپین بالا فروکاهش[7] پیدا کند هم‌زمان حالت اسپین دوم به اسپین پایین فروکاهیده می‌شود. این پدیده در محاسبات کوانتومی[8] و ترابرد کوانتومی[9] مهم بوده و نقش آن در فتوسنتز، جهت‌یابی مغناطیسی و آگاهی انسانی موضوع پژوهشی می‌باشد [۹-۸].

تونل‌زنی کوانتومی

ذرات در محدوده کوانتومی، خواص موجی دارند و موقعیت آنها در هر لحظه با تابع موج تعریف می‌شود. در نتیجه ذراتی مانند الکترون‌ها با احتمال معینی می‌توانند از موانع انرژی که نفوذناپذیر به نظر می‌رسند، عبور کرده یا تونل بزنند. این پدیده در میکروسکوپ‌های اس. تی. ام[10] مهم بوده و تأثیر آن در کاتالیز آنزیمی، فتوسنتز، بویایی، جهش دی.ان.ای. مشاهده شده است. همچنین به‌صورت نظری احتمال تأثیر تونل‌زنی کوانتومی در نفوذپذیری غشایی نیز مطرح می‌باشد [۸].

همدوسی کوانتومی

چون ذرات کوانتومی می‌توانند مانند امواج رفتار کنند، آنها ویژگی بارز امواج، مشهور به پیوستگی را از خود نشان می‌دهند. پیوستگی کوانتومی اساس چندین اثر کوانتومی مشاهده شده مانند درهم تنیدگی و همچنین الگوهای تداخلی مشهور به کوبش کوانتومی[11]، است. به‌طور معمول تصور می‌شود که همدوسی در شرایط شلوغ مولکولی موجود در

فرایند کوانتومی	پدیده‌های زیستی
وجود حالت‌های الکترونی تهییجی که باعث تشکیل حفره‌های بزرگ انرژی می‌شوند.	بینایی، بیولومینسانس و سنتز زیستی ویتامین D
تونل‌زنی کوانتومی	تنفس، فتوسنتز، بویایی و کاتالیز آنزیمی
درهم تنیدگی و وجود جفت‌های رادیکالی	جهت‌یابی مغناطیسی در سینه‌سرخ‌های اروپایی
انتقال انرژی الکترونی بر اساس همدوسی کوانتومی	دریافت انرژی در فتوسنتز

جدول ۱: نمونه‌هایی از پدیده‌های زیستی و اثرات مکانیک کوانتومی پیشنهادی برای آنها [۷].

[1] Trivial quantum effects
[2] non-trivial quantum effects
[3] Excitation enegy transfer
[4] Quantum Entanglement
[5] Quantum coherence
[6] Quantum Tunneling
[7] Collapse
[8] Quantum computations
[9] Quantum Teleportation
[10] Scanning tunneling microscopy
[11] Quantum beating

دمای اتاق به‌سرعت از بین می‌رود. همدوسی در لیزرها، ابررساناها و محاسبات کوانتومی مهم بوده و نقش آن در فرایندهای مهم زیستی فتوسنتز، تنفس، بینایی و جهت‌یابی مغناطیسی قابل‌توجه می‌باشد[۸]. جدول ۲ نمونه‌هایی از فرایند کوانتومی و پدیده‌های زیستی را نشان می‌دهد.

فتوسنتز

به‌عنوان یک قاعده کلی هر پدیده‌ای که با رنگ‌ها مرتبط باشد، مانند وجود رنگ‌های مختلف، انتشار پرتوهای نور به رنگ‌های مختلف و تشخیص رنگ‌ها (در چشم) یک اثر آشکار کوانتومی است، لذا فتوسنتز ذاتاً یک فرایند کوانتومی می‌باشد.

اساساً دینامیک در سیستم‌های زیستی با انتقال انرژی و بار (الکترون‌ها، پروتون‌ها و یون‌ها) در ارتباط است. ترابرد انرژی تهییجی و بار در فتوسنتز موضوعات اثبات شده‌ای در زیست‌شناسی کوانتومی می‌باشند که اثرات کوانتومی نظیر پیوستگی و تونل‌زنی کوانتومی را نشان می‌دهند. موجودات زنده‌ای که فتوسنتز انجام می‌دهند (گیاهان، جلبک‌ها و باکتری‌های فتوسنتز کننده) حدود ۳ میلیون سال است زیر نور خورشید زندگی می‌کنند و از فتوسنتز برای تبدیل انرژی نور خورشیدی به ترکیبات کربوهیدراتی که عامل پیش برنده بیوشیمی حیات هستند استفاده می‌کنند. انرژی نور خورشید را از طریق تحریک الکترونی در آنتن‌های تشکیل‌شده از سازه‌های پروتئین- رنگ‌دانه دریافت می‌کنند. موجودات فتوسنتز کننده در مرحله اولیه جذب فوتون و انتقال الکترون پرانرژی در فتوسنتز با بازده کوانتومی نسبتاً ایده‌آلی عمل می‌کنند. به این صورت که برای هر فوتون جذب شده و انتقال یافته توسط آنتن جمع‌کننده نوری[1] تحت شرایط بهینه (شدت نور کم و نبود استرس)، یک الکترون در مرکز واکنش فتوسنتزی (واحد اصلی دستگاه فتوسنتزی که رویدادهای اولیه فتوسنتز، جدایی بار، در آنجا روی می‌دهد) انتقال می‌یابد.

سازه‌های آنتن‌های نوری دارای تنوع ساختاری بوده به‌طوری‌که از ساختارهای توده‌ای خود تجمع نیمه نامنظم تا پیکربندی‌های بسیار متقارن رنگ‌دانه‌های متصل به چارچوب پروتئینی را دارند. این سازه‌ها سیستم آنتنی کاملی (شامل سازه‌های آنتن داخلی و خارجی با نام سازه برداشت نور[2] که انرژی نور را به دام می‌اندازند، است) که متصل به مرکز واکنش است را تشکیل می‌دهند [۱۰، ۴].

ترابرد انرژی تهییجی

در اوایل سال ۱۹۳۸، فرانک و تلر اهمیت مکانیسم همدوسی کوانتومی را در ترابرد انرژی تهییجی در فتوسنتز پیشنهاد کردند. با ظهور طیف‌سنجی الکترونی دوبعدی[3]، به شکل روشنی همدوسی کوانتومی و از دست رفتن برهم‌نهی همدوس حالت نوسانی[4] آن (الکترونی– ارتعاشی) در سازه‌های برداشت نوری مشاهده گردید. این طیف‌سنجی وجود پیک‌های متقاطعی که در واحد زمان نوسان می‌کنند را نشان می‌داد. تعداد کثیری از بررسی‌های صورت گرفته، پیک‌های متقاطع را به جفت شدن بین حالت‌های تحریک ربط می‌دهند. درحالی‌که وجود نوسان می‌تواند نشان‌دهنده همدوسی کولنتومی الکترونی (برهم‌نهی‌های پیوسته بین حالت‌های تحریک الکترونی) باشد [۱۱، ۴].

یکی از بهترین سیستم‌های مطالعه شده سازه پروتئینی[5] FMO در باکتری سولفوری سبز[6] می‌باشد. در سال ۲۰۰۷ مقاله منتشرشده توسط فلمینگ و همکارانش اثر همدوسی کوانتومی در انتقال انرژی از سازه را نشان می‌داد. از این سال به بعد این سازه پروتئینی به یک موضوع اصلی در مطالعات زیست‌شناسی کوانتومی تبدیل شده است. در ۲۰۰۹، پیام‌های نوسانی مشابهی در سازه‌های برداشت نوری در گیاهان پیشرفته‌تر آشکار شده و به‌عنوان ترابرد انرژی همدوس کوانتومی تفسیر گردید. این نتایج اولیه در دماهای بسیار پایین (دمای ۷۷ درجه کلوین) مشاهده شده بودند. پیشرفت قابل‌توجه دیگر در سال ۲۰۱۰ توسط گروه انگل و اسکولز صورت گرفت، آنها به ترتیب نوسان‌های پیوسته مشابه را در دماهای فیزیولوژیک در FMO و سازه‌های برداشت نوری در جلبک‌های دریایی کریپتوفیت[7] مشاهده کردند. این نتایج از دو جنبه قابل‌توجه می‌باشند:

۱- کامپیوترهای کوانتومی با استفاده از همدوسی کوانتومی اطلاعات را به صورتی پردازش می‌کنند که سیستم‌های

[1] Antenna system
[2] light-harvesting complex
[3] two-dimensional electronic spectroscopy(2D-ES)
[4] decay of coherent superpositions of vibrational states
[5] Fenna-Matthews-Olson complex
[6] green sulfur bacteria
[7] cryptophyte algae

کلاسیک توان آن را ندارند. از طرفی دیگر روش‌های ویژه‌ای که برای محاسبات کوانتومی به کار می‌روند را الگوریتم‌های کوانتومی می‌گویند. ولی این الگوریتم‌ها و محاسبات در محیط‌های گرم، شلوغ و مرطوب که در سیستم‌های زیستی وجود دارند، کاربرد ندارند و این موضوع نشان می‌دهد که می‌توان با الهام از سیستم‌های زیستی به الگوریتم‌های کوانتومی دست یافت که می‌توانند برای پردازش اطلاعات کوانتومی سیستم‌هایی که ناخواسته با محیط برهمکنش دارند، استفاده گردند.

۲- از دیدگاه زیست‌شناسی کوانتومی که بررسی می‌کند آیا جنبه‌های اساسی عملکرد سیستم‌های زنده تنها می‌تواند با قوانین مکانیک کوانتومی توضیح داده شود، نیز مهم می‌باشند [۴]. مطالعات اخیر اهمیت حالت‌های ارتعاشی سازه‌های برداشت نوری و مراکز واکنش را طی برهمکنش با نور نشان می‌دهند. در یک مدل جدایی بار را با حالت ارتعاشی یکنواخت سیستم‌های تحریک شده ارتباط داده و به بررسی دقیق جدایی بار می‌پردازد. همچنین نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که نوسان پیک متقاطع می‌تواند توسط حالت‌های ارتعاشی ویژه حفظ گردد. بر این اساس حالت‌های ارتعاشی نقش مهمی در ترابرد نور دریافتی و همچنین جدایی بار در موجودات فتوسنتز کننده دارند [۴].

ترابرد بار

جدایی بار در فتوسنتز یکی از کارآمدترین پدیده‌ها در طبیعت بوده و یک نمونه عالی برای فهم نقش فیزیک کوانتومی در زیست‌شناسی است. ازآنجایی‌که جدایی بار در بازه‌های زمانی میکروثانیه روی می‌دهد، اثرات کوانتومی در چنین محدوده‌های زمانی در چنین سطح ماکروسکوپیک به شکل مستقیم قابل مشاهده نیست. در سال ۱۹۶۶ انتقال الکترونی را که وابسته به دماست (با کاهش دما، میزان جدایی بار افزایش می‌یابد) در مراکز واکنش باکتری‌های ارغوانی مشاهده گردید که با قوانین فیزیک کلاسیک قابل توضیح نبود. آنها تونل زنی کوانتومی که بر اساس آن انتقال تابشی صورت نمی‌گیرد را برای توضیح این پدیده پیشنهاد کردند که نقطه شروعی برای شکل‌گیری پارادایم تونل‌زنی الکترونی و پروتونی در زیست‌شناسی بود و توضیح مناسبی برای رابطه معکوس انتقال با دما بود. از طرفی دیگر مطالعات صورت گرفته با طیف‌سنجی الکترونی دوبعدی نشان می‌داد، پیوستگی کوانتومی در مرکز واکنش بین حالت‌های برانگیخته[1] و همچنین بین حالت‌های برانگیخته و حالت‌های انتقال بار وجود دارد. همچنین همبستگی قوی‌ای بین شدت پیوستگی و جدایی بار سریع و مؤثر مشاهده شده است [۴].

فتوسنتز مصنوعی

بشر در قرن حاضر با بحران انرژی روبه‌رو گشته است و نیاز جدی برای یافتن منابع انرژی پاک دارد. انرژی خورشیدی به دلیل دسترسی گسترده و پاک و تجدید پذیر بودن آن یکی از مهم‌ترین منابع موجود می‌باشد. از طرفی دیگر فتوسنتز در طی چندین هزار سال عامل ارتباط بین زمین و خورشید بوده است. در فتوسنتز جذب نور خورشید در بازه زمانی فمتوثانیه (یک فمتوثانیه برابر ۱۵-۱۰ ثانیه است) روی می‌دهد. همچنین بیشتر انرژی جذب شده از انرژی خورشیدی توسط کمپلکس‌های فتوسنتزی به انرژی الکتروشیمیایی تبدیل می‌شود؛ بنابراین فتوسنتز می‌تواند به یک ابزار کلیدی برای استفاده مؤثر انسان‌ها از انرژی خورشیدی با مواد تجدیدپذیر و فراوان موجود در طبیعت تبدیل شود. دانشی که طی مطالعه سیستم‌های فتوسنتزی در هر دو سطح انتقال انرژی و جدایی بار به دست آمده، راهنمایی برای به دست آوردن اصول طراحی سیستم‌های کارآمد مصنوعی تبدیل‌کننده انرژی می‌باشد. پیشرفت‌های قابل‌توجهی نیز در طراحی چنین سیستم‌هایی صورت گرفته است.

دو عنصر اصلی در طراحی چنین سیستم‌هایی عبارتند از ۱- کروموفورها[2] (مولکول‌های جذب‌کننده نور و جداکننده بار)، ۲- ماتریسی[3] که مکان کروموفورها و ویژگی‌های الکترونیکی آنها را حفظ می‌کند و شامل ساختارهای ماکرومولکولی نظیر

[1] Excitons
[2] Chromophores
[3] Matrix

ژل طبیعی[1] یا پلیمرهای دیگر، اوریگامی های دی.ان.ای.[2] یا پروتئین‌های سنتزی است که مهم‌ترین اصل در طراحی وجود اکسایتون‌ها می‌باشد. آنها مسئول جذب مؤثر نور، عبور سریع انرژی[3]، انتقال سریع‌تر انرژی و دام‌اندازی مؤثرتر تحریکات توسط مرکز واکنش هستند [۱۲، ۴].

کاتالیز آنزیمی

آنزیم‌ها از طریق کاتالیز واکنش‌های بیوشیمیایی و افزایش سرعت آنها تبدیل به پروتئین‌های راهبردی برای فعالیت و حیات سلولی شده‌اند. کشف سازوکار آنزیم‌ها یکی از مهم‌ترین موضوعات در علوم زیستی می‌باشد. همچنین فهم اساس فیزیکی افزایش سرعت در واکنش‌های آنزیمی یکی از موضوعات چالش‌برانگیز و دشوار در آنزیم‌شناسی است.

مطالعات نظری و آزمایشگاهی در دهه گذشته نشان از نقش پرمعنی تونل‌زنی کوانتومی در کاتالیز آنزیمی به‌ویژه در واکنش-های مربوط به انتقال هیدروژن (با فرم‌های اتم هیدروژن (H)، یون هیدرید (H-) و یون پروتون (H+) دارند. مدل‌های استانداردی برای توصیف تونل‌زنی کوانتومی نشان داده‌اند که می‌توانند داده‌های آزمایشگاهی آنزیمی را تفسیر کنند.

از سؤالات جذاب و قابل‌توجه در ارتباط با کاربرد مکانیک کوانتومی در تشریح مکانیسم آنزیمی می‌توان به دو مورد زیر اشاره کرد:

۱. آیا حرکات ارتعاشی موضعی پروتئین می‌تواند در یک آنزیم باعث ایجاد مزیت کاتالیتیکی در روند پیشرفت واکنش شوند؟

۲. آیا حرکات دینامیکی ویژه در ساختار پروتئینی آنزیم برای کمک در کاتالیز انتخاب می‌شوند؟

آنزیم‌ها اغلب به جفت کردن الکترون‌ها و پروتون‌ها برای کنترل انتقال بار و کاتالیز وابسته هستند. در ذخیره انرژی زیستی، اهمیت انتقال پروتون در نتیجه وجود جریان الکتریکی برای نخستین بار در سال ۱۹۶۱ طرح گردید. بعد از آن مکانیسم‌های انتقال الکترون جفت شده با پروتون نشان داده شد؛ اساس تولید رادیکال‌های آمینواسیدی و انتقال همراه با فعال‌سازی بیشتر پیوندهای سوبسترا در جایگاه‌های فعال آنزیمی است [۶، ۴].

جهت‌یابی پرندگان

حس میدان مغناطیسی[4] زمین اشاره به توانایی بعضی پرندگان مهاجر برای استفاده از میدان مغناطیسی زمین برای مسیریابی در طی مهاجرتشان می‌باشد. مکانیسم جهت‌یابی با استفاده از میدان مغناطیسی بین گونه‌های مختلف بسیار متغیر است که ممکن است بر اساس فرایندهای کوانتومی یا مستقل از آنها باشند. رادیکال‌های جفت شده که حساس به میدان مغناطیس زمین است، برای اولین بار در سال ۱۹۷۸ توسط شولتن[5] به‌عنوان مکانیسمی برای حس میدان مغناطیسی در سینه‌سرخ‌های اروپایی پیشنهاد گردید. رادیکال جفت شده[6] یک جفتی از مولکول‌های متصل‌به‌هم می‌باشد که هر یک از این مولکول‌ها یک الکترون غیرجفت‌شده دارد. این جفت‌های رادیکالی طی واکنش‌های فتوشیمیایی با حالت اسپینی مشخصی به وجود می‌آیند. جفت رادیکال‌های تولیدشده اسپین تک‌گانه[7] یا اسپین سه‌گانه[8] را دارند. حالت اسپینی به‌طور همزمان تحت تأثیر میدان مغناطیسی ضعیف زمین و برهمکنش‌های ضعیف هسته‌ای در هسته میزبان است[۱۳، ۳]. کریپتوگروم[9] فلاووپروتئین موجود در چشم سینه‌سرخ‌های اروپایی و همچنین در گیاهان و باکتری‌ها نیز وجود دارد. عملکرد کریپتوگروم بین موجودات مختلف متفاوت است. ریتز[10] و همکارانش با چاپ مقاله‌ای در سال ۲۰۰۰ پیشنهاد کردند که کریپتوکروم می‌تواند به‌عنوان میزبان جفت رادیکال‌های حساس به میدان مغناطیسی ضعیف باشد که در جهت‌یابی سینه‌سرخ‌های اروپایی نقش دارد [۳]. در آزمایشگاه مشاهده شده است که جهت میدان مغناطیسی ضعیف می‌تواند واکنش‌پذیری جفت رادیکال‌ها را تحت تأثیر قرا داده و بنابراین باعث تشکیل محصولات بیوشیمیایی را گردد. همچنین یکی از نظریه‌هایی که در این رابطه مطرح می‌شود آن است که این امکان وجود دارد که یک «جفت‌شدگی یا درهم‌تنیدگی

---

1 organ gels
2 DNA origami
3 faster energy funneling
4 Magneto reception
5 Schulten
6 radical pair
7 singlet
8 triplet
9 Cryptochrome
10 ritz

کوانتومی بین یک سری از ذرات درون چشم این پرنده و ذرات بیرونی وجود داشته باشد که پرنده از طریق آن‌ها می‌تواند این میدان مغناطیسی را شناسایی کند و مسیریابی را به‌خوبی انجام دهد [۷].

بینایی و بویایی

توانایی حس و پاسخ دادن به شرایط مختلف نوری از طریق پروتئین‌های گیرنده نوری نقش مهمی را برای ادامه حیات بسیاری از موجودات زنده ایفا می‌کند. گیرنده‌های نوری زیستی شامل کروموفورهایی هستند که فوتون‌های نوری را جذب می‌کنند و متحمل تغییرات سریع شیمیایی در حالت‌های برانگیختگی خود گشته و فتوایزومریزه می‌شوند. در نهایت پیام القاشده توسط نور را انتقال می‌دهند. ردوپسین یک پروتئین درون غشایی در چشم مهره‌داران می‌باشد که مسئول واکنش‌های ابتدایی در بینایی است. ردوپسین کروموفور رتینال را در ساختار خود دارد که طی واکنش‌های فتوایزومره شدن نور را جذب می‌کند. پس از جذب نور تغییر ساختار در ردوپسین ایجاد می‌شود که باعث انتقال پیام توسط پروتئین‌های پیام‌رسان سلولی شده و در نهایت باعث ایجاد پتانسیل عمل در سلول‌های چشم و هدایت پیام بینایی می‌شود. واکنش فتوایزومریزاسیون سرعت بالایی داشته و در زمان ۲۰۰ فمتوثانیه روی می‌دهد و دارای بازده بالایی می‌باشد. مکانیک کوانتومی با توجه به ماهیت حالت‌های برانگیخته الکترونی و پیوستگی کوانتومی هسته‌ای که اغلب همراه با دینامیک مولکولی حالت برانگیخته است، برای توصیف دینامیک واکنش‌های فعال نوری در گیرنده‌های پروتئینی ضروری است [۷].

بویایی پدیده زیستی دیگری می‌باشد که ممکن است وابسته به تونل‌زنی الکترونی باشد. نتایج آزمایشات جدید پیشنهاد می‌کنند که مکانیسم انطباق شکلی و قالب مولکول‌های بویایی و گیرنده‌های آنها به‌تنهایی نمی‌تواند توصیف کاملی برای حس بویایی ما باشد. تاورین [۱] در سال ۱۹۹۶ پیشنهاد کرد که تونل‌زنی ناکشسان الکترونی وابسته به فوتون با واسطه مولکول بویایی از یک مولکول دهنده به مولکول گیرنده اتفاق می‌افتد که باعث ویژگی هر مولکول بویایی در حس بویایی می‌باشد [۷].

آگاهی، شناخت و فرضیه مغز کوانتومی

این سؤال که آیا فیزیک کوانتومی می‌تواند در حل مسئله حل‌نشده بدن– ذهن (چگونه مغز باعث تفکر آگاهانه می‌شود) نقش داشته باشد، سؤال تازه‌ای نیست. به‌عنوان‌مثال مونوگراف [۲] (مقاله بلند) مایکل لاکوود [۳] با عنوان ذهن، بدن و کوانتوم در سال ۱۹۸۹ یا مقاله بلند جهان ذهن هنری استپ [۴] در سال ۲۰۰۹ نمونه‌هایی هستند که دارای دید فلسفی یا علمی– شبه علمی به مسئله آگاهی و ارتباط آن با مکانیک کوانتومی هستند. راجر پنورس و استوارت هامروف [۵] نظریه جنجالی را مطرح کردند که بر اساس آن بخش‌هایی از اسکلت سلولی در سلول‌های عصبی (میکروتوبول‌ها) توان محاسبات کوانتومی را دارد. از طرف دیگر بخش‌های دیگر از جامعه علمی با طرح مغز کوانتومی زاویه دید عمل‌گرایانه به موضوع داشتند، بدین‌صورت که از تلاش‌های صورت گرفته‌شده در راستای تحقیقات شبکه عصبی کوانتومی [۶] (برای استفاده از محاسبات کوانتومی در جهت بهبود مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی) به‌طور گسترده‌ای در یادگیری ماشین استفاده شد. مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی [۷] اساساً از دینامیک شبکه‌های عصبی زیستی الهام گرفته شده‌اند. از طرفی دیگر یکی از ابزارهای مورد استفاده برای مطالعه هوشیاری، مواد بیهوش‌کننده هستند. گروهی از محققان کشف کردند که تعدادی از مواد بیهوش‌کننده به‌صورت برگشت‌پذیر میزان اسپین الکترونی را در مگس سرکه (در جهش‌یافته‌هایی از مگس‌ها که نسبت به مواد بیهوش‌کننده مقاوم نیستند) افزایش می‌دهند، بر این اساس پیشنهاد شد که تغییر ساختار بالاترین اوربیتال مولکولی اشغال‌شده بعضی مولکول‌ها، انتقال الکترونی را بین دهنده و گیرنده آن تسهیل می‌کند که مغز را به سمت غیرهوشیاری سوق می‌دهد. مطالعه تغییرات ساختار مولکولی توسط بیهوش‌کننده‌ها با نظریه تابع چگالی [۸] (از ابزارهای مکانیک کوانتومی) و اندازه‌گیری اسپین الکترونی برای مشاهده اثر مواد بیهوش‌کننده موضوعات پژوهشی جدید برای بررسی عمیق‌تر

[1] Taurin
[2] Monograph
[3] Michael Lockwood
[4] Henry Stapp
[5] Roger Penrose and Stuart Hameroff
[6] quantum neural network
[7] artificial neural network models
[8] density functional theory

ارتباط بین آگاهی و مکانیک کوانتومی می‌باشند. با در نظر گرفتن تعریف زیست‌شناسی کوانتومی، مشاهده چنین فرایندهایی بسیار امیدبخش بوده و کمک قابل‌توجهی به عملی‌تر شدن این شاخه جدید علمی می‌کند [۱۶-۱۴، ۴] .

فرضیه مغز کوانتومی که توسط الخلیلی و مک فادن [1] مطرح شده است به این مفهوم اشاره دارد که پدیده‌های کوانتومی در سطح کانال‌های یونی سلول‌های عصبی ممکن است مؤثر باشند و یا تحت تأثیر میدان الکتریکی خارج سلولی، که در سطح نورون‌ها و شبکه متشکل از آن‌ها ایجاد می‌شود، قرار گیرند. این فرضیه بر اساس شواهد جدیدی می‌باشند که نشان می‌دهند میدان‌های خارج سلولی می‌توانند پتانسیل غشا نورون‌ها و فعالیت آنها را از طریق کانال‌های دریچه‌دار حساس به ولتاژ افزایش دهند. میدان‌های الکتریکی می‌توانند فعالیت تعداد زیادی از سلول‌ها را به‌صورت هم‌زمان افزایش داده و بنابراین بر رفتار و شناخت اثر گذارند. بر این اساس این موضوع محتمل است که میدان‌های الکتریکی (با تنظیم فعالیت کانال یونی یا متأثر از فعالیت آنها) به رویدادهای منسجم کوانتومی در تعداد زیادی از نورون‌ها مرتبط باشند که به‌صورت بالقوه می‌توانند در یک زمان نورون‌ها را دوباره پلاریزه کرده و فعال کنند. شگفت‌انگیز است که تحقیقات جدید در روانشناسی نیز بر رفتار کوانتومی مغز تأکید دارند که می‌تواند باعث ظهور حوزه علمی جدید آگاهی کوانتومی شوند (هر چند اینکه چگونه فیزیک کوانتومی با بروز آگاهی از فعالیت عصبی مرتبط است، هنوز سؤال بازی می‌باشد). با این همه فرضیه مغز کوانتومی امکان دارد که اشتباه باشد و یا توسط آزمایشات آتی ابطال گردد، ولی با این وجود، مطالعه جامع نقش احتمالی فرایندهای کوانتومی در جنبه‌های محاسباتی شبکه‌های عصبی، از آنجا که می‌تواند باعث کشف اصول بدیعی برای پردازش اطلاعات در علوم اعصاب، هوش مصنوعی و رباتیک عصبی [2] شود، ارزشمند است [۱۵، ۸].

منشأ حیات

بر اساس نظریه مهم سنتز هسته‌ای بیگ‌بنگ[3]، وجود حیات کربنی اساساً ماهیت کوانتومی دارد. ایزوتوپ کربن ۶ که چارچوب اصلی تمام بیوماکرومولکول‌های زیستی را شکل می‌دهد، طی یک فرایندهای همجوشی هسته‌ای خاص شکل می‌گیرد که در آن وجود مقادیر معین انرژی هسته‌ای کربن (به‌عنوان یک اثر محض کوانتومی) ضروری است.

همچنین کشف مواد پیش‌ساز حیات در سنگ‌های یخی فضایی نشان می‌دهند که واحدهای سازنده حیات می‌توانند در فضا تشکیل شده باشند و به زمین توسط اشیاء فضایی مانند ستاره‌های دنباله‌دار و یا شهاب‌سنگ‌ها رسیده باشند.

مطالعه نظری تولید خودبه‌خود مولکول‌های پیش‌ساز حیات در فضا اساساً در چارچوب سیستم‌های کوانتومی باز صورت می‌گیرد. محیط پوشیده از یخ فضایی که شدیداً به سیستم مولکولی ساده مانند هیدروژن سیانید (HCN) مرتبط است و با تابش اشعه ماوراءبنفش تحریک می‌شود، می‌تواند با واسطه ابزارهای زیست‌شناسی کوانتومی مورد بررسی قرار گیرد. سؤال بسیار سختی که وجود دارد این است که چگونه سیستم‌های زیستی اولیه توانستند از مولکول‌های غیرزنده تشکیل شوند؟ این سؤال از این لحاظ مهم می‌باشد که انسان‌ها با وجود پیشرفت‌های قابل‌توجه در علوم و تکنولوژی، هنوز نمی‌توانند یک پپتید عملکردی کوچک از عناصر پایه (کربن، نیتروژن، اکسیژن، سولفور و هیدروژن) ایجاد کنند. همچنین هنوز هم یک راه طولانی برای تعیین اینکه چه عواملی مولکول‌های زنده را از دیگر مولکول‌ها جدا می‌کند، وجود دارد. علاوه بر این، این سؤال که پدیده‌های کوانتومی چه نقشی ممکن است در آغاز حیات داشته باشند، یک موضوع پژوهشی مهم است [۴].

نتیجه‌گیری

ماشین بیوشیمیایی که سیستم‌های زیستی را به‌پیش می‌برد اساساً از مولکول‌های پیچیده‌ای تشکیل شده است که در اندازه‌های نانو و زیر نانومتری ساختار یافته‌اند. در چنین اندازه‌های کوچک، دینامیک این ماشین از قوانین مکانیک کوانتومی تبعیت می‌کند. بر این اساس، علم زیست‌شناسی کوانتومی به‌عنوان جزئی از زیست‌شناسی، این دینامیک و همچنین برهمکنش پدیده‌های دینامیک را در مقیاس‌های طولی و زمانی جدا شده، از فرایندهای انتقال انرژی فمتوثانیه‌ای در تجمعات مولکولی (با اندازه‌های نانو) تا بقا و تکثیر در اکوسیستم‌ها با در نظر گرفتن موجودات

[1] Al-Khalili and McFadden
[2] neurorobotics
[3] Big Bang Nucleosynthesis (BBN)

زنده آن بررسی می‌کند ولی با وجود این، اهداف و نقش زیست‌شناسی کوانتومی هنوز در جامعه علمی با پیچیدگی‌های جدی روبه‌رو است، بنابراین مطالعات و تحقیقات گسترده و عمیق و طراحی آزمایشات تجربی و نظری هوشمندانه برای درک بیشتر زیست‌شناسی کوانتومی ضروری می‌باشد. شایان‌ذکر است بیوفیزیک کوانتومی یک موضوع بین‌رشته‌ای از بیوفیزیک مولکولی و زیست‌شناسی کوانتومی است که در مورد درمان‌های کوانتومی و نظریه‌های زیست مولکول‌ها و سیستم‌های بیوفیزیکی به‌طور کلی در سطح کوانتومی بحث می‌نماید.

نظر به اهمیت موضوع زیست‌شناسی کوانتمی در تحقیقات جهانی و پایه‌گذاری این علم در کشور بدین مناسبت هسته علمی زیست‌شناسی کوانتمی در مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران در حال شکل‌گیری است و درس زیست‌شناسی کوانتومی در ترم پاییز سال ۱۳۹۸ برای دانشجویان ارائه خواهد شد و سخنرانی‌های سلسله‌وار در خصوص موضوع مورد نظر ارائه خواهد شد. امید است که استادان، دانشجویان، پژوهشگران در سطح ملی، منطقه‌ای، بین‌المللی با این هسته همکاری شایان داشته باشند تا در آینده نزدیک شاهد موفقیت‌های علمی و گسترش شکافتن مرزهای دانش باشیم.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های دانشگاه تهران، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور تشکر و قدردانی می‌شود.

پایگاه داده های دیده شده در این مقاله

1) https://www.ted.com/talks/jim_al_khalili_how_quantum_biology_might_explain_life_s_biggest_questions?
2) https://www.quantumbiology.gr/research/quantum-biology/
3) https://www.the-scientist.com/features/quantum-biology-may-help-solve-some-of-lifes-greatest-mysteries-65873

منابع و مؤاخذ

[۱]. گوپتا، اس.پی. (ترجمه علی اکبر صبوری و داوود عاجلو)، (چاپ اول،۱۳۸۰)، زیست شناسی کوانتومی، انتشارات دانشگاه تهران

[۲]. شرودینگر، اروین (ترجمه دکتر محمد نبی سربلوکی)، (چاپ اول، ۱۳۸۰)، حیات چیست؟، کتاب ماد (وابسته به انتشارات مرکز)

[3]. Lambert, Nail, (2013), Quantum Biology, Nature Physics 9 (1): 10–18.

[4]. Marais, Adriana, Adams, Betony, K. Ringsmuth, Andrew, Ferretti, Marco (2018), The future of quantum biology, J. R. Soc. Interface 15: 20180640.

[5]. McFadden, Johnjoe, Al-Khalili, Jim (2018), The origins of quantum biology, Proc.R. Soc.A474: 20180674.

[6]. Jordan P, (1932), Die Quantenmechanik und die Grundprobleme der Biologie und Psychologie Naturwissenschaften. Naturwissenschaften 20, 815–821. (doi:10.1007/BF01494844).

[7]. Mohseni, Masoud, Omar, Yasser, S. Engel, Gregory, B. Plenio, Martin (2014), Quantum Effects in Biology, Cambridge University Press.

[8]. McFadden, Johnjoe, Al-Khalili, Jim (2014), Life on the Edge (The Coming of Age of Quantum Biology), Crown Publishers, New York.

[۹]. کریمیان، شکراله (۱۳۹۶)، درهم-تنیدگی کوانتومی رویکردي علمی به سوي دورنوردي انسان، نشریه نشاء علم، سال هفتم، شماره دوم، صفحات ۱۲۲-۱۲۸.

[10]. Lloyd Sb (2011), Quantum coherence in biological systems, Journal of Physics: Conference Series 302.

[11]. Strümpfer J (2012) , How Quantum Coherence Assists Photosynthetic Light Harvesting , J Phys Chem Lett, Feb 16;3(4):536-542.

[12]. Romero, Elisabet, I. Novoderezhkin, Vladimir, Grondelle, Rienk van (2017), Quantum design of photosynthesis for bio-inspired solar-energy conversion, Nature 453, 355-365

[13]. Hore, P. J., Mouritsen H (2016), The Radical-Pair Mechanism of Magneto reception, Annual Review of Biophysics, 45 (1): 299–344.

[14]. Adrian Craddock, Travis John, Friesen, Douglas, Mane, Jonathan, Hameroff, Stuart, Tuszynski, Jack A (2014), The feasibility of coherent energy transfers in microtubules, J. R. Soc. Interface 11: 20140677.

[15]. Jedlik P (2017), Revisiting the Quantum Brain Hypothesis: Toward Quantum Neurobiology? Frontiers in Molecular Neuroscience, Volume 10, Article 366.

[۱۶]. مرزبان، احسان، شریعت پناهی، پیمان (۱۳۹٤)، تأملی بر مسئله آگاهی از منظر نظریه پیچیدگی و آگاهی، مجله هستی و شناخت، جلد دوم، شماره دو، صفحات ۱۳۱-۱٤٤.

نگاهی به نشریه نیچر و جوایز نوبل

نسیم سلیمانی[1]، علی‌اکبر موسوی‌موحدی*[1]

چکیده

نشریه نیچر به‌عنوان یکی از نشریات برتر با سابقه طولانی در زمینه چاپ مقالات علمی است. این نشریه در سال ۱۸۶۹ در کمبریج انگلستان افتتاح شد. در این نشریه مقالات علمی، اخبار علمی به زبانی ساده، تبلیغات و موقعیت‌های شغلی علمی به چاپ می‌رسد. این نشریه دو هدف اصلی دارد: نخست، نتایج و دستاوردهای علمی را به منظر عموم مردم برساند تا شناخت کلی از علم و زندگی پیدا کنند و در جایگاه ترویج علم بسیار کوشش دارد. دوم، با در اختیار قرار دادن اطلاعات جدید بین رشته‌ای از علوم طبیعی به دانشمندان و پژوهشگران کمک کند. حدود ۳۰٪ از آثار علمی دانشمندانی که جایزه نوبل دریافت نموده‌اند در نشریه نیچر به چاپ رسیده‌است.

این نشریه در صد سال نخست کار خود، بیشتر بر چاپ مقالات مهم تمرکز داشت و از سال ۱۹۷۰ به گسترش با سایر کشورها روی آورد و نشریات زیرمجموعه، همکاری با نشریات دیگر را آغاز نمود. همچنین این نشریه نه‌تنها از نظر علمی به‌روز است بلکه کار خود را به‌صورت وبگاه‌ها و برنامه‌های نرم افزاری (اپلیکیشن‌ها) نیز در اختیار عموم قرار می‌دهد. انتشارات نیچر به پژوهشگران نوپا در جهت چاپ مقاله در نشریات متناسب مشاوره می‌دهد و حتی ویراستاری می‌کند. همچنین برای دانش‌پژوهان کارگاه‌های آموزشی مقاله و چکیده‌نویسی برگزار می‌نماید.

واژگان کلیدی: نشریه نیچر، مقالات مهم عصر، علوم طبیعی، ترویج علم، برندگان جوایز نوبل

* عهده‌دار مکاتبات، استاد ، عضو فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، عضو پیوسته آکادمی علوم جهان، عضو پیوسته آکادمی علوم جهان اسلام، نشانی الکترونیکی: moosavi@ut.ac.ir، تلفن: ۰۲۱۶۱۱۱۳۳۸۱، نمابر: ۰۲۱۶۶۴۰۴۶۸۰

[1] مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران

مقدمه

نشریه نیچر یکی از مبرزترین نشریات علمی است. این نشریه بالغ‌بر ۵۰ نشریه زیرمجموعه اصلی دارد و این زیرمجموعه‌ها خود به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند: مجلاتی که انحصاری مقالات مروری[1] چاپ می‌کنند، از جمله این مجلات می‌توان به Nature Reviews Molecular Cell Biology، Nature Reviews Cancer و Nature Reviews Neuroscience به ترتیب با ضریب متوسط تأثیرهای ۴۷، ۵۰ و ۳۸ اشاره کرد. مجلاتی همچون Nature Chemical Biology، Nature Cell Biology و Nature Methods به ترتیب با ضریب تأثیرهای ۱۴، ۲۰ و ۴۲ که اختصاصی در یک رشته علمی فعالیت دارند و نیز مجلات با دسترسی آزاد که با عنوان Nature Partner Journals شناخته می‌شوند. مجلات گروه آخر به دلیل نوپایی (راه‌اندازی پس از سال ۲۰۱۴)، در قیاس با مجلات دیگر نیچر دارای ضریب تأثیر کمتری هستند. ضریب تأثیر متوسط پنج‌ساله برخی از مجلات زیرمجموعه یا

جدول ۱: نشریات زیرمجموعه نیچر و یا انتشارات اشپیرینگر-نیچر

#	Multidisciplinary Journals	5-year IF
1	*Nature*	44.958
2	*Nature Communications*	13.691
3	*Scientific Reports*	4.609
4	*Scientific Data*	5.862
#	Nature-branded research	5-year IF
5	*Nature Astronomy*	n/a
6	*Nature Biomedical*	n/a
7	*Nature Biotechnology*	43.271
8	*Nature Cell Biology*	20.460
9	*Nature Chemical Biology*	13.990
10	*Nature Chemistry*	28.790
11	*Nature Climate Change*	22.363
12	*Nature Ecology & Evolution*	n/a
13	*Nature Energy*	46.870
14	*Nature Genetics*	31.154
15	*Nature Geoscience*	14.846
16	*Nature Immunology*	21.974
17	*Nature Materials*	47.534
18	*Nature Medicine*	33.409
19	*Nature Methods*	41.934
20	*Nature Microbiology*	14.182
21	*Nature Nanotechnology*	45.815
22	*Nature Neuroscience*	19.188
23	*Nature Photonics*	38.551
24	*Nature Physics*	22.610
25	*Nature Plants*	11.471
26	*Nature Protocols*	15.269
27	*Nature Structural and Molecular Biology*	12.816

#	Nature-branded reviews	5-year IF
28	*Nature Reviews Cancer*	50.293
29	*Nature Reviews Cardiology*	13.249
30	*Nature Reviews Chemistry*	n/a
31	*Nature Reviews Clinical*	20.605
32	*Nature Reviews Disease*	16.155
33	*Nature Reviews Drug*	54.490
34	*Nature Reviews*	19.244
35	*Nature Reviews*	16.648
36	*Nature Reviews Genetics*	44.913
37	*Nature Reviews Immunology*	46.507
38	*Nature Reviews Materials*	51.941
39	*Nature Reviews Microbiology*	31.155
40	*Nature Reviews Molecular*	47.918
41	*Nature Reviews Nephrology*	12.170
42	*Nature Reviews Neurology*	20.888
43	*Nature Reviews Neuroscience*	38.691
44	*Nature Reviews*	14.358
45	*Nature Reviews Urology*	7.335
#	Nature Partner Journals	5-year IF
46	*Biofilms &*	4.128
47	*Computational*	8.941
48	*Genomic Medicine*	3.467
49	*Microgravity*	2.000
50	*Primary Care*	2.785
51	*Quantum Information*	9.206
52	*Vaccines*	3.143
#	Other Nature Research	5-year IF
53	*Lab Animal*	0.906
54	*Asia Materials*	8.970

[1] review

همکار با نشریه نیچر را می‌توان در جدول ۱ ملاحظه نمود. نشریه نیچر علاوه بر مقالات علمی، اخبار علمی، یافته‌های جدید، موقعیت‌های شغلی جدید را نیز هر دوشنبه در اختیار خوانندگان قرار می‌دهد، شاید این سیاست نشریه موجب پایداری، محبوبیت و مقبولیت آن در بین دانشمندان و سایرین شده است.

تاریخچه نشریه نیچر

تاریخچه نشریه نیچر به سه دوره متفاوت با بازه‌های زمانی گوناگون تقسیم می‌گردد:

- صد سال اول: چاپ مقالات و اخبار اساسی و تکان‌دهنده در علوم مختلف
- سی سال گسترش: همکاری با سایر کشورها به‌صورت تدریجی و چاپ نشریات اختصاصی توسط ناشر در برخی زمینه‌های علمی
- هزاره سوم: گسترش بیشتر و چاپ مقالات کلیدی عصر

۱- صد سال اول:

نشریه نیچر در کمبریج انگلستان با سرمایه‌گذاری الکساندر مک‌میلان[1] در پاییز سال ۱۸۶۹ منتشر شد و به‌صورت هفتگی هر دوشنبه به چاپ می‌رسد. این نشریه در طی صد سال نخست پنج سردبیر بنام و موفق در علوم مختلف داشت. اولین سردبیر نورمن لاکییر[2]، ستاره‌شناس که به کمک طیف‌سنجی جرمی توانسته بود وجود عنصر هلیوم را در سطح خورشید مشاهده نماید. البته کشف این عنصر توسط دو فرد سوئیسی به‌طور رسمی ثبت شده است. لاکییر برای مشاهده هلیوم با طیف‌سنجی جرمی و سردبیری نیچر شهرت دارد. او در زمینه کاربرد طیف-سنجی جرمی و کاربردهای آن در تشخیص عناصر در اجرام فضایی نیز پیشرو بوده است. دومین سردبیر، ریچارد گرگوری[3] بود. او کار خود را در نشریه نیچر به‌عنوان دستیار سردبیر آغاز نمود. او نیز ستاره‌شناس بود و به مطالعه لکه‌های خورشیدی می‌پرداخت اما مقاله‌ای از خود نداشت. او تا پیش از بازنشستگی بالغ‌بر ۲۰۰ کتاب علمی را در انتشارات مک‌میلان[4] ویرایش نمود. سومین و چهارمین سردبیران، بریمبل[5] و گیل[6] بودند. در آن زمان در نشست‌های دوستانه در رستوران یا تریای باشگاه آتناوم[7] (باشگاه علمی مخصوص دانشمندان بنام)، بریمبل با بحث در مورد مقالاتی که برای نشریه ارسال شده بود، به‌صورت غیررسمی داوری تخصصی[8] را در نشریات رواج داد. در سال ۱۹۶۱ گیل بازنشسته شد اما بریمبل به همکاری خود با نشریه نیچر ادامه داد تا در نهایت سال ۱۹۶۶ جان مداکس[9] به‌عنوان سردبیر جایگزین وی شد.

از مقالات و رویدادهای مهمی که در این مجله در طی صد سال آغازین به چاپ رسید می‌توان نخستین مقاله در ارتباط با اثر طبیعت بر روند تکامل انسان نوشته هاکسلی[10] را نام برد [۱]. این مقاله در راستای تکامل انسان پس از نظریه انتخاب طبیعی داروین است. پس از آن می‌توان به خبر و مقالات مرتبط با مشاهده پرتوی ایکس توسط رونگتن[11] در سال ۱۸۹۶ که منجر به کسب جایزه نوبل وی شد اشاره کرد [۲]. یک سال بعد جوزف تامسون[12] وجود الکترون در اتم را کشف نمود [۳]، او نیز از برندگان جایزه نوبل است. در حوزه دیرینه‌شناسی ریموند دارت[13] کشف اسکلت فسیل انسان‌های اولیه را انتشار نمود [۴]. جان کاک‌کرافت[14] و ارنست والتون[15] در سال ۱۹۳۲ موفق به شکافت اتم [۵] و کسب جایزه نوبل شدند. یکی از دستاوردهای مهم زیست‌شناسی ارائه ساختار DNA توسط واتسون[16] و کریک[17] در سال ۱۹۵۳ است که در نشریه نیچر چاپ شد [۶]. این جهش بزرگ در ژنتیک برای این دو نفر جایزه نوبل ۱۹۶۲ را به همراه داشت. ساخت لیزر در سال ۱۹۶۰ توسط تئودور مایمن[18] نیز از دستاوردهای بزرگی بود که در این نشریه چاپ شد [۷]. از جمله علوم دیگری که در این نشریه جهش بزرگ

---

[1] Alexander Macmillan
[2] Norman Lockyer
[3] Richard Gregory
[4] Macmillan
[5] L. J. F. Brimble
[6] A. J. V. Gale
[7] Athenaeum Club
[8] peer reviewing
[9] John Maddox
[10] Thomas Henry Huxley
[11] Röngten
[12] Joseph John Thomson
[13] Raymond Dart
[14] John Cockcroft
[15] Ernest Walton
[16] Watson
[17] Crick
[18] Theodore Maiman

خود را منتشر کردند می‌توان به علم زمین‌شناسی و نظریه صفحات تکتونیکی پوسته زمین و انواع حرکات آنها توسط ویلسون[1] اشاره کرد، او توانست بسیاری از پدیده‌های زمین-شناسی را این‌گونه توجیه نماید [۸]. از سویی دیگر در صد سال آغازین کار این نشریه، مقاله درباره ستاره چشمک‌زن چاپ شد [۹]. کشفیات فوق بخشی از مقالات چاپ‌شده در نشریه نیچر است.

۲- سی سال گسترش:

از دهه ۱۹۷۰ تا سال ۲۰۰۰ نشریه نیچر نه‌تنها مقالات برتر روز را انتشار داد، بلکه گام‌به‌گام وسعت جهانی یافت و مجلات اختصاصی در علوم گوناگون را افتتاح نمود. این نشریه گسترش خود را با افتتاح دفتری در واشنگتن دی سی[2]، آغاز کرد. در کمتر از ده سال دفتری دیگر در نیویورک گشود. در سال ۱۹۸۴ با افتتاح دفتری در ژاپن و به دنبال آن ثبت شرکت و نشریه Nature Japan KK گسترش آن در آسیا نیز رقم خورد. دو سال پس از افتتاح شرکت در ژاپن، دفاتری در مونیخ و پاریس نیز باز شدند؛ اما از مهم‌ترین اتفاقاتی که رخ داد، باز شدن شرکت خصوصی Nature Publishing Group (NPG) در سال ۱۹۹۹ در آلمان و با مالکیت خصوصی آلمانی بود. افتتاح این شرکت، همکاری‌های بین‌المللی و گسترده ناشر نیچر با سایر نشریات و افتتاح مجلات بیشتر همراه شد. اما از دیگر کارهای این نشریه افتتاح وبگاه nature.com در سال ۱۹۹۶ بود. ازاین‌پس مفاد مجله به‌صورت برخط نیز در اختیار مردم قرار گرفته شد. این وبگاه بعدها به‌عنوان بهترین وبگاه علمی انتخاب شد.

در سال ۱۹۷۳ مداکس از سمت خود کناره گرفت و دیوید دیویس[3] جایگزین وی شد. در همین سال نشریه نیچر دو زیرمجموعه به نام‌های Nature Physics و Nature Biology را در روزهای چهارشنبه و جمعه نیز چاپ کرد. اما چندی نگذشت که این نشریات با شکست مواجه شدند. در سال ۱۹۸۰ جان مداکس به‌عنوان سردبیر بازگشت. او پانزده سال دیگر به همکاری خود با این نشریه ادامه داد و در سال ۱۹۹۵ جای خود را به فیلیپ کمپبل[4] داد. او نیز در سال ۲۰۰۹ جای خود را به ماریت دی‌کریستینا[5] داد.

اولین همکاری و الحاق رسمی نشریه نیچر با انتشارات دیگر، در سال ۱۹۸۳ و با انتشارات Macmillan بود. نشریه Biotechnology از انتشارات Macmillan به نیچر ملحق و نامش به Nature Biotechnology تغییر یافت. در سال ۱۹۹۲ مجله Nature Genetics به عرصه مجلات علمی قدم نهاد. دو سال بعد Nature Structural Biology که بعدها نامش به Nature Structural and Molecular Biology تغییر یافت و منتشر گشت. یک سال بعد در سال ۱۹۹۵ نشریه پزشکی با نام Nature Medicine چاپ شد. با پیشرفت سریع علوم زیستی، در سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ مجلات Nature Neuroscience و Nature Cell Biology نیز بازگشایی شدند.

در طی این سی سال اتفاقات مهمی افتاد که در این نشریه بازتاب داشتند. از جمله این رویدادها می‌توان به ساخت آنتی‌بادی مونوکلونال (۱۹۷۵) [۱۰]، سنتز کامل تاکسول برای درمان سرطان (۱۹۹۴) [۱۱]، تولد دالی (۱۹۹۶) [۱۲]، کشف ویروس عامل بیماری ایدز (۱۹۸۳) [۱۳]، سوراخ لایه اوزون (۱۹۸۵) [۱۴]، استخوان جمجمه نئندرتال ۳۰۰۰۰۰ ساله در اسپانیا (۱۹۹۲) [۱۵]، سیاره خارج از منظومه شمسی و احتمال وجود حیات غیر از آنچه روی زمین وجود دارد (۱۹۹۵) [۱۶]، قدیمی‌ترین فلوت در چین (۱۹۹۹) [۱۷]، کشف ماهی آرواره-استخوانی در اندونزی که تصور می‌شد منقرض گشته است (۱۹۹۸) [۱۸] از نمونه مقالاتی است که به آن اشاره شد و در نشریه نیچر چاپ شد.

۳- هزاره سوم:

از سال ۲۰۰۰ به بعد، ناشر نیچر بسیار فعال بوده و نه‌تنها مجلات اختصاصی و جدید در اختیار دانشمندان علوم مختلف قرار داد بلکه همکاری خود را با سایر نشریات بیشتر نمود. در سال ۲۰۰۰ مجله Nature Reviews به‌عنوان مجله‌ای از زیرمجموعه نیچر که تنها مقالات مروری چاپ می‌کند منتشر شد. در همین سال Nature Immunology و دو سال پس از

[1] J. Wilson
[2] Washington, D.C.
[3] David “Dai” Davies
[4] Philip Campbell
[5] Mariette DiChristina

آن مجله موفق Nature Materials توسط NPG افتتاح شدند. NPG همچنین مجلات پزشکی خود به نام‌های Nature Methods و Nature Clinical Practice را بازگشود. از دیگر مجلات اختصاصی که به دنبال این‌ها عرضه شدند می‌توان به Nature Physics، Nature Chemical Biology، Nature Systems Biology، Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism، Nature Protocols، Nature Photonics،Nature Reports، Nature Nanotechnology، Nature Communication، Scientific Report، Emerging Microbes & Infections، Nature Geoscience، Translational Psychiatry، Nature Chemistry، Nature Climate Change و شمار زیادی از مجلات دیگر را نام برد. هم‌زمان با شکل‌گیری مجلات جدید زیرمجموعه نیچر، NPG با بسیاری از شرکت‌ها و انتشارات در سطح بین‌الملل، از ژاپن تا آمریکای لاتین به انتشار و چاپ مجلات علمی همکاری نمود. از فعالیت‌های مفید این شرکت، افتتاح وبگاه naturejobs.com با ماهیت کاری برای پژوهشگران، از نوپا تا پیش‌کسوت است. افتتاح دفاتر بیشتر در سانفرانسیسکو، هند، آمریکای لاتین و وبگاه‌های آسیا، هند، خاورمیانه از دیگر فعالیت‌های این شرکت هستند. این گروه همچنین به چاپ منابع علمی، کتاب مرجع علمی (برای نمونه Principles of Biology)، کتاب مرجع دیجیتال نیز اقدام نمود. شرکت نیچر اولین نرم‌افزار خود تحت عنوان Nature Journals را برای سیستم‌عامل iOS در سال ۲۰۱۰ در اختیار مردم قرار داد. این نرم‌افزار همچنان در حال گسترش بوده و برای سیستم‌عامل اندروید نیز عرضه می‌شود.

از بین شمار بسیاری از مقالاتی که در قرن بیست‌ویک در مجموعه‌های نشریه نیچر به چاپ رسیده‌اند، کشف یکی از مسیرهای آلزایمر [۱۹]، ژنوم انسان [۲۰]، کشف جمجمه ۷-۸ میلیون ساله انسان در افریقا [۲۱]، دیدگاه نوین در خودایمنی [۲۲]، ساخت کوچک‌ترین برس‌های نانوتیوبی دنیا [۲۳]، کشف کلاس جدیدی از اثر کوانتوم هال[1] [۲۴]، کشف حلقه احتمالی گم‌شده ماهی‌ها و دوزیستان با کشف فسیل Tiktaatik [۲۵]، Functional MRI (fMRI) و قابلیت دنبال کردن محل فعالیت مغزی [۲۶]، پیشرفت در اسپین‌ترونیک[2] و درنتیجه الکترونیک [۲۷]، کشف اثر بازخورد مثبت تغییرات اقلیمی و چرخه کربن بر یکدیگر [۲۸]، به دام انداختن و نگه‌داری اتم آنتی‌هیدروژن[3] به مدت ۱۰۰۰ ثانیه [۲۹] و بسیاری دیگر از رویدادهای اساسی علمی در این مجله و زیرمجموعه‌های آن چاپ شدند.

نیچر در آسیا و خاورمیانه

نشریه نیچر درصدد گسترش خود می‌باشد و با برخی از کشورهای آسیایی و خاورمیانه همکاری می‌کند. این همکاری در قالب وبگاه اختصاصی با زبان ملی به پژوهشگران، پزشکان و دانشمندان خدمت‌رسانی می‌کند. در این همکاری‌ها دانشمندان و پژوهشگران کشورهای چین، ژاپن، کره جنوبی، هندوستان و کشورهای خاورمیانه به‌صورت پویا با نیچر در ارتباط بوده و دسترسی به نشریات پیشین نیچر برای پژوهشگران این کشورها آزاد است. یکی از عملکردهای مثبت این وبگاه‌ها برقراری ارتباط بین پژوهشگران از رشته‌های گوناگون با یکدیگر است. هر یک از این وبگاه‌ها با در نظر گرفتن نیاز پژوهشگران و کشور خود امکانات ویژه‌ای در اختیار قرار می‌دهند. به‌طور مثال نشریه نیچر میدل‌ایست بیشتر دربردارنده اطلاعات ویژه برای رشته‌های مرتبط با پزشکی است. نشریه نیچرآسیا (کره جنوبی و ژاپن) برای دانشمندان گوناگون خود از رشته‌های علوم از پایگاه داده‌ها و علوم نظری گرفته تا علوم کاربردی و آزمایشگاهی اطلاعات لازم را فراهم می‌آورد. این وبگاه‌ها مقالات چاپ‌شده دانشمندان کشور خود را به‌صورت آنلاین در اختیار این افراد قرار می‌دهند. البته این وبگاه‌ها اخبار علمی روز و موقعیت‌های شغلی مناسب را نیز با توجه به نیاز مخاطبین خود به‌روزرسانی می‌کنند.

چاپ مقاله در نیچر

با توجه به اعتبار بسیاری که نشریه نیچر در میان پژوهشگران جهان دارد، چاپ مقاله در این نشریه می‌تواند کمک مؤثری به آینده کاری و اعتبار میان پژوهشگران بکند. به‌منظور چاپ یک مقاله در این نشریه علاوه بر اینکه مطالب بایستی سؤال‌ها و

---

[1] quantum Hall effect
[2] spintronics
[3] Antihydrogen atoms

خلأهای مهمی از علم را پاسـخگو باشـد، بلکه می‌باید مسـئله مورد نظر بـا چنـد رویکرد مورد بررســی قرار گیرد. متن «دسـت‌نویس»[1] می‌باید بر طبق روش خود نشریه نوشته شـود. البته برای نوشــتن دســت‌نویس و کمک برای ترجمه و حتی مشــاوره برای اینکه مقاله را برای کدام یک از مجلات نیچر ارسال نمود، می‌توان از کارگزاران نیچر کمک گرفت.

امور الزامی که حتماً باید انجام شود؛ ویرایش ادبی مقاله توسط ویراستار انگلیسـی‌زبان در خصوص موضوع مقاله انجام شـود. ناشــر نیچر دو نوع ویرایش در اختیار افراد قرار می‌دهد، یکی ویرایش نقره‌ای و دیگری ویرایش طلایی اســت. در هر دوی این ویرایش‌ها متن از تمام جهات ادبی ویرایش می‌گردد. اما تفاوت ویرایش نقره‌ای با طلایی در این اســت‌که در ویرایش طلایی ســاختار جمله‌ها کاملاً تغییر داده می‌شــوند و ابهامات علمی و ادبی در متن از بین می‌رود. در نهایت پس از ویرایش متن به همراه یک گواهی و حداقل چهار صــفحه انتقاد و پیشــنهاد برای فرد ارســال خواهد شــد. فرمت ارســال مقاله ویرایش شــده بســته به انتخاب فرد می‌تواند به‌صــورت مقاله نهایی، مقاله اولیه با ایرادات، یا اشــکالات مقاله به‌طور مجزا برای نویسنده ارسال شود.

پس از ویرایش می‌توان مقاله را برای مجله مورد نظر ارســال نمود. البته لازم به ذکر است حدود ۳ سال است که ناشر نیچر با ناشــر اشـپیرینگر به‌صـورت مشـترک تحت عنوان اشـپیرینگر نیچر فعالیت می‌نمایند.

دوره‌های آموزشی

یکی از امکانات مفیدی که ناشــر نیچر در اختیار پژوهشـگران قرار می‌دهد، برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی است. این کارگاه‌ها می‌توانند یک‌روزه یا دو روزه، حضوری یا الکترونیکی باشـند. دوره‌های آموزشـی حضـوری توسط دانشگاه‌ها یا مراکز علمی با نشریه هماهنگ می‌شوند و در این کارگاه‌ها با توجه به نوع درخواســت مرکز، ۳۰-۱۰۰ دانشــجو می‌توانند شــرکت نمایند. مدرس این کارگاه‌ها توسـط سـردبیری مجلات هسـتند. کارگاه دو مدرس دارد و یکی از این مدرس‌ها حتماً از طرف ســردبیری نشــریه نیچر اســت. در طی این کلاس‌ها نوشــتن چکیده[2]، دســـت‌نویس و مقاله آموزش داده می‌شـــود و اگر نویسـنده، چکیده یا مقاله‌ای در دسـت ارسـال دارد می‌تواند به کمک استاد مورد نظر ویراستاری و اصلاح نماید.

جایزه نوبل و نشریه نیچر

حدود یک‌سـوم از برندگان جایزه نوبل مقالات درخور توجه با میزان اسـتناد بالای خود را در نشــریه نیچر چاپ نموده‌اند. در اینجا ما نگاهی کوتاه و گذرا به سوابق افرادی که از سال ۲۰۱۲ به بعد در زمینه‌های شـیمی و فیزیولوژی-پزشـکی جایزه نوبل دریافت کرده‌اند می‌اندازیم؛

کشـف از دست دادن تمایز سلول‌های بالغ و بازگشـت آن‌ها به ســلول بنیادین در ســال ۲۰۱۲ موجب کســب جایزه نوبل گوردون[3] و یاماناکا[4] شـد. این دو نفر تاکنون به ترتیب ۳۵ و ۲۴ مقاله در نشــریه نیچر چاپ کرده‌اند. در میان ســه برنده جایزه نوبل فیزیولوژی-پزشکی ۲۰۱۳ در ترافیک وزیکولی، سودوف[5] ۵۴ و راتمن[6] ۴۳ مقاله و شــک‌من[7] ۱۸ مقاله در نشــریه نیچر چاپ کرده‌لند. می‌بریت[8] و ادوارد موســر[9] به ترتیب ۲۳ و ۳۱ مقاله در نشــریه نیچر چاپ کرده‌اند، این دو به کمک اُکیف[10] با چاپ ۱۲ مقله در نشـــریه نیچر چاپ نموده‌لند و شـــبکه‌های حافظه‌ای و شناختی اختصاصی را کشـف نمودند و جایزه نوبل ۲۰۱۴ را از آن خود کردند. اســتودارت، دارنـده ۲۰ مقالـه در نشـریه نیچر با کشـف مکانیسـم اتوفاژی در سـال ۲۰۱۶ برنده جایزه نوبل شد.

از برندگان جایزه نوبل فیزیولوژی-پزشکی ۲۰۱۷، به‌جز هال[11] با ســوابق بی‌نظیر خود و یانگ[12]، دانشـــمند ژاپنی که بیشـــتر مقالاتشان را در نشریات خود یا نشریات ملی چاپ می‌کنند و تنها ۹ و ۱۱ مقله در نشـــریه نیچر دارند، روزباش[13] ۲۷ مقاله خود را در نشــریه نیچر چاپ کرده اســت. این ســه دانشــمند

---

1 Manuscript
2 Abstract
3 John B. Gurdon
4 Shinya Yamanaka
5 Thomas C. Südhof
6 James E. Rothman
7 Randy W. Schekman
8 May-Britt Moser
9 Edvard Moser
10 John O'Keefe
11 Jeffrey C. Hall
12 Michael W. Young
13 Michael Rosbash

مکانیسم مولکولی کنترل ریتم شبانه‌روزی[۱] را کشف کردند. برندگان جایزه نوبل ۲۰۱۸ نیز تعداد چشمگیری از کارهای خود را در نشریه نیچر چاپ نموده‌اند. الیسون[۲] ۲۴ و هونجو[۳] ۴۷ اثر در نشریه نیچر دارند. این دو فرد با ارائه راهکار درمان سرطان با مهار سیستم ایمنی تنظیمی جایزه نوبل فیزیولوژی-پزشکی را از آن خود کردند.

شاید به نظر تعداد برخی از آثار این دانشمندان کم باشد اما تقریباً ۳۰٪ آثار آن‌ها در نشریه نیچر چاپ شده است. برخی از این افراد خود سردبیر مجله هستند و همچنین اغلب دانشمندان ژاپنی مقیم ژاپن آثار خود را در مجلات ژاپنی (که زیرمجموعه نیچر را نیز شامل می‌شود) چاپ می‌کنند.

در سال ۲۰۱۲ کوبیلکا[۴] و لفکوویتز[۵] با کشف عملکرد جفت شدن G-پروتئین با گیرنده‌ها موفق به کسب جایزه نوبل شدند. این دو به ترتیب با ۵۶ و ۴۷ اثر چاپ‌شده در نشریه نیچر تیمی پیشرو در چاپ آثار مهم در زمینه کارشان هستند. توسعه مدل‌های مولتی‌اسکیل برای سیستم‌های کمپلکس شیمیایی منجر به دریافت نوبل توسط کارپلاس[۶]، وارشل[۷] و لویت[۸] شد. آن‌ها نیز با ۳۳، ۱۷ و ۱۳ اثر در نشریه نیچر افرادی فعال و تأثیرگذار به شمار می‌آیند. هل[۹]، موئرنر[۱۰] و بتزیگ[۱۱] به ترتیب ۴۵، ۲۰ و ۱۶ اثر در نشریه نیچر دارند. آن‌ها با توسعه میکروسکوپ فلورسنت سوپر-ریزالود[۱۲] به پژوهش‌های وابسته کمک کردند و برای این کارشان جایزه نوبل ۲۰۱۴ را از آن خود نمودند. لیندال[۱۳]، سانکار[۱۴] و مودریک[۱۵] با مطالعات مکانیکی ترمیم DNA[۱۶] جایزه نوبل ۲۰۱۵ را گرفتند. این افراد به ترتیب دارای ۱۹، ۱۲ و ۱ اثر در نشریه نیچر هستند. با پیشرفت روزافزون علوم مولکولی، فرینگا[۱۷]، استودارت[۱۸] و ساویج[۱۹] توانستند ماشین‌های مولکولی طراحی کرده، بسازند[۲۰]. دو نفر اول به ترتیب ۲۴ و ۱۲ اثر در نشریه نیچر دارند. این سه در سال ۲۰۱۶ موفق به کسب نوبل شدند. ارتقا میکروسکوپ کرایو[۲۱] در ۲۰۱۷ جایزه نوبل را برای فرلنک[۲۲]، دوبوشت[۲۳] و هندرسون[۲۴] به همراه داشت. از بین این افراد نفر اول ۳۰ و دو نفر دیگر به ترتیب ۹ و ۶ اثر با نام خود در نشریه نیچر دارند. خانم آرنولد[۲۵]، با ۲۹ اثر در نیچر در مهندسی آنزیم در سال ۲۰۱۸ برنده جایزه نوبل شد. وینتر[۲۶] نیز در همین سال به دلیل کار بر روی کاربرد درمانی آنتی‌بادی‌های ونوکلونال برنده جایزه نوبل شد. وی تا به امروز ۲۱ اثر در نشریه نیچرچاپ نموده است.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد اگر پژوهشگران سعی نمایند مقالات خود را در نشریات باکیفیت بالا به چاپ رسانند علاوه بر اینکه آثار آن‌ها استناد بالا دریافت می‌نماید، در رشته و تخصص خود مرجعیت علمی می‌یابند و موجب سرافرازی خود و کشور می‌شوند. این موضوع موجب می‌شود پژوهشگران و دانشجویان از این راه غرور ملی یابند و در اثر این غرور ملی به انگیزه‌های بزرگ علمی می‌رسند و بدون شک قدم برای کشف‌های بزرگ‌تر برمی‌دارند. شایسته است دانشمندان کشور با همبستگی نشریات شبیه نیچر را مدیریت نمایند تا آثار اصیل و تأثیرگذار علم در سطح ملی و جهانی منتشر نمایند. چاپ مقاله در این سطح بسیار مهم است و از آن مهم‌تر مدیریت و نشر نشریات معتبر علمی در سطح جهانی است. ایران با گذشته علمی درخشان خود که سهم بزرگی در پایه‌ریزی علوم امروز جهان

1 molecular mechanisms controlling the circadian rhythm
2 James P. Allison
3 Tasuku Honjo
4 Brian K. Kobilka
5 Robert J. Lefkowitz
6 Martin Karplus
7 Arieh Warshel
8 Michael Levitt
9 Stefan Hell
10 William Moerner
11 Eric Betzig
12 super-resolved fluorescence microscopy
13 Tomas Lindahl
14 Aziz Sancar
15 Paul L. Modrich
16 mechanistic studies of DNA repair
17 Ben Feringa
18 Fraser Stoddart
19 Jean-Pierre Sauvage
20 design and synthesis of molecular machines
21 cryo-electron microscopy
22 Joachim Frank
23 Jacques Dubochet
24 Richard Henderson
25 Frances H. Arnold
26 Gregory Winter

دارد شایسته است که مدیریت و سردبیری دهها نشریه طراز اول جهان را داشته باشد.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های دانشگاه تهران، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی بین‌المللی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، انجمن بیوشیمی فیزیک ایران تشکر و قدردانی می‌شود.

وبگاه‌های دیده‌شده در این مقاله:

1) https://www.nature.com/
2) https://en.wikipedia.org/wiki/Nature_(journal)
3) https://www.natureasia.com/
4) https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Nobel_laureates
5) https://www.nobelprize.org/
6) https://www2.scopus.com/home.uri

منابع و مؤاخذ

[1] Huxley, T. H. (1869). Nature: Aphorisms by Goethe. Nature, 1(1), 9–11.
[2] Nature News | Nature Research (1896).
[3] Thomson, J. J. (1897). XL. Cathode Rays. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 44(269), 293–316.
[4] Dart, R. A. (1925). Australopithecus africanus The Man-Ape of South Africa. Nature, 115(2884), 195–199.
[5] Cockcroft, J. D., & Walton, E. T. S. (1932). Experiments with High Velocity Positive Ions. II. The Disintegration of Elements by High Velocity Protons. Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 137(831), 229–242
[6] Watson, J. D., & Crick, F. H. C. (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. Nature, 171(4356), 737–738.
[7] (1960) Science and the Citizen. Scientific American 203, 74–84.
[8] Wilson, J. T. (1966). Did the Atlantic Close and then Re-Open? Nature, 211(5050), 676–681.
[9] Hewish, A., Bell, S. J., Pilkington, J. D. H., Scott, P. F., & Collins, R. A. (1968). Observation of Rapidly Pulsating Radio Source. Nature, 217(5130), 709–713.
[10] Köhler, G., & Milstein, C. (1975). Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. Nature, 256(5517), 495–497.
[11] Nicolaou, K. C., Yang, Z., Liu, J. J., Ueno, H., Nantermet, P. G., Guy, R. K., Claiborne, C. F., Renaud, J., Couladouros, E. A., Paulvannan, K., & Sorensen, E. J. (1994). Total synthesis of taxol. Nature, 367(6464), 630–634.
[12] Wilmut, I., Schnieke, A. E., McWhir, J., Kind, A. J., & Campbell, K. H. S. (1997). Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. Nature, 385(6619), 810–813.
[13] Groopman, J. E., & Gottlieb, M. S. (1983). Acquired immune deficiency syndrome: AIDS: the widening gyre. Nature, 303(5918), 575–576.
[14] Farman, J. C., Gardiner, B. G., & Shanklin, J. D. (1985). Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO x /NO x interaction. Nature, 315(6016), 207–210.
[15] Wolpoff, M. H., & Prayer, D. W. (1992). Neanderthal dates debated. Nature, 356(6366), 200–201.
[16] Mayor, M., & Queloz, D. (1995). A Jupiter-mass companion to a solar-type star. Nature, 378(6555), 355–359.
[17] Zhang, J., Harbottle, G., Wang, C., & Kong, Z. (1999). Oldest playable musical instruments found at Jiahu early Neolithic site in China. Nature, 401(6751), 366–368.
[18] Erdmann, M. V., Caldwell, R. L., & Moosa, M. K. (1998). Indonesian "king of the sea" discovered. Nature, 395(6700), 335–335.
[19] Iwata, N., Tsubuki, S., Takaki, Y., Watanabe, K., Sekiguchi, M., Hosoki, E., Kawashima-Morishima, M., Lee, H., Hama, E., Sekine-Aizawa, Y., & Saido, T. C. (2000). Identification of the major Aβ1–42-degrading catabolic pathway in brain parenchyma: Suppression leads to biochemical and pathological deposition. Nature Medicine, 6(2), 143–150.
[20] Roest Crollius, H., Jaillon, O., Bernot, A., Dasilva, C., Bouneau, L., Fischer, C., Fizames, C., Winker, P., Brottier, P., Quetier, F., Saurin, W., & Weissenbach, J. (2000). Estimate of human gene number provided by genome-wide analysis using Tetraodon nigroviridis DNA sequence. Nature Genetics, 25(2), 235–238.
[21] Taumai, the face of the deep. Nature, focus on human origins (2002)
[22] Fontenot, J. D., Gavin, M. A., & Rudensky, A. Y. (2003). Foxp3 programs the development and

function of CD4+CD25+ regulatory T cells. Nature Immunology, 4(4), 330–336.
[23] Cao, A., Veedu, V. P., Li, X., Yao, Z., Ghasemi-Nejhad, M. N., & Ajayan, P. M. (2005). Multifunctional brushes made from carbon nanotubes. Nature Materials, 4(7), 540–545.
[24] Novoselov, K. S., McCann, E., Morozov, S. V., Fal'ko, V. I., Katsnelson, M. I., Zeitler, U., Jiang, D., Schedin, F., & Geim, A. K. (2006). Unconventional quantum Hall effect and Berry's phase of 2π in bilayer graphene. Nature Physics, 2(3), 177–180.
[25] Daeschler, E. B., Shubin, N. H., & Jenkins, F. A. (2006). A Devonian tetrapod-like fish and the evolution of the tetrapod body plan. Nature, 440(7085), 757–763.[26] Shmuel, A., Augath, M., Oeltermann, A., & Logothetis, N. K. (2006). Negative functional MRI response correlates with decreases in neuronal activity in monkey visual area V1. Nature Neuroscience, 9(4), 569–577.
[27] Pramanik, S., Stefanita, C.-G., Patibandla, S., Bandyopadhyay, S., Garre, K., Harth, N., & Cahay, M. (2007). Observation of extremely long spin relaxation times in an organic nanowire spin valve. Nature Nanotechnology, 2(4), 216–219.
[28] Le Quéré, C., Raupach, M. R., Canadell, J. G., Marland, G., Le Quéré, C., Raupach, M. R., Woodward, F. I. et al (2009). Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. Nature Geoscience, 2(12), 831–836.
[29] Andresen, G.B. (2011). Confinement of anti-hydrogen for 1,000 seconds. Nature Physics, 7(7), 558–564.

آلودگی ناشی از آنتی‌بیوتیک‌ها بر محیط‌زیست

ثمین حقیقی پوده[1]، یحیی سفیدبخت*[1و2]، حسن کوچک زاده[1و2]

چکیده

مصرف سالانه آنتی‌بیوتیک توسط انسان و سایر موجودات (حدود ۱۰۶ تن در سال) در حال افزایش است؛ که این مسئله باعث اهمیت روزافزون آلودگی محیط‌زیست توسط آنتی‌بیوتیک‌ها شده است. آنتی‌بیوتیک‌های مصرف‌شده توسط انسان و سایر جانداران به‌صورت کامل در بدن آنها تجزیه نمی‌شود و از طریق فاضلاب یا ضایعات بیمارستانی به محیط‌زیست انتقال پیدا می‌کند. اخیراً توسط روش‌های حساس کروماتوگرافی مایع و همچنین طیف‌سنجی جرمی، میزان حضور آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک و آب اندازه‌گیری شده که نشان می‌دهد غلظت این ترکیبات در محیط‌زیست از چند نانوگرم تا صدها نانوگرم بر کیلوگرم یا لیتر متغیر است که در فصل زمستان با افزایش حجم مصرف آنتی‌بیوتیک، حجم آلودگی نیز افزایش می‌یابد. بر اساس مطالعات انجام‌شده، غلظت آنتی‌بیوتیک در منابع آبی کشورهای اروپایی ۱۰ میکروگرم در لیتر، قاره آمریکا تا ۱۵ میکروگرم در لیتر، کشورهای آفریقایی ۵۰ میکروگرم در لیتر و در کشورهای آسیایی بالغ‌بر ۴۵۰ میکروگرم در لیتر است.

حضور این آنتی‌بیوتیک‌ها در آب‌وخاک ممکن است به‌صورت مستقیم بر باکتری‌های دخیل در چرخه‌های اکوسیستم مانند چرخه تثبیت نیتروژن، متانوژنز، احیای سولفات، چرخه نیترات و غیره اثر بگذارد یا به‌صورت غیرمستقیم توسط پدیده انتقال افقی ژنتیکی، غلظت‌های پایین آنتی‌بیوتیک در محدوده میکروگرم بر لیتر منجر به ایجاد مقاومت، تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی یا بر روی فعالیت‌های مختلف فیزیولوژیکی در باکتری‌ها مؤثر باشد.

مطالعاتی که جهت حذف آنتی‌بیوتیک‌های وارد شده به محیط‌زیست انجام‌شده است، نشان می‌دهد که روش‌هایی مانند انعقاد، انجماد، رسوب‌گذاری و فیلتر شدن ناکام بوده‌اند. به‌تازگی مطالعاتی مبنی بر حذف آلودگی توسط روش‌های اکسایش پیشرفته صورت گرفته است که شاید کارآمد باشد ولی بااین‌حال نیاز به مطالعات پیشرفته‌تری می‌باشد.

واژگان کلیدی: آنتی‌بیوتیک، تصفیه فاضلاب، مقاومت به آنتی‌بیوتیک، محیط‌زیست

*عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن: ۲۹۹۰۵۰۲۱، پست الکترونیکی y_sefidbakht@sbu.ac.ir

[1] مرکز تحقیقات پروتئین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[2] آزمایشگاه نانو بیوتکنولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

مقدمه

آنتی‌بیوتیک‌ها از دسته داروهایی هستند که موجب مرگ و یا توقف رشد باکتری‌ها می‌شوند و در غلظت‌های مختلفی استفاده می‌شوند. انواع مختلفی از آنتی‌بیوتیک‌ها وجود دارند که بنا بر سازوکار عمل آنها و یا ساختار شیمیایی گروه‌بندی شده‌لند. آنتی‌بیوتیک‌ها برای چندین دهه در مقادیر بالا مورد استفاده قرار گرفته‌اند، درنتیجه مقاومت آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان یک مسئله‌ی مهم در حوزه‌ی تحقیقات بالینی و در سال‌های اخیر تحقیقات زیستی قرار گرفته است[۱].

سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۴ علاوه بر لزوم محدود کردن مصرف آنتی‌بیوتیک، از مقاومت دارویی نسبت به آنتی‌بیوتیک به‌عنوان یک تهدید بزرگ جهانی یاد کرد و در روز ۳۰ آوریل ۲۰۱۴ با انتشار گزارشی اعلام کرد که جهان وارد دوره «پسا آنتی‌بیوتیک» شده است، دوره‌ای که عفونت‌های ساده‌ای که برای سالیان طولانی قابل‌درمان بودەلند، اکنون کشنده شده‌اند. متأسفانه بازسازی جامعه به وضعیت قبل از آن تقریباً غیرممکن است[۲].

وجود ترکیبات دارویی، به‌خصوص آنتی‌بیوتیک‌ها، در اکوسیستم به مدت ۳۰ سال است که شناخته شده است. بااین‌حال اواسط دهه ۹۰ میلادی، زمانی که استفاده از این ترکیبات گسترده شد و هم‌زمان فناوری‌های تجزیه و تحلیل پیشرفته‌تر ابداع شدند، افزایش غلظت این ترکیبات در اکوسیستم تبدیل به یک معضل شد[۳].

اگرچه از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌طور اختصاصی برای درمان عفونت‌ها استفاده می‌شود، بااین‌حال آنتی‌بیوتیک‌ها در بدن موجودات زنده به‌صورت کامل تجزیه نشده و حدود ۱۰ الی ۹۰ درصد آن‌ها به‌صورت متصل به دیگر ترکیبات، متابولیت‌های وابسته یا ترکیب اصلی توسط ادرار و مدفوع به محیط دفع می‌شوند[۴]. بنابراین سیستم فاضلاب شهری یکی از حاملین اصلی آنتی‌بیوتیک برای محیط‌زیست می‌باشد که در این میان بیمارستان‌ها نقش عمده‌ای در تولید و گسترش این نوع آلودگی ایفا می‌کنند[۱, ۵]. کارایی روش‌های تصفیه فاضلاب معمولی برای حذف آنتی‌بیوتیک کم است، زیرا این سیستم‌ها برای از بین بردن آلودگی‌های معمول طراحی‌شده‌اند. با دفع آنتی‌بیوتیک‌ها به محیط، موجودات غیر هدف آنها مانند موجودات آبزی (پلانکتون‌ها، فیتوپلانگتون‌ها و غیره) و دیگر جانوران، گیاهان، باکتری‌های دخیل در چرخه‌های تثبیت مواد مغذی خاک، تخریب‌کننده آلاینده‌ها و سایر ارگان‌های خاکی تحت تأثیر آنتی‌بیوتیک‌ها قرار می‌گیرند[۱, ۶]. علاوه بر این، این ترکیبات باعث تشکیل مقاومت در باکتری‌ها می‌شوند که حتی ممکن است باعث ایجاد بیماری‌زایی‌های مقاوم در برابر چند آنتی‌بیوتیک با پتانسیل بالا برای آلوده کردن انسان و حیوانات شوند. از طرف دیگر این ترکیبات حتی در غلظت‌های بسیار پایین هم اثر سمی دارند، به‌طوری‌که حضور چندین آنتی‌بیوتیک در محیط می‌توانند باعث فعال شدن اثر هم‌افزا شود. مقالات اخیر اطلاعاتی راجع به میزان غلظت MIC (غلظتی از آنتی‌بیوتیک که تنها باعث مهار رشد باکتری‌ها شود) و همچنین غلظتی از آنتی‌بیوتیک که هیچ اثری بر مقاومت باکتری ندارد (PNECs)، گزارش داده‌لند. PNECs در حدود ۰/۰۰۸ تا ۶۴ میکروگرم بر لیتر متغیر است. آنتی‌بیوتیک تتراساکلین با کاربرد درمان عفونت‌های انسانی و حیوانات در غلظت‌های پایین در حد میکروگرم بر لیتر باعث انتقال افقی[۱] ژن‌های مقاوم به تتراسایکلین در باکتری E.coli می‌شود که به‌عنوان یکی از سه خطر بزرگ توسط سازمان بهداشت جهانی در نظر گرفته شده است[۷].

مسیر اصلی ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به محیط، از طریق استفاده از کود آلوده روی زمین‌های کشاورزی است. مقادیر بالایی از آنتی‌بیوتیک‌ها در کود حیوانی تا ۱۴۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و ۶۶ میلی‌گرم در لیتر در سراسر جهان یافت می‌شود که برای رده‌های مختلف آنتی‌بیوتیکی، شامل سولفونامیدها (SAs)، فلوروکینولون‌ها، تتراسیکلین‌ها می‌باشد[۵].

مصرف سالیانه آنتی‌بیوتیک‌ها از ۱۰۶ تا ۲×۱۰۶ تن تخمین زده می‌شود[۸]. در آمریکا غلظت آنتی‌بیوتیک‌ها در آب‌های تازه حدود ۲ میکروگرم بر لیتر می‌باشد (علیرغم آنتی‌بیوتیک سولفادیمتوکسین که در غلظت ۱۵ میکروگرم بر لیتر گزارش داده است). بیشترین میزان آلودگی آنتی‌بیوتیک‌ها در کشورهای آسیایی به‌خصوص کشورهای کم‌درآمد گزارش شده است که

[۱] انتقال افقی ژن (Horizontal gene transfer) به انتقال ماده ژنتیکی بین ارگانیسم‌ها بدون داشتن رابطه والد فرزندی و یا رابطه سلول مادری سلول دختری گفته می‌شود.

ممکن است به دلیل کمبود بهداشت و سیستم فاضلاب نامناسب باشد. غلظت ۴۸۴ میکروگرم بر لیتر اکسی‌تتراساکلین در رودخانه Xiao، غلظت ۱۹ میکروگرم بر لیتر سولفامتازین در ویتنام همچنین در قاره آفریقا غلظت ۵۳/۸ میکروگرم بر لیتر سولفامتوکسوزول و نالیدیکسیک‌اسید ۲۳ میکروگرم بر لیتر و سیپروفلاکسین ۱۴ میکروگرم بر لیتر گزارش شده‌اند. به‌صورت کلی میانگین غلظت آنتی‌بیوتیک‌ها در قاره‌های آسیا–اقیانوسیه و آفریقا به ترتیب ۱۷/۷ میکروگرم در لیتر و ۳/۱۱ میکروگرم در لیتر و در آمریکا و اروپا به میزان ۰/۹ میکروگرم در لیتر و ۰/۴ میکروگرم در لیتر گزارش شد. بیشتر این مطالعات در آمریکای شمالی، استرالیا و اروپا انجام گرفته است و در مورد کشورهای درحال‌توسعه اطلاعات بسیار کمی در دسترس است[۱].

از طرف دیگر، ایران به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین کشورهای مصرف‌کننده، با مصرف آنتی‌بیوتیک با بیش از دو برابر بعضی از کشورها مانند استرالیا می‌باشد. تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها در ایران شامل آموکسی‌سیلین (۵/۶۵ درصد)، مترونیدازول (۴/۷۱ درصد)، سفلیکسیم (۴/۶۵ درصد)، پنی‌سیلین (۱/۴ درصد)، آزیترومایسین (۳/۷۷ درصد)، نورفلوکساسین (۳.۰۷ درصد)، تتراسایکلین (۲.۸۰ درصد)، سفالکسین (۷۳.۲ درصد) و اریترومایسین (۱.۵ درصد) می‌باشد[۹]. ازاین‌رو، جمع‌آوری داده‌ها و جستجوی اطلاعات مربوط به توزیع و مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در نواحی مختلف الزامی است. مقادیر محدودی از آلودگی آنتی‌بیوتیک در منابع آبی تهران و کرج در ایران تابه‌حال، گزارش شده است و یک تیم تحقیقاتی دیگر بر روی آب‌های خلیج‌فارس نیز به‌تازگی تحقیقاتی انجام داده‌اند. با توجه به جمعیت حدود ۷۵ میلیون نفری کشور ایران و سکونت ۱۲ میلیون نفر از مردم در پایتخت باعث شده است تقاضا برای منابع آبی نسبت به گذشته افزایش یابد، مطالعات در این حوزه بسیار مهم می‌باشند. از طرفی با توجه به این‌که کشور ایران درگیر بحران خشک‌سالی می‌باشد تصفیه آب‌های فاضلابی و استفاده از آن‌ها، از گزینه‌های تأمین آب در آینده خواهد بود که این موضوع لزوم حذف آلودگی ناشی از آنتی‌بیوتیک‌ها را نشان می‌دهد [۹، ۱۰].

شناسایی آنتی‌بیوتیک‌ها بر اساس روش‌های کروماتوگرافی مایع و طیف‌سنجی جرمی است. از روش‌های کارآمد برای شناسی ترکیبات آنتی‌بیوتیک در آب می‌توان به UHPLC-QTOF M اشاره کرد[۱۱]. تیم‌های تحقیقاتی بسیاری برای حذف این نوع آلودگی از اکوسیستم تاکنون تشکیل شده‌اند که روش‌های پیشنهادی آنها در جدول زیر دسته‌بندی شده است:

جدول ۱: روش‌های پیشنهادی جهت حذف آلودگی‌ها

فرآیندهای طبیعی	
فرآیندهای اکسایشی	chlorination
	اکسایش پیشرفته
	photolysis
	Semiconductor photocatalysis
	Ozonation
	Fenton
	فرآیندهای الکتروشیمیایی
فرآیندهای جذبی	
فرآیندهای غشایی	Reverse osmosis
	Ion exchange
	Nano and ultra-filtration
فرآیندهای ترکیبی	

فرآیندهای رایج

فرآیندهای زیستی مانند فیلتر شدن انعقاد–انجماد و رسوب‌گذاری بیشترین کاربرد را در تصفیه دارند. با توجه به این‌که از لجن‌ها به‌صورت گسترده‌ای استفاده می‌شود، فرآیند لجن فعال[1] به‌عنوان یک فرآیند زیست هوازی برای تصفیه فاضلاب استفاده می‌شود. این فرآیند از حدود ۱۰۰ سال پیش به‌طور مؤثر و گسترده‌ای برای تصفیه انواع فاضلاب‌های شهری و صنعتی بکار گرفته شده است. با اثبات کارایی بسیار خوب این فرایند مطالعات و بررسی‌هایی برای بهبود هر چه بیشتر آن به انجام رسیده، به‌طوری‌که به‌تدریج انواع مختلفی از این فرایند طراحی‌شده و به مرحله‌ی اجرا درآمده است. در طی ۱۰ سال اخیر روش‌های رایج گذشته برای حذف آنتی‌بیوتیک‌ها تنها در صورت حضور مقادیر پایین موفق به حذف آلودگی ناشی از

[1] Activated Sludge

این ترکیبات شده‌اند[۱۲]. همکاران در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ با استفاده از فرآیندهای بی‌هوازی، حذف میکرولیدها و تتراساکلین را مورد بررسی قرار دادند که به ترتیب شاهد کاهش ۹۰ درصد و ۷۵ درصد آلودگی آنتی‌بیوتیک‌ها شدند[۱۳, ۱۴].

فرآیندهای اکسایشی:

گاز کلر

با توجه به‌صرفه‌ی اقتصادی گاز کلر یا هیپوکلریت در گندزدایی، این گاز در تأسیسات تصفیه آب آشامیدنی بسیار به کار می‌رود. در حال حاضر از این گاز پس از تصفیه اولیه به‌منظور حفظ سطح ضدعفونی شده در سیستم‌های توزیع استفاده می‌شود. برخی از مطالعات اکسایشی شیمیایی را با استفاده از گونه‌های کلر در تصفیه فاضلاب ارزیابی کرده‌اند و نشان داده شده است که استفاده از این روش برای حذف و یا بی‌اثر کردن داروهای موجود در پساب‌ها، موجب اکسایش آنها شده و تبدیل به ترکیبات زیست‌تخریب‌پذیر با سمیت کمتر می‌شوند[۳].

فرآیندهای اکسایش پیشرفته:

پایه و اساس این فرآیندها تولید رادیکال گروه هیدروکسیل و رادیکال‌های حد واسط می‌باشد که نسبت به گازهای دیگر (کلر، اوزون و غیره) واکنش‌پذیرتر بوده و قدرت انتخابی پایین‌تری دارند. این رادیکال‌ها از عوامل اکسیدکننده مانند اوزون یا پراکسید هیدروژن مشتق می‌شوند که اغلب در حضور کاتالیزورهای فلزی یا نیمه‌هادی و / یا اشعه ماوراءبنفش تولید می‌شوند. بر اساس این فرآیندها، انتظار می‌رود که ترکیبات آلی به ترکیبات حد واسطی که مقاومت کمتری دارند (سمیت کمتر و زیست‌تخریب‌پذیری بیشتر) یا حتی به کربن دی‌اکسید و آب تبدیل شوند .گاهی اوقات متابولیت‌های حاصل به پتانسیل بالاتری در خطرناک‌زایی نسبت به ترکیب اصلی دارند [۱۵] .

فرآیندهای بر مبنای اوزون:

اوزون یکی از اشکال آلوتروپی اکسیژن می‌باشد که گازی آبی‌رنگ با بوی تند و ناپایدار می‌باشد. این ترکیب یک اکسیدکننده قوی بوده و بسیار قوی‌تر از اسید هیپوکلروس (ماده مؤثر گندزدایی کلر در آب) می‌باشد. حلالیت اوزون در آب ۱۲ مرتبه کمتر از حلالیت کلر بوده و محلول آبی آن نیز ناپایدار می‌باشد. مطالعاتی برپایه حذف آنتی‌بیوتیک‌های موجود در آب توسط اوزون صورت گرفته است که اغلب آنها آنتی‌بیوتیک بتالاکتام را مورد بررسی قرار داده‌اند که بر اساس این فرآیند موجب تجزیه‌ی بتالاکتام می‌شود، همچنین این مطالعات نشان داده‌اند که با افزایش pH که در نتیجه آن تشکیل رادیکال‌های آزاد توسط ازون افزایش می‌یابد بر روی بالا رفتن بازده واکنش اثر مثبت می‌گذارد[۳]. مطالعات مشابهی بر روی گروه‌های دیگر آنتی‌بیوتیک‌ها از جمله لینکوسامیدها، کوئینولون‌ها، سولفونامیدها و تتراساکلین‌ها انجام‌شده است که نشان می‌دهد برای تمامی گروه‌ها حدود ۷۶٪ درصد تجزیه رخ داده است[۱۶]. به‌منظور بهبود عملکرد این آزمایش، می‌توان اوزون را با پراکسید هیدروژن یا سایر کاتالیزورها در حضور اشعه ماوراءبنفش ترکیب کرد[۱۷] . این روش بسیار وابسته به pHمی‌باشد، به همین علت با توجه به هزینه بالای تجهیزات و انرژی مورد نیاز برای عرضه‌ی فرآیند، این روش برای پاک‌سازی آب آلوده مناسب نیست[۳] .

فرایند فنتون:

روش فنتون از روش‌های اکسایشی سنتی می‌باشد که در طی آن تولید رادیکال‌های هیدروکسیل غیرانتخابی از طریق واکنش بین پراکسید هیدروژن و نمک‌های آهن دو ظرفیتی به‌عنوان کاتالیزور صورت می‌گیرد. انجام این واکنش، بستگی به غلظت رادیکال‌های هیدروکسیل تولید شده در واکنش دارد.

پراکسید هیدروژن، به علت وضعیت ناپایدار و قابلیت از دست دادن راحت اکسیژن اضافی اتمی، به‌عنوان یک ترکیب اکسیدکننده عالی شناخته شده است که برای اکسید کردن آمین‌ها، آلدهیدها و سیانیدها بدون استفاده از هیچ کاتالیستی، مورد استفاده قرار گرفته است. یون‌های آهن دو ظرفیتی عمده‌ترین کاتالیست استفاده شده برای اکسایش آلاینده‌های سخت تجزیه به همراه پراکسید هیدروژن می‌باشد؛ که این فرایند تحت عنوان فنتون شناخته می‌شود. فرایند فنتون یکی از قدیمی‌ترین و قوی‌ترین فرایندهای اکسایشی مورد استفاده می‌باشد. از ترکیب پراکسید هیدروژن با سولفات آهن یا نمک‌های دیگری از آهن دو ظرفیتی، در pH پایین (۲ تا ۴)،

تجزیه کاتالیتیکی پراکسید هیدروژن، توسط یون‌های آهن(II) ، به رادیکال‌های هیدروکسیل رخ می‌دهد[۱۸, ۱۹].

به علت فراوانی و عدم سمیت یون‌های آهن و کاربرد آسان و نبود آثار زیان‌بار پراکسید هیدروژن بر محیط‌زیست، فرایند فنتون روشی مقرون‌به‌صرفه و سازگار با محیط‌زیست می‌باشد. فرایند فنتون برای اکسید کردن بسیاری از آلاینده‌های آلی از قبیل رنگ، فاضلاب‌های پربار و دارویی، آب‌های زیرزمینی، تری هالومتان‌ها، آمین‌های آروماتیک، آلفاتیک‌های کلرینه، شیرابه زباله‌ها، حشره‌کش‌ها و مواد آلی مقاوم به تجزیه مورد استفاده قرار گرفته است. این روش معایبی هم دارد که می‌توان به منابع علمی رجوع کرد بااین‌حال اهمیت این روش به فراوانی و عدم سمیت آهن، کاربرد آسان هیدروژن پراکسید و ایمنی زیست‌محیطی آن می‌باشد[۲۰, ۲۱].

فرایند فتوفنتون:

افزودن پرتوهای UV به فرایند فنتون سبب افزایش احیای کاتالیست و نیز تولید رادیکال هیدروکسیل می‌گردد که درنهایت باعث افزایش بازدهی در اکسایشی می‌شود. در فرایند فتوفنتون رادیکال هیدروکسیل تولید می‌گردد. از مزایای روش فتوفنتون راندمان بالاتر نسبت به فرایند فنتون می‌باشد[۳].

تحقیقاتی که در زمینه‌ی حذف آنتی‌بیوتیک‌ها از آب صورت گرفته است که بر اساس آن رده‌های مختلفی از آنتی‌بیوتیک‌ها از جمله بتالاکتام‌ها، ایمیدوزال‌ها، کینولون‌ها، سولفانامیدها و تتراساکلین‌ها را در برمی‌گیرد. در تمام این مقالات به‌خوبی مشاهده می‌شود که حذف آنتی‌بیوتیک‌ها توسط فتوفنتون موفقیت‌آمیز بوده است و نسبت به روش فنتون، درصد بالاتری از آنتی‌بیوتیک تجزیه شده است[۳]. علاوه بر این فرآیند فنتون در مراحل اولیه موفق آمیز است اما این روند به‌مرور منجر به تولید ترکیبات سمی می‌شود[۲۲].

فرایندهای فتوکاتالیستی:

واژه‌ی فتوکاتالیست در اصل به معنی شتاب بخشیدن به یک واکنش فتونی توسط کاتالیست است. به‌طور دقیق‌تر، کاتالیست در شرایط تهییج شده یا عادی خود از طریق میانکنش با مواد واکنشگر یا محصولات اولیه، واکنش فتونی را تسریع خواهد کرد. کلتالیست‌ها انواع مختلفی دارند و بهترین راه برای تمیز کردن آب‌های آلوده استفاده از کاتالیستی است که برای تعداد زیادی از آلاینده‌ها کاربرد داشته باشد. نیمه‌هادی‌های مورد استفاده عنوان فتوکاتالیست باید دارای خصوصیاتی از قبیل شکاف انرژی مناسب، پایداری قابل‌قبول در مقابل نور، غیر سمی بودن، صرفه‌ی اقتصادی و غیره باشند[۳]. این روش نسبت به روش‌های دیگر در حذف آنتی‌بیوتیک‌ها نسبتاً بی‌فایده بوده و تنها آنتی‌بیوتیک‌های حساس به نور را می‌تواند تجزیه کند.

فوتوکاتالیست نیمه‌هادی

واکنش‌های فوتوکاتالیستی نیمه‌هادی به فرآیندهایی اطلاق شود که در آن دو فاز جامد کاتالیست (و سیال) شامل ماده آلاینده و محصولات وجود دارد. در طی این واکنش، فوتوکاتالیست با جذب نور موجب تولید رادیکال هیدروکسیل می‌شود. واژه‌ی فتوکاتالیست ترکیبی از دو واژه‌ی فتو و کاتالیست بوده و نقش نور و کاتالیست را به‌طور هم‌زمان در تسریع یک واکنش شیمیایی نشان می‌دهد. تفاوت کاتالیست و فتوکاتالیست در این است که در کاتالیست تشکیل یک حد واسط باعث پیشرفت واکنش می‌شود، ولی در فتوکاتالیست در اثر تابش نور یک جفت الکترون حفره ایجاد می‌شود که این امر سبب تسریع واکنش می‌گردد. یک فتوکاتالیست خوب باید از نظر نوری فعال باشد، قابل‌استفاده در ناحیه نور مریی و نزدیک به نور فرابنفش باشد، پایدار نوری باشد، غیرسمی باشد، به‌صرفه باشد و ازنظر زیستی و شیمیایی خنثی باشد. محققانی که اثر این نوع از تصفیه را بر رده‌های مختلف آنتی‌بیوتیک بررسی کرده‌اند، آن را روشی مناسب دانسته‌اند. بر اساس بهترین نتایج، حذف آنتی‌بیوتیک از پساب‌ها توسط فرآیند فتوکاتالیتی نیمه‌رسانا تا اندازه‌ی ۸۰ درصدی سولفانامیدها نشان داد. هرچند این فرآیند طی دهه‌های گذشته بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است اما به علت انرژی الکتریکی آن به نظر نمی‌رسد در مقیاس صنعتی کارآمد باشد[۳].

فرآیندهای الکتروشیمیایی:

فرآیندهای الکتروشیمیایی فرآیندهای جالبی برای حذف ترکیبات آلی سمی و همچنین مؤثر، کم‌هزینه، مقرون‌به‌صرفه و آسان هستند [۳].

فرآیندهای جذبی:

فرایندهای جذبی به‌طور گسترده‌ای در صنعت برای حذف آلاینده‌ها استفاده می‌شود. در این روش معمولاً مولکول‌های موجود در یک محلول مایع تمایل دارند به یک سطح جامد متصل شوند. از مزایای این روش عدم تولید متابولیت‌های حد واسط خطرناک است. هرچند این روش در حذف آلاینده‌ها ممکن است خیلی مؤثر نباشد و تنها منجر به تمرکز آن‌ها روی یک سطح بشود [۳, ۲۳].

فرآیندهای غشایی:

فرآیندهای غشایی به‌طور فزاینده‌ای جهت جداسازی استفاده می‌شود. بااین‌حال، این فناوری باعث حذف یا تخریب آلودگی نمی‌شود، بلکه تنها انتقال آن به یک فاز جدید (غشاء) را منجر می‌شود، در ناحیه‌ای که به شکل متمرکزتری وجود دارد.

فرآیندهای اسمز معکوس:

اسمز معکوس فرآیندی است که طی آن از فشار برای معکوس نمودن جریان اسمزی آب از درون یک غشای نیمه‌تراوا استفاده می‌شود. بر اساس مطالعاتی که برای حذف آنتی‌بیوتیک از پساب‌ها انجام‌شده است، نشان داده شد که این فرآیند توانایی حذف آنتی‌بیوتیک‌ها تا ۹۰ درصد را داشته است [۲۴].

فرآیند تعویض یونی:

فرایند تبادل یونی یکی از اشکال پدیده‌ی جذب سطحی است که در آن فاز سیال در تماس با فاز جامد جاذب قرار می‌گیرد. طی این تماس برخی از اجزای موجود در فاز سیال جذب فاز جامد شده و از سیال جدا می‌گردند.

با توجه به تحقیقاتی که انجام‌شده است، می‌توان نتیجه گرفت که این روش، روش مؤثری برای حذف آنتی_ بیوتیک‌ها نیست و فقط در مورد آنتی‌بیوتیک‌هایی که دارایی ساختار یونی در ساختار خود هستند، اثر خواهد داشت[۳].

فرآیند ترکیبی:

ازآنجایی‌که فرآیندهای تصفیه‌کننده باید در سطوح صنعتی اجرا شوند و صرفه اقتصادی داشته باشند لازم است این روش‌ها بهینه‌سازی شوند و ازاین‌رو فرآیندهای ترکیبی تعریف می‌شوند. بیشتر مطالعات انجام‌شده تاکنون بر اساس اکسیداسیون با اوزون و فنتون بوده است، بااین‌حال روش‌هایی چون نانوفیلتراسیون، اولترا فیلتر شدن و اسمز معکوس نیز مؤثر واقع شده‌اند[۳].

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه پساب وارد شده به محیط‌زیست حامل ترکیباتی است که ممکن است برای میکروارگانیسم‌ها و سایر موجودات مضر باشد و از سوی دیگر با توجه به جمعیت رو به افزایش کره‌ی زمین و کاهش منابع آب تازه به‌طور هم‌زمان، مصرف آب تصفیه‌شده یکی از گزینه‌های جبران‌کننده‌ی این کمبود می‌باشد که ملزم به عاری بودن آب از هرگونه آلودگی می‌باشد، در نتیجه نشان می‌دهد که اهمیت تصفیه‌ی پساب‌ها افزایش یافته است.

هیچ‌کدام از روش‌های ذکرشده به‌تنهایی قادر به حذف آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیبات حدواسط آنها نیستند، در نتیجه نیاز است که از چندین روش در این مسیر استفاده شود تا بیشترین بازده حاصل شود. به این منظور، می‌توان از فرآیندهای اکسایش پیشرفته به‌عنوان مرحله‌ی ابتدایی استفاده کرد تا آنتی‌بیوتیک به متابولیت‌های حدواسط تجزیه‌پذیر و با سمیت کمتر تبدیل شوند. در ادامه نیز از فرآیند اسمز معکوس می‌توان استفاده کرد که این روش با فیلترهای کربنی ترکیب شده است. همچنین استفاده از فرآیندهای جذبی در کنار فرآیندهای اکسایش پیشرفته نیز روش مناسبی برای حذف آنتی‌بیوتیک‌ها می‌باشد که در طی این فرآیندها آنتی‌بیوتیک‌ها توسط غشا یا جاذب‌ها از پساب حذف می‌شود و درنهایت برای حذف این ترکیبات استفاده از سایر روش‌ها نیز الزامی است.

منابع و مؤاخذ

[1]. Danner, M.C., Robertson, A., Behrends, V. and Reiss, J. (2019). Antibiotic pollution in surface fresh waters: Occurrence and effects. The Science of the Total Environment, Vol 664, pp. 793-804.

[2]. Ventola, C. Lee. "The antibiotic resistance crisis: part 1: causes and threats." Pharmacy and Therapeutics 40.4 (2015): 277.

[3]. Homem, Vera, and Lúcia Santos. (2011). Degradation and removal methods of antibiotics from aqueous matrices–a review. Journal of Environmental Management, Vol 92, no 10, pp. 2304-2347.

[4]. Zhang, Hanmin, Pengxiao Liu, Yujie Feng, and Fenglin Yang. (2013). Fate of antibiotics during

[15]. Miklos, D. B., Remy, C., Jekel, M., Linden, K. G., Drewes, J. E., & Hübner, U. (2018). Evaluation of advanced oxidation processes for water and wastewater treatment–a critical review. Water Research, Vol 139, pp. 118-131.
[16]. Lange, F., Cornelissen, S., Kubac, D., Sein, M.M., Von Sonntag, J., Hannich, C.B., Golloch, A., Heipieper, H.J., Möder, M. and Von Sonntag, C. (2006). Degradation of macrolide antibiotics by ozone: a mechanistic case study with clarithromycin. Chemosphere, Vol 65, no 1, pp. 17-23.
[17]. Hernandez, R., Zappi, M., Colucci, J. and Jones, R. (2002). Comparing the performance of various advanced oxidation processes for treatment of acetone contaminated water. Journal of Hazardous Materials, Vol 92, no 1, pp. 33-50.
[18]. Andreozzi, R., Caprio, V., Insola, A. and Marotta, R. (1999). Advanced oxidation processes (AOP) for water purification and recovery. Catalysis Today, Vol 53, no 1, pp. 51-59.
[19]. Arslan-Alaton, I., and F. Gurses. (2004). Photo-Fenton-like and photo-fenton-like oxidation of Procaine Penicillin G formulation effluent. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, Vol 165, no 1-3, pp. 165-175.
[20]. Jiang, Cheng-chun, and Jia-fa Zhang. (2007) Progress and prospect in electro-Fenton process for wastewater treatment. Journal of Zhejiang University-SCIENCE A, Vol 8, no 7, pp. 1118-1125.
[21]. Matavos-Aramyan, Sina, and Mohsen Moussavi. (2017). Advances in Fenton and Fenton based oxidation processes for industrial effluent contaminants control—a review. Int. J. Environ. Sci. Nat. Resour Vol 2, no 4, pp. 1-18.
[22]. Guinea, E., Brillas, E., Centellas, F., Cañizares, P., Rodrigo, M.A. and Sáez, C. (2009). Oxidation of enrofloxacin with conductive-diamond electrochemical oxidation, ozonation and Fenton oxidation. A comparison." Water Research, Vol 43, no 8, pp. 2131-2138.
[23]. Chen, Wan-Ru, and Ching-Hua Huang. (2010). Adsorption and transformation of tetracycline antibiotics with aluminum oxide. Chemosphere, Vol 79, no 8, pp. 779-785.
[24]. Gholami, M., Mirzaei, R., Kalantary, R.R., Sabzali, A. and Gatei, F. (2012). Performance evaluation of reverse osmosis technology for selected antibiotics removal from synthetic pharmaceutical wastewater. Iranian journal of Environmental Health Science & Engineering Vol 9, no 1, pp. 19.
wastewater treatment and antibiotic distribution in the effluent-receiving waters of the Yellow Sea, northern China. Marine Pollution Bulletin, Vol 73, no 1, pp. 282-290.
[5]. Ngigi, A. N., Yong Sik Ok, and S. Thiele-Bruhn. (2019). Biochar-mediated sorption of antibiotics in pig manure. Journal of Hazardous Materials, Vol 364, 663-670.
[6]. Thiele-Bruhn, Sören, and Iris-Constanze Beck. (2005). Effects of sulfonamide and tetracycline antibiotics on soil microbial activity and microbial biomass. Chemosphere, Vol 59, no 4, pp. 457-465.
[7]. Grenni, Paola, Valeria Ancona, and Anna Barra Caracciolo. (2018). Ecological effects of antibiotics on natural ecosystems: A review. Microchemical Journal, Vol 136, pp. 25-39.
[8]. Zuccato, E., Castiglioni, S., Bagnati, R., Melis, M. and Fanelli, R. (2010). Source, occurrence and fate of antibiotics in the Italian aquatic environment. Journal of Hazardous Materials, Vol 179, no 1-3, pp. 1042-1048.
[9]. Kafaei, R., Papari, F., Seyedabadi, M., Sahebi, S., Tahmasebi, R., Ahmadi, M., Sorial, G.A., Asgari, G. and Ramavandi, B. (2018). Occurrence, distribution, and potential sources of antibiotics pollution in the water-sediment of the northern coastline of the Persian Gulf, Iran. Science of the Total Environment, Vol 627, pp. 703-712.
[10]. Mirzaei, R., Yunesian, M., Nasseri, S., Gholami, M., Jalilzadeh, E., Shoeibi, S., & Mesdaghinia, A. (2018). Occurrence and fate of most prescribed antibiotics in different water environments of Tehran, Iran. Science of the Total Environment, Vol 619, pp. 446-459.
[11]. Dinh, Q.T., Alliot, F., Moreau-Guigon, E., Eurin, J., Chevreuil, M. and Labadie, P. (2011). Measurement of trace levels of antibiotics in river water using on-line enrichment and triple-quadrupole LC–MS/MS. Talanta, Vol 85, no 3, pp. 1238-1245.
[12]. Wilén, B. M., Liébana, R., Persson, F., Modin, O., & Hermansson, M. (2018). The mechanisms of granulation of activated sludge in wastewater treatment, its optimization, and impact on effluent quality. Applied Microbiology and Biotechnology, Vol 102, no. 12, pp. 5005-5020.
[13]. Chelliapan, S., Wilby, T., & Sallis, P. J. (2006). Performance of an up-flow anaerobic stage reactor (UASR) in the treatment of pharmaceutical wastewater containing macrolide antibiotics. Water Research, Vol 40, no 3, pp 507-516.
[14]. Arikan, Osman A. (2008). Degradation and metabolization of chlortetracycline during the anaerobic digestion of manure from medicated calves. Journal of Hazardous Materials, Vol 158, no 2-3, pp. 485-490.

نگاهی به مواد بیگانه‌زیست

فتانه فاطمی[1*]

چکیده

موجودات زنده دائماً در معرض ترکیبات و مواد شیمیایی متعدد از جمله بیگانه‌زیست‌ها هستند. بیگانه‌زیست یا زنوبیوتیک‌ها ترکیباتی هستند که به‌صورت شیمیایی سنتز شده‌اند و در طبیعت وجود ندارند بنابراین برای بیوسفر بیگانه هستند و بسته به سرنوشتشان در آب، هوا، خاک و رسوبات در قسمت‌های مختلف طبیعت در دسترس میکروارگانیسم‌ها قرار می‌گیرند. ویژگی‌های ساختاری غیرطبیعی ترکیبات بیگانه‌زیست عمدتاً ناشی از پیوندهای شیمیایی غیرفیزیولوژیکی است که مانع از تجزیه کامل آنها توسط میکروارگانیسم‌ها می‌شوند. بیگانه‌زیست‌ها شامل آنتی‌اکسیدان‌ها، داروها، افزودنی‌های غذایی، هیدروکربن‌ها و آفت‌کش‌ها می‌باشند. ما روزانه در معرض بیش از ۲۵۰۰۰۰ ترکیب بیگانه‌زیست مختلف هستیم که بی‌خطر فرض می‌شوند و یا به‌تنهایی بی‌خطر بودن آنها شناخته شده است. طبق پژوهش‌های اخیر، تعاملات ترکیبی فراوانی بین بیگانه‌زیست‌ها در سطوح مختلفی مانند دستگاه غدد درون‌ریز، میکروبیوم روده در بدن انسان و در محیط‌زیست وجود دارد. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که تعاملات بین ترکیبات بیگانه‌زیست‌ها و عملکرد ترکیبی آنها اثرات غیرمنتظره روی سلامت انسان و محیط‌زیست پیرامون ما دارد. این مقاله با ارائه طبقه‌بندی کاملی از بیگانه‌زیست‌ها به بررسی اثرات نامطلوب عملکرد ترکیبی آنها بر سلامت انسان و محیط‌زیست می‌پردازد. روش‌های متفاوتی برای حذف بیگانه‌زیست‌ها به کار گرفته شدند که غالباً منجر به تولید عناصری می‌شوند که خود برای محیط‌زیست مضرند. با توجه به‌وفور و ماندگاری این ترکیبات در محیط‌زیست، این مقاله راهکارهای نوینی در جهت حذف بیگانه‌زیست‌ها ارائه می‌دهد.

واژگان کلیدی: بیگانه‌زیست‌ها، تعاملات ترکیبی بیگانه‌زیست‌ها، سلامت انسان، محیط‌زیست، حذف بیگانه‌زیست‌ها

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن ۲۹۹۰۵۰۱۴، فکس:۲۲۴۳۴۵۰۰، آدرس الکترونیکی F_fatemi@sbu.ac.ir

[1] مرکز تحقیقات پروتئین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

بیگانه‌زیست‌ها (زنوبیوتیک‌ها)

موجودات زنده دائماً در معرض ترکیبات شیمیایی خارجی متعدد به نام بیگانه‌زیست‌ها یا زنوبیوتیک‌ها[1] هستند. این تماس، چه فعالانه و چه منفعلانه، می‌تواند از طریق مصرف مواد غذایی و دارو، یا حین استفاده از محصولات خانگی، صنعتی یا کشاورزی اتفاق بیفتد. واژه زنوبیوتیک از ترکیب دو ریشه مجزا شکل گرفته است: «زنو» و «بیوتیک». کلمه زنو مشتق از یونانی و به معنی عجیب، غیرطبیعی یا متفاوت است و کلمه‌ی بیوتیک مفهوم زندگی را می‌رساند؛ بنابراین زنوبیوتیک به ترکیب ارگانیکی که از ترکیبات بیوشیمیایی طبیعی مورد نیاز موجودات زنده تقلید می‌کند، ولی غیرطبیعی است اشاره دارد[۱]. ترکیبات بیگانه‌زیست پایداری دمایی بالایی دارند و به همین دلیل در محیط‌زیست دوام می‌آورند و معمولاً برای موجودات زنده سمی هستند. مهم‌ترین بیگانه‌زیست‌ها شامل آفت‌کش‌ها، سوخت‌ها، حلال‌ها، آلکان‌ها، هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای[2] (PAHs)، آنتی‌بیوتیک‌ها، رنگ‌های مصنوعی ازتی، آلاینده‌ها (دیوکسین‌ها[3] و بیفنیل‌های پلی‌کلر شده[4])، پل‌آروماتیک‌ها و ترکیبات آروماتیک کلر و نیتروژن هستند.

اثر بیگانه‌زیست‌ها بر محیط‌زیست

آلودگی محیط‌زیست با بیگانه‌زیست‌ها پدیده‌ای در مقیاس جهانی و نتیجه‌ی فعالیت‌های انسانی ناشی از افزایش شهرنشینی و جمعیت است. از محصولات دارویی گرفته تا کشاورزی، منابع متعددی از بیگانه‌زیست‌ها وجود دارند. یکی از موارد شایع استفاده از بیگانه‌زیست‌ها تولید و مصرف پلاستیک است که در دهه‌های اخیر به‌صورت قابل‌توجهی شدت گرفته است. اگرچه پلاستیک راه‌حلی به‌ظاهر بی‌نقص برای مشکلات فناورانه در بسیاری از حوزه‌ها همچون صنعت یا پزشکی است و زندگی را به‌شدت راحت کرده است، بعد از سال‌ها نشان داده شده که پلاستیک تهدیدی جدی برای سلامتی و محیط‌زیست است. ذرات مواد پلاستیکی و موادی که از آنها منتشر می‌شوند وارد محیط اطراف شده و آب، خاک و هوا را آلوده می‌کنند. به خاطر تجزیه‌پذیری کم آنها در محیط‌زیست به آنها آلاینده‌های ارگانیک پایدار[5] هم گفته می‌شود. آلودگی محیط با میکروپلاستیک‌ها و اجزای مواد پلاستیکی نتیجه‌ی استفاده، تغییر، انبارش و اشتعال نادرست آنهاست. وسایل روزمره (مثلاً وسایل آشپزخانه، الکترونیک و پوشاک)، بسته‌بندی‌ها (بطری، ظروف نگهداری غذا و بسته‌های غذا و محصولات صنعتی)، مواد صنعتی (لاستیک، رزین‌ها، روان کننده‌ها و ابزار) و لوازم دفتری (مثلاً رسیدهای کاغذی حرارتی) همگی دارای این مواد پلاستیکی هستند[۲]. هر سال گزارش‌های بیشتری نشان می‌دهند که بسیاری از ترکیبات مضر این محصولات وارد محیط‌زیست می‌شوند. در بین آنها خطرناک‌ترینشان اکریلونیتریل‌ها[6](این مواد تحت عنوان الیاف آکریلیک به شکل گسترده در نساجی خصوصاً در لباس‌های دارای بافت مانند جوراب و ژاکت استفاده می‌شود)، بیفنیل‌های پلی‌کلر شده[7] (در دوره‌ای به فراوانی به‌عنوان دی‌الکتریک و سیال سردکننده در ابزارهای الکتریکی، دستگاه‌های کپی بدون کربن و سیال‌های انتقال حرارت کاربرد داشت)، دیوکسین‌ها (آلاینده‌های ارگانیک مقاوم که در طی فرآیند احتراق تولید می‌شوند)، فتالات‌ها[8] (در پلاستیک‌ها و مواد آرایشی یافت می‌شوند) و بیسفنول‌آ[9] (در ساخت بطری‌های پلاستیکی پلی‌کربنات که برای نگهداری نوشیدنی‌ها و شیر کودکان مورد استفاده قرار می‌گیرد) هستند. برخی از این ترکیبات در ارگانیسم‌های زنده جمع می‌شوند و در نتیجه در زنجیره‌ی غذایی باقی می‌مانند. آلاینده‌های ارگانیک پایدار به هضم متابولیک بسیار مقاومند و در بافت‌های چربی‌دار جمع می‌شوند. قرار گرفتن مستمر در معرض پلاستیک‌ها و فراوانی آنها باعث آزاد شدن این آلاینده‌های مضر باعث آثار متعدّد کوتاه و بلند مدّت بر محیط‌زیست طبیعی و سلامت انسان می‌شود [۲].

اثر بیگانه‌زیست‌ها بر سلامت انسان

مهم‌ترین مشکل ترکیبات بیگانه‌زیست خطر مسمومیت آنها است که سلامت عمومی را تهدید می‌کند. اینکه برخی از

[1] Xenobiotic
[2] Polycyclic hydrocarbons (PAHs)
[3] Dioxins
[4] Polychlorinated biphenyls
[5] Persistent Organic Pollutants
[6] Acrylonitrile
[7] Polychlorinated biphenyls
[8] Phthalates
[9] Bisphenol A

ترکیبات بیگانه‌زیست عملکرد غدد درون‌ریز را مختل می‌کنند بسیار نگران‌کننده است. این مولکول‌ها که با عنوان مختل‌کننده‌های دستگاه غدد درون‌ریز شناخته می‌شوند می‌توانند کارکرد عادی دستگاه هورمونی را تغییر داده و به‌این‌ترتیب آثار مخربی بر سلامت انسان به‌جای گذارند. بیشتر مختل‌کننده‌های دستگاه غدد درون‌ریز ترکیبات مصنوعی همچون بیسفنول[1] و فتالات، پارابن‌ها[2] (عامل ضد باکتری که به‌عنوان نگه‌دارنده در مواد آرایشی استفاده می‌شود)، دیوکسین‌ها، آلکیل فنول‌ها[3] (که در مواد شوینده و رزین‌ها یافت می‌شوند)، ترکیبات ارگانیک قلع (زیست‌کش‌هایی که عمدتاً در رنگ‌های مورد استفاده در صنایع دریایی استفاده می‌شوند)، بعضی از آفت‌کش‌ها یا داروهایی همچون دی اتیل استیل بسترول[4] هستند. درعین‌حال مختل‌کننده‌های دستگاه غدد درون‌ریز دیگری هم هستند که در طبیعت، مثلاً در برخی از گیاهان و قارچ‌ها (برای مثال فیکو و میکو استروژن‌ها[5]) یافت می‌شوند. این مولکول‌ها به‌صورت مختل‌کننده‌های هورمونی عمل می‌کنند و به گمان قوی منشأ اختلالات رشد، تولیدمثل یا متابولیسم (چاقی، دیابت) و حتی سرطان هستند. ورای آثار هر یک از آنها به‌تنهایی، این باور وجود داشت که فعالیت زیستی این ترکیبات در حالت مخلوط با ترکیبات دیگر می‌توانست بسیار متفاوت از آنچه در آزمایش مولکول‌های تنها مشاهده شده بود، باشد[۳].

اثر کوکتل

بیشتر مطالعاتی که با هدف ارزیابی سمیت ترکیبات بیگانه‌زیست انجام‌شده‌اند روی ترکیبات جداگانه بوده‌اند. درحالی‌که در زندگی روزمره، ما در معرض مخلوط‌هایی از مولکول‌های مختلف قرار داریم که می‌توانند به‌صورت مجموع، آنتاگونیست، همیار و یا هم‌افزا اثر گذارند. به زبان دیگر یک ماده‌ی خارجی که به‌تنهایی بدون اثر هورمونی است یا اثر آن ناچیز است تحت اثر کوکتل[6] آثارش در حضور یک یا چند ماده‌ی دیگر، دچار تغییر شده و تقویت خواهد شد[۳,۴]. به عبارت دیگر تحت اثر کوکتل مخلوط دوتایی و یا چندتایی از ترکیبات بیگانه‌زیست قادر است پاسخ زیستی قابل‌توجهی در مقایسه با هر یک از اجزای مخلوط و یا یک ترکیب بیگانه‌زیست که در مقادیر مشابه به‌تنهایی بی‌اثرند، ایجاد کند و باعث کاهش و یا افزایش چندین برابر یک پاسخ زیستی شوند.

اتصالات خطرناک گیرنده‌های هسته‌ای هورمون‌ها و بیگانه‌زیست‌ها

یکی از اهداف اصلی ترکیبات بیگانه‌زیست در بدن گیرنده‌های هسته‌ای هورمون‌ها[7] هستند. این پروتئین‌ها که در بدن انسان ۴۸ عددند خانواده‌ی مهمی از عوامل رونویسی وابسته به لیگاند را تشکیل می‌دهند که علاوه بر رشد، در تمام جنبه‌های متابولیک و فیزیولوژیک هم نقش مهمی ایفا می‌کنند.
مختل‌کننده‌های دستگاه غدد درون‌ریز با تقلید عملکرد هورمون‌ها، فرآیند پیام‌رسانی سیگنالینگ[8] این گیرنده‌ها را تغییر می‌دهند و به‌این‌ترتیب می‌توانند باعث اختلالات جدی متابولیک و فیزیولوژیک شوند. به این فرایند تقلید مولکولی[9] گفته می‌شود و بعضی از ترکیبات بیگانه‌زیست قادرند از طریق مکانیسم‌هایی که به‌تازگی در حال شناسایی هستند، به‌جای لیگاندهای طبیعی به گیرنده‌های هسته‌ای هورمون‌ها متصل شوند[۴]. در مطالعه‌ای که اخیراً انجام‌شده است به‌صورت تجربی پدیده‌ی «اثر کوکتل» تأیید و با پیشنهاد یک مکانیسم مولکولی علاوه بر شناسایی بخشی از آثار مختل‌کننده‌های دستگاه غدد درون‌ریز در مقدار کم بر روی گیرنده‌های هسته‌ای، بعضی تعاملات دارویی را هم توضیح داده شده است.

چگونه سمیت ترکیبات بیگانه‌زیست در کنار هم می‌تواند بیشتر شود؟

در پژوهش ذکرشده با غربالگری متقابل ۴۰ ماده‌ی مختلف از جمله داروها، آفت‌کش‌ها، محصولات شیمیایی صنعتی و غیره و مجموعاً ۷۸۰ ترکیب دو تایی برای آزمودن فعالیت رونویسی بعضی از گیرنده‌های هسته‌ای، آشکار شد که زوج اتینیل

[1] Bisphenol
[2] Parabens
[3] Alkylphenols
[4] Diethylstilbestrol
[5] Phyto and mycoestrogens
[6] Cocktail effect
[7] Nuclear hormone receptors
[8] Signalization
[9] Molecular mimics

استرادیول (EE_2)[1] / ترانس-کلردان (TNC)[2] در کنار هم فعالیتی به‌مراتب بیشتر از فعالیت جداگانه این مواد دارد. ترکیب اول، EE_2، پرکاربردترین استروژن مصنوعی جهان و یکی از دو جزء فعال قرص‌های پیشگیری از بارداری ترکیبی است. ترکیب دوم، TNC، یکی از ترکیبات فعال کلردان، یک آفت‌کش ارگانیک کلردار پایدار و یکی از ۱۲ آلوده‌کننده‌ی اصلی محیط‌زیست در مقیاس جهانی است. نتایج این آزمایشات حاکی از آن است که مخلوط دوتایی این ترکیبات قادر است پاسخ زیستی قابل‌توجهی در مقایسه با هر یک از اجزای مخلوط که در مقادیر مشابه به‌تنهایی بی‌اثرند ایجاد کند و دو مولکول باهم در تحریک فعالیت گیرنده‌های هسته‌ای هورمون‌ها به‌صورت هم‌افزا عمل می‌کنند؛ بنابراین نتایج این مطالعه برهمکنش همیار و تعاونی بیگانه‌زیست‌ها در اتصال به گیرنده‌های هسته‌ای را آشکار می‌کند که به هر یک از ترکیبات اجازه می‌دهد ظرفیت اتصال ترکیب دوم را افزایش دهد و در مجموع جذب هر لیگاند سوپرامولکولی را برای گیرنده هسته‌ای ۵۰ تا ۱۰۰ برابر در مقایسه با هر یک از ترکیبات به‌تنهایی افزایش دهد[۴]. به‌این‌ترتیب اگرچه TNC و EE_2 به‌تنهایی تقریباً منفعل‌اند، به همراه هم می‌توانند هم‌زمان به گیرنده‌های هسته‌ای معین خود متصل شوند و به‌صورت هم‌افزا آن را فعال کنند که این مسئله می‌تولند آثار فیزیوپاتولوژیک مهمی همچون افزایش مقاومت شیمیایی (دارویی) یا تقویت میزان تهاجم برخی سرطان‌ها را به دنبال داشته باشد[۳,۵].

همچنین مطالعات انجام‌شده امکان یک سازوکار تعاملی با داروها را هم به‌روشنی اثبات می‌کنند. بسیاری از داروها همچون ریفامپیسین[3] (آنتی‌بیوتیک)، هیپرفورین[4] (داروی ضدافسردگی)، کاربامازپین[5] (داروی ضد تشنج)، یا اتینیل استرادیول[6]، استرادیول و میفپریستون[7] (داروهای استرویدی)، فعال‌کننده‌های ضعیف گیرنده‌های هسته‌ای هستند. فعال‌سازی هم‌افزای گیرنده‌های هسته‌ای توسط ترکیبی از چند دارو که می‌تواند نتایجی همچون فعال شدن ژن‌های درگیر در سم‌زدایی ارگانیسم (متابولیسم، هم یوغی[8]، افلاکس[9]) را به دنبال داشته باشد، ممکن است اثر درمان را کاهش داده و یا کاملاً بی‌اثر کند، یا اینکه هم ایستایی[10] (هومئوستازی) هورمون‌های درون‌زا را کاملاً مختل کند [۵].

اهمیت میکروبیوم روده بر سلامت انسان

دستگاه گوارش انسان محل زندگی یک جمعیت میکروبی به هم فشرده به نام میکروبیوم (ریزاندامگان همزیست) است که از ویروس‌ها و اعضای سه حوزه‌ی حیات یعنی باکتری‌ها، باستانیان یا آرکیا[11] و هوهسته‌ای (یوکاریوت‌ها) تشکیل شده است. جمعیت میکروبی روده به‌طور عمده فقط از اعضای دو شاخه یعنی باکتروئیدها[12] و سفت‌پوستان[13] (فیرمیکوت‌ها) شاخه‌ای از باکتری‌های گرم مثبت تشکیل شده است که ۸۰ الی ۹۰ درصد میکروارگانیسم‌های موجود در این ناحیه را تشکیل می‌دهند. میکروبیوم روده کارکردهای مهمی را بر عهده دارد که برای میزبان مفیدند و می‌توان آنها را عمدتاً تحت عنوان تخریب متابولیک منابع کربن غیرقابل‌هضم و تولید متابولیت‌های مختلف همچون ویتامین‌ها و اسیدهای چرب با زنجیره‌ی کوتاه، جلوگیری از چسبندگی پاتوژن‌ها به دیواره‌ی روده برای محافظت و حفظ یکپارچگی و کارکرد بافت پوششی روده با تغذیه‌ی آن طبقه‌بندی کرد [۶]. علاوه بر موارد ذکر شده میکروبیوم روده اغلب در معرض اختلالات زیستی و غیرزیستی همچون قرار گرفتن در معرض ترکیبات بیگانه‌زیست، عموماً عملکرد درمانی دارد. زیرا اعضای میکروبیوم روده در فراهمی زیستی، سمیت‌زدایی و فعالیت بیش از ۹۰ درصد از ترکیبات دارویی دخیلند. تشخیص پاسخ میکروبیوم روده به قرار گرفتن کوتاه‌مدت در معرض ترکیبات، چه آنتی‌بیوتیک‌ها یا غیره، برای طراحی پروسه درمانی مناسبی که تغییرات میکروبیوم روده را هم در نظر بگیرد، ضروری است.

---

[1] Ethinylestradiol (EE2)
[2] Trans-nonachlor (TNC)
[3] Rifampicin
[4] Hyperforin
[5] Carbamazepine
[6] Ethylene estradiol
[7] Mifepristone
[8] Conjugation
[9] Efflux
[10] Homeostasis
[11] Archaea
[12] Bacteroidetes
[13] Firmicutes

آثار نامطلوب تعامل بیگانه‌زیست‌ها و میکروبیوم فعال روده

اخیراً در یک تحقیق با استفاده از مطالعات ترکیبی متاژنومیکس [1] و متاترانسکریپتومیکس [2] اثر ترکیبات بیگانه‌زیست‌ها (۸ آنتی‌بیوتیک و ۶ داروی مسکن، قلبی، ضد انگل، ضدالتهاب یا ضد حساسیت) بر فیزیولوژی و تنوع میکروبیوم روده و همچنین اثر آنها بر مسیرهای متابولیک اصلی میکروبیوم روده‌ی انسان بررسی شد. نتایج این مطالعات نشان می‌دهند که آنتی‌بیوتیک‌ها ساختار میکروبیوم روده را تغییر داده و ۹۰ درصد جمعیت میکروبی که در جهت منفی تغییر یافتند از زیرشاخه باکتری‌های سفت‌پوستان بودند. به‌علاوه آنتی‌بیوتیک‌ها باعث بیان ژن‌های متعددی که در انتقال فسفات، مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها، القای پروپروس‌ها و بیوسنتز ویتامین‌ها و آر.ان.ای حامل [3] دخیلند، شدند[۷]. سایر ترکیبات غیر از آنتی‌بیوتیک‌ها تغییر چندانی در فیزیولوژی و تنوع میکروبیوم روده ایجاد نکردند. داده‌های متاترانسکریپتومیکس تغییرات مهمی در بیان ژن‌های دخیل در متابولیسم و تخریب ترکیبات بیگانه‌زیست را به‌وضوح اثبات کردند. به‌این‌ترتیب بدون تغییر ساختار یا فیزیولوژی میکروبیوم، بیش از ۳۰۰ خانواده‌ی ژن که سطح بیانشان به‌شدت تغییر یافته بود شناسایی شدند. این تغییرات بیان ژنی نشان می‌دهند که تعاملات بسیاری بین ترکیبات بیگانه‌زیست غیر باکتری‌کش یا مهارگر باکتری و میکروبیوم روده وجود دارند که تاکنون ناشناخته مانده بودند. قابلیت میکروبیوم روده در متابولیزه کردن ترکیبات شیمیایی محیطی با دخالت آنزیم‌هایی همچون بتاگلوکورونیدازها [4]، آزوردوکتازها [5] و نیتروردوکتازها [6] که توزیع گسترده‌ای دارند و قادرند طیفی از عوامل همچون نیتروتولوئن‌ها، آفت‌کش‌ها، بیفنیل‌های پلی کلر شده، رنگ‌های ازتی و فلزات را به‌صورت شیمیایی تغییر دهند، محقق می‌شود. طبق مطالعات اخیر، بسیاری از بیگانه‌زیست‌ها قادرند ترکیب یا کارکرد میکروبیوم روده را هم تغییر دهند. قرار گرفتن مداوم در معرض مقادیر کم حشره‌کش کلرپیریفوس [7]، ترکیب میکروبیوم روده را تغییر داده و باعث کاهش میزان باکتری‌هایی که مفید قلمداد می‌شوند، شد. همچنین گلیفوسات [8] که معمول‌ترین علف‌کش است عملکرد آنزیم‌های میکروبی را کاهش می‌دهد. در پژوهشی دیگر نشان داده شده است که آلودگی هوا ناشی از ترافیک و بعضی از فلزات سنگین مثل جیوه و آرسنیک می‌توانند منجر به کاهش نسبی میزان خانواده‌ی باکترویپدسیی‌ها [9] و افزایش نسبی میزان کوریوباکتریاسیی [10] شوند و در نهایت تغییر ترکیب میکروبیوم روده شوند. قرار گرفتن در معرض ترکیبات شیمیایی مختل‌کننده‌ی هورمونی همچون بیسفنول‌آ و اتینیل استرادیول [11] از طریق رژیم غذایی از پیش از تشکیل نطفه تا زمان از شیر گرفتن نوزاد باعث ایجاد تغییرات وابسته به جنس در میکروبیوم روده می‌شود. از مجموعه‌ی این نتایج استنباط می‌شود که تعاملات بین میکروارگانیسم‌های تشکیل‌دهنده میکروبیوم روده و ترکیبات بیگانه‌زیست منجر به تغییر در سطح فعالیت، منابع در دسترس ونیش اکولوژیک میکروبیوم روده شده و پیچیدگی تعاملات بین ترکیبات بیگانه‌زیست و میکروبیوم روده را آشکار می‌سازد [۵،۷].

حذف بیگانه‌زیست‌ها

متأسفانه در جوامع مدرن بیگانه‌زیست‌ها به‌صورت گسترده استفاده می‌شوند. صنایع بسیاری با هدف بهبود زندگی بشر، ترکیبات شیمیایی مختلفی ساخته‌اند، اما بیشتر این ترکیبات برای موجودات زنده و محیط‌زیست سمی هستند. طبق گزارشات اخیر در اتحادیه‌ی اروپا ۳.۵ میلیون مکان آلوده وجود دارد که هزینه‌ی سرانه‌ی پاک‌سازی خاک آنها سالانه بالغبر ۱۰ یورو است. در کانادا، هزینه‌ی ترمیم و بازیابی مکان‌های آلوده در سال ۲۰۱۵ در حدود چند صد میلیون دلار کانادا بوده است. برای بسیاری از کشورهای آفریقایی، آسیایی و آمریکای لاتین، داده‌های مربوط به هزینه‌های ترمیم آلودگی محیط‌زیست در دست نیست. درعین‌حال کشورهای درحال‌توسعه در این قاره‌ها احتمالاً در معرض بیشترین آسیب محیط‌زیستی ناشی از آلودگی

[1] Metagenomics
[2] Metatranscriptomics
[3] Transfer RNA
[4] β-glucuronidase
[5] Azoreductase
[6] Nitroreductase
[7] Chlorpyrifos
[8] Glyphosate
[9] Bacteroidaceae
[10] Coriobacteriaceae
[11] Ethinyl estradiol

بیگانه‌زیست‌ها بوده‌اند. مکان‌های آلوده درصورتی‌که به حال خود رها شوند خطری برای سلامت انسان و محیط به شمار می‌روند. نیاز ضروری امروز تجزیه‌ی این ترکیبات بیگانه‌زیست به روش‌های سازگار با محیط‌زیست است. روش‌های مختلفی مثل «فیزیکی - شیمیایی» و روش‌های بیولوژیکی برای حذف بیگانه‌زیست‌ها به‌کار گرفته شدند. روش‌های «فیزیکی-شیمیایی» هزینه بالایی دارند و اغلب محصولات نامطلوبی تولید می‌کنند که سمی هستند و به مراحل تسویه بیشتری نیاز دارند. این نوع روش‌ها غالباً منجر به تولید عناصر تجزیه‌شده‌ای می‌شوند که نمی‌توان به‌آسانی آنها را به عناصر ساده‌تر تبدیل کرد و خود برای محیط‌زیست مضرند. برای غلبه بر این مشکلات، روش‌های سازگار با محیط‌زیست بسیاری گزارش شده‌اند. ترمیم زیستی که در آن از میکروارگانیسم‌های طبیعی استفاده می‌شود، راه‌حلی پایدارتر و ملایم‌تر نسبت به گزینه‌های فیزیکی- شیمیایی است. میکروارگانیسم‌ها راهبردهای بی‌شماری را برای پاک‌سازی و سم‌زدایی محیط‌زیست خود و تبدیل آلاینده‌های محیطی مضر به محصولات بی‌خطر در اختیار دارند. در این میان تجزیه‌ی میکروبی بیگانه‌زیست‌ها یکی از راه‌های مهم از بین بردن ترکیبات مضر برای محیط‌زیست است[۸,۹]. از جمله کاربردهای تجزیه‌ی میکروبی می‌توان به سم‌زدایی از آب آلوده، پساب، رسوب و خاک، تولید انرژی تجدیدپذیر از زیست‌توده اشاره کرد. به‌عنوان‌مثال در شمال عمان، افزایش باکتری‌های نمک دوست[1] در مقیاس وسیع در یک منبع آب که شدیداً با نفت خام آلوده شده بود با موفقیت اجرا شده است. در این محل آلوده تجزیه میکروبی در طول یک سال نسبت هیدروکربن را از ۱۰ تا ۴۰ درصد وزنی به زیر ۱ درصد کاهش داد. علاوه بر ترمیم میکروبی، همچنین روش‌های متنوع دیگری مانند ترمیم نوری و ترمیم گیاهی و روش‌های زیرمجموعه‌ی آنها برای تخریب بیگانه‌زیست‌ها گزارش شده‌اند[۹]. یکی از روش‌های نوین تخریب نوری و تجزیه‌ی مولکولی بیگانه‌زیست‌ها با استفاده از نور خورشید می‌باشد[۱۰]. یکی از راه‌حل‌های مشکلات زیست‌محیطی ناشی از استفاده از پلاستیک، به‌ویژه با توسعه‌ی پلیمرهای تجزیه‌پذیر با نور و در طبیعت با طول عمر کنترل شده، از این طریق به دست آمده است. راهبردهای جدید بسیاری برای استفاده از این روش در محدوده‌ی وسیعی از تجزیه‌ی بیگانه‌زیست‌ها پیشنهاد شده‌اند. رنگ سرخ کنگو[2] که در صنایع سلولوزی (نخ، پارچه، خمیر چوب و کاغذ) استفاده می‌شود مدت‌ها است که به خاطر خاصیت تغییر رنگ و سمیت آن کنار گذاشته شده است. پیشرفت‌های اخیر در تجزیه‌ی این رنگ قرمز کنگو شامل تجزیه‌ی نوری کاتالیستی با استفاده از پرتو فرابنفش نور خورشید است. امروزه برای ارزیابی تجزیه‌ی زیستی از فیلم‌های تجزیه‌پذیر با نور استفاده می‌شود که از میکروارگانیسم‌هایی همچون مخمرها برای تجزیه‌ی پلاستیک‌های طبیعی و مصنوعی استفاده می‌کنند. میکروارگانیسم‌های و مخمرهای هتروتروف[3] از پلیمرها به‌ویژه محصولات پلاستیکی به‌عنوان بستر استفاده می‌کنند و با تبدیل آنها به فرم‌های مونومری ساده‌تر آنها را تجزیه می‌کنند[۱۰].

نتیجه‌گیری

با توجه به فراگیر بودن ترکیبات بیگانه‌زیست در جامعه‌ی جهانی ما، حضور این ترکیبات در زندگی انسان اجتناب ناپذیرند. در محیط پیرامون ما بیش از ۲۵۰۰۰۰ ترکیب بیگانه‌زیست وجود دارد که به‌تنهایی بی‌خطر بودن آنها شناخته شده است یا بی‌خطر فرض می‌شوند، اما با توجه به شواهد ذکرشده تعاملات ترکیبی بین بیگانه‌زیست‌ها در سطوح مختلفی در محیط‌زیست و بدن انسان وجود دارد و این تعاملات می‌تواند اثرات غیرمنتظره‌ای بر سلامت انسان و محیط‌زیست داشته باشد. این نتایج تنها نقطه آغازی بر ضرورت انجام تحقیقات بیشتر بر روش‌های ارزیابی تعاملات خطرات ترکیبات بیگانه‌زیست می‌باشد و درعین‌حال توسعه‌ی تحقیقاتی نوین در زمینه طراحی و رهیافت ترکیبات بیگانه‌زیست ایمن‌تر و یا کاهش این ترکیبات را ضروری می‌داند.

به نظر می‌رسد که فناوری‌های آب، انرژی و غذا[4]، سیستم‌های حیاتی برای بقای انسان، مسئول بخش مهمی از انتشار بیگانه‌زیست‌ها هستند. همچنین محدودیت‌های فناوری امروز

[1] Halophiles
[2] Congo red
[3] Heterotrophic microorganisms
[4] Water, energy and food (WEF) technologies

افزایش بیگانه‌زیست‌ها در غذا و آب را به دنبال خواهند داشت. کاهش بیگانه‌دوست‌ها از طریق تغییرات بنیادین در دو بخش فناوری‌های آب و غذا با استفاده از فناوری‌های مناسب قابل‌دسترسی‌ترند. ولی این مسئله در بخش انرژی بسیار جدی‌تر است. به دلیل آنکه فناوری‌های موجود آب، انرژی و غذا و آسیب‌های بیولوژیک آنها باهم تعامل نزدیکی دارند، حل مشکل و یا کاهش یک گروه خاص از بیگانه‌زیست‌ها ممکن است تنها یک راه‌حل ناقص باشد. فناوری‌هایی که بیگانه‌زیست تولید نمی‌کنند در کنار هم می‌توانند فوایدی برای سلامت انسان و در کنار آنها برای آب‌وهوا و تنوع زیستی داشته باشند. استفاده از فناوری‌های پایدار تنها در صورت تمرکز بر کیفیت به‌جای کمیت منجر به کاهش بیگانه‌زیست‌ها خواهد شد. به‌عنوان نمونه برای کاهش بیگانه‌زیست‌ها در حوزه صنایع غذایی باید از ماکرومغذّی‌ها (کربوهیدرات‌های غلات، چربی حیوانی و گوشت) به سمت میوه‌ها و سبزیجات مملو از میکرومغذّی‌ها، مواد مغذّی دارای خواص دارویی، پربیوتیک‌ها[1] و اگر قوانین ایمنی را بتوان اصلاح کرد به سمت پروبیوتیک‌ها توسعه پیدا کند.

در حوزه فناوری‌های آب، استفاده مجدد از پساب در محل تولید آن می‌تواند انتشار بیگانه‌زیست‌ها از طریق نشتی‌های شبکه‌ی لوله‌کشی را کاهش دهد و امکان بازیابی مواد مختلف به‌خصوص نیتروژن و فسفر از پساب برای استفاده در کشاورزی را فراهم کند. در حوزه انرژی با جایگزین کردن سوخت‌های فسیلی و آفت‌کش‌ها با منابع انرژی تجدید پذیر و عناصر خاکی کمیاب می‌توان تولید بیگانه‌زیست‌ها را به طرز قابل‌توجهی کاهش داد. یکی دیگر از راهکارهای کاهش بیگانه‌زیست‌ها، تأسیس پارک‌های صنعتی زیست‌محیطی[2] می‌باشد. از مزایای پارک‌های صنعتی زیست‌محیطی این است که برای صنایع ایجاد انگیزه می‌کند تا با مدیریت بهتر فناوری‌های آب و انرژی، پسماندهای خطرناک و مواد خام، صرفه‌جویی در مصرف انرژی بازدهی زیست‌محیطی خود را ارتقاء دهند. پارک‌های صنعتی زیست‌محیطی با استفاده از فناوری‌های گیاهی از تخریب بیشتر محیط‌زیست جلوگیری می‌کنند و آسیب وارد شده توسط صنعت را ترمیم می‌کنند. طبق گزارشات سازمان توسعه صنعتی ملل متحد[3] تأسیس پارک‌های صنعتی زیست‌محیطی رو به افزایش است. امروزه در سراسر جهان حدود ۲۵۰ پارک صنعتی زیست‌محیطی وجود دارد، درحالی‌که در سال ۲۰۰۰، کمتر از ۵۰ مورد وجود داشته است.

استفاده از فناوری‌های موجود برای حل کاهش بیگانه‌زیست‌های آب، انرژی و غذا بسته به اینکه در سطح وسیع یا نوظهور به کار گرفته شوند متعلق به نسل‌های متوالی هستند. بر مبنای مسئولیت هر نسل در قبال نسل‌های بعدی، تکامل فناوری باید منجر به مهار بیگانه‌زیست‌ها شود؛ زیرا تکامل ژنتیکی ما نمی‌تواند با سرعت کافی با تکامل بیگانه‌زیست‌ها سازگار شود. در این مورد ما با میکروارگانیسم‌هایی که تکامل یافته‌اند تا خود را به‌سرعت با تغییر بیگانه‌زیست‌ها وفق دهند متفاوتیم. در سطحی دیگر، سیاست‌های کنونی در حمایت از فناوری‌های آلاینده‌ی آب، انرژی و غذا باید با سرمایه‌گذاری در بازارهای جدید برای جلوگیری از تولید بیگانه‌زیست‌ها و پاک‌سازی آنها جایگزین شوند تا منجر به کاهش بروز خطرات بیگانه‌زیست‌ها در نسل ما و نسل‌های بعدی شود.

منابع و مؤاخذ

[1]. M. Islas-Espinoza, A. de las Heras. (2015). WEF nexus: From cancer effects of xenobiotics to integrated sustainable technologies, Sustainable Production and Consumption, 2: 128-135.
[2]. M.Z. Hashmi, V. Kumar, A. Varma. (2017). Xenobiotics in the Soil Environment. Springer, pp.55-71.
[3]. U.M.Z. Pavel Anzenbacher. (2012). Metabolism of Drugs and Other Xenobiotics. Wiley‐VCH Verlag GmbH, pp. 637-670.
[4]. E. Thouennon, V. Delfosse, R. Bailly, P. Blanc, A. Boulahtouf, M. Grimaldi, A. Barducci, W. Bourguet, P. Balaguer. (2019). Insights into the activation mechanism of human estrogen-related receptor gamma by environmental endocrine disruptors. Cellular Molecular Life Science, p.1-13.
[5]. B.K. Park, A. Boobis, S. Clarke, C.E.P. Goldring, D. Jones, J.G. Kenna, C. Lambert, H.G. Laverty, D.J. Naisbitt, S. Nelson, D.A. Nicoll-Griffith, R.S. Obach, P. Routledge, D.A. Smith, D.J. Tweedie, N. Vermeulen, D.P. Williams, I.D. Wilson, T.A. Baillie. (2011). Managing the

[1] Prebiotics
[2] Eco-Industrial Parks (EIP)
[3] United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)

[8]. S. Atashgahi, I. Sanchez-Andrea, H.J. Heipieper, J.R. van der Meer, A.J.M. Stams, H. Smidt. (2018). Prospects for harnessing biocide resistance for bioremediation and detoxification. Science, 360: 743-746.
[9]. Y.C. Chang. (2019). Microbial Biodegradation of Xenobiotic Compounds, CRC PRESS.
[10] A. Bharadwaj. (2018). Bioremediation of Xenobiotics: An Eco-friendly Cleanup Approach. Springer Nature.
challenge of chemically reactive metabolites in drug development. Nature Reviews Drug Discovery 10: 292-306.
[6]. G. Vrancken, A.C. Gregory, G.R.B. Huys, K. Faust, J. Raes. (2019). Synthetic ecology of the human gut microbiota. Nature Reviw Microbioly.[7]. P. Spanogiannopoulos, E.N. Bess, R.N. Carmody, P.J. Turnbaugh. (2016). The microbial pharmacists within us: a metagenomic view of xenobiotic metabolism. Nature Reviews Microbiology 14: 273-287.

بیست موردی که کاش وقتی دکتری را شروع کردم، می‌دانستم

منا شهلائی[1]، مریم سعیدی‌فر[1،*]، علی‌اکبر صبوری[2]

چکیده

در حال حاضر نگرانی‌های بسیاری در مورد تأثیر شرایط محیط دانشگاهی بر سلامت روان دانشجویان دکتری مطرح است. در همین راستا، نکات پیشنهادی مؤثر در موفقیت تحصیلی دانشجویان دکتری در طول دوره تحصیل که در مجله نیچر[1] چاپ شده است ما را بر آن داشت که این مقاله به زبان فارسی ترجمه شود و لازم دیدیم بخش‌هایی در خصوص سبک زندگی دانشجویان دکتری به این مقاله بیافزاییم. نتایج حاصل از مطالعات نشان داد که دانشجویان دکتری در طول دوره تحصیل خود دچار خستگی عاطفی می‌شوند که این مشکل می‌تواند اثر نامطلوبی بر سبک زندگی، عملکرد و موفقیت‌های تحصیلی آن‌ها داشته باشد و حتی در مواردی منجر به افسردگی شود. به‌علاوه، خستگی عاطفی می‌تواند موجب انصراف از تحصیل دانشجویان شود. بنابراین، ایجاد تعادل بین زندگی و کار تحقیقاتی می‌تواند آثار ناشی از استرس را کم کند و نقش مهمی بر سلامت روان و موفقیت‌های تحصیلی دانشجویان داشته باشد. بر اساس گزارشات به عمل آمده، حمایت سرپرست و برگزاری جلسات مشاوره‌ای از طرف سازمان یا مرکز آموزشی مربوطه می‌تواند بار روانی ناشی از خستگی عاطفی را در دانشجویان دوره دکتری به طرز قابل‌ملاحظه‌ای کاهش دهد. از طرفی، خواب کافی و خوب به جهت سم‌زدایی بدن، تغذیه مناسب به جهت ایجاد سلامت و ورزش برای آمادگی جسمانی بدن از عوامل مؤثر در موفقیت تحصیلی و افزایش کیفیت سبک زندگی است. به همین علت، در انتها توصیه‌هایی به‌منظور کاهش خستگی عاطفی دانشجویان دکتری در طول دوره تحصیلی آنها ارائه شده است تا معضلات موجود در طول دوره تحصیلی خود را با موفقیت پشت سر بگذارند.

واژگان کلیدی: دانشجویان دکتری، سبک زندگی، موفقیت تحصیلی، آرامش، استرس

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن: ۰۲۶۳۶۲۸۰۴۳۸، پست الکترونیکی saeidifar@merc.ac.ir

[1] گروه پژوهشی مواد زیستی، پژوهشکده فناوری نانو و مواد پیشرفته، پژوهشگاه مواد و انرژی، کرج، ایران

[2] مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران، تهران، ایران

تحقیقات اخیر حاکی از آن است که بسیاری از دانشجویان دکتری در طول تحصیل خود از اضطراب، استرس و افسردگی رنج می‌برند [۱]. مطالبات کاری بیش از انرژی شخص، محدودیت زمانی و در مجموع استرس انباشته‌شده از زندگی فردی یا کاری و یا ترکیبی از هر دوی آنها می‌تواند منجر به خستگی عاطفی[1] و در نهایت افسردگی در دانشجویان شود [۲و۳]. خستگی عاطفی دانشجویان دکتری موضوع نگران‌کننده‌ای است زیرا تحقیقات نشان می‌دهد نیمی از دانشجویان دکتری هیچ‌گاه قادر به دریافت مدرک خود نمی‌شوند [۴]. تحقیقات انجام‌شده توسط مارش[2] وهمکاران در سال ۲۰۰۲ نشان داد جنسیت، رابطه معناداری با خستگی عاطفی دارد و در این بین دختران دانشجو بیش از پسران به آن دچار می‌شوند [۵]. بر اساس مطالعه موردی گزارش شده در نشریه نیچر بر روی ۳۵۶ نفر از دانشجویان پزشکی دانشگاه‌های سنت‌اندرس[3] و منچستر[4]، حدوداً ۵۵٪ دانشجویان دچار خستگی عاطفی بودند [۶]. مطالعاتی که در سال ۲۰۱۷ بر روی دانشجویان دکتری در فلاندرز[5] صورت گرفت، نشان داد ۳۲٪ دانشجویان دکتری در معرض خطر ابتلا به اختلالات روانی به‌ویژه افسردگی هستند [۳]. با توجه به گزارشی که از سوی مجله نیچربیوتک[6]، در سال ۲۰۱۸ منتشر شد، دانشجویان تحصیلات تکمیلی شش برابر دیگر افراد، افسرده و عصبی هستند. این گزارش بر اساس پاسخ ۲۲۷۹ دانشجو از ۲۶ ملیت مختلف جمع‌آوری‌شده که بر اساس آن ۴۰٪ پاسخ‌دهندگان نمره اضطرابی در محدود متوسط تا شدید و تقریباً ۴۰٪ از افراد دارای علائم افسردگی متوسط تا شدید بودند [۷]. در بررسی‌هایی که در سال ۲۰۱۶ بر روی ۱۸۶ دانشجوی دکتری از ۹ کشور انجام گرفت، فاکتورهای مؤثر بر خستگی عاطفی مورد مطالعه قرار گرفته و نشان داد که در آن نقش حمایتی سرپرست، سازمان و همچنین برگزاری جلسات مشاوره‌ای از اهمیت بالایی برخوردار است [۸].

داشتن آرامش در زندگی که بخشی از آن از خواب کافی در شب تأمین می‌شود، می‌تواند بر روی حافظه کوتاه‌مدت و درک و فهم بهتر مطالب علمی اثر مثبتی داشته باشد [۹]. افزایش میزان هورمون ملاتونین که هورمون خواب نامیده می‌شود، به کاهش فعالیت و افزایش خواب‌آلودگی کمک می‌کند. در حین خواب، مکانیسم‌های بازسازی و ترمیم در بدن فعال‌تر شده و نیز سم‌زدایی بدن انجام می‌شود. همچنین، از آنجا که ملاتونین آنتی‌اکسیدان قوی است می‌تواند رادیکال‌های آزاد غیرمتعادل که عامل ایجاد استرس است را جمع‌آوری و جسم و روح دانشجو را برای کار علمی مؤثر در صبح آماده کند. از دیدگاه علمی، آنتروپی فرد در ابتدای صبح پائین بوده و به همین دلیل دریافت‌های بزرگ علمی معمولاً در این زمان اتفاق می‌افتد [۱۰و۱۱]. در نتیجه، ایجاد تعادل و اصلاح شیوه زندگی نقش تأثیرگذاری بر سلامت روان و موفقیت‌های شغلی دانشجویان دارد.

به‌منظور تکمیل نتایج حاصل از بررسی‌های به عمل آمده، فهرست پیشنهادی منتشر شده از سوی مجله نیچر که به دانشجویان کمک می‌کند تا چالش‌های موجود در طول دوره تحصیلی خود را با موفقیت پشت سر بگذارند، آورده شده است [۱۲]. نویسنده بیان می‌کند که «شروع دوره دکتری می‌تواند سخت باشد. با نگاهی به گذشته، چیزهای زیادی هست که آرزو می‌کنم ای کاش در ابتدای دوره دکتری می‌دانستم. در اینجا پیشنهادهای دانشجویان دکترای حال حاضر و محققان دوره پسادکتری از دانشکده جانورشناسی در مؤسسه من، دانشگاه آکسفورد انگلستان، برای کمک به دانشجویان جدید تحصیلات تکمیلی را فهرست کرده‌ام».

۱) تعادل بین کار و زندگی سالم را با یافتن یک برنامه که برای شما جواب می‌دهد، حفظ کنید. بهتر است تعادل خوبی ایجاد و طبق برنامه خود به‌طور پیوسته کار کنید تا اینکه از شدت

[1] Emotional Exhaustion
[2] Marsh
[3] St Andrews
[4] Manchester
[5] Flanders
[6] Nature Biotech

کار و خستگی ناشی از آن، قادر به ادامه نباشید. مراقبت از خود، کلید موفقیت است.

۲) خواسته‌های خود را با سرپرستتان مطرح کنید. هرکس متفاوت کار می‌کند. مطمئن شوید که نیازهای خود را می‌شناسید و آنها را به سرپرست خود منتقل کنید، در این صورت شما می‌توانید به‌صورت مؤثر باهم کار کنید.

۳) بر روی تحقیق‌های مروری وقت بگذارید. این بررسی‌ها قبل و بعد از جمع‌آوری داده‌ها به شما کمک می‌کند تا اهداف تحقیق و نتایج خود را توسعه دهید.

۴) در ابتدا در مورد اهدافتان تصمیم بگیرید. نگاهی به دستورالعمل‌های مؤسسه خود بیندازید و سپس اهداف دوره دکتری و سؤالاتتان را بر اساس نیازمندی‌های رساله خود به‌وضوح مشخص کنید. اهداف می‌توانند بعداً تغییر کنند، اما یک طرح واضح به شما کمک خواهد کرد تا تمرکز را حفظ کنید.

۵) «لازم نیست که یادداشت‌برداری کنم، من می‌توانم همه آنها را به یاد بیاورم». این بزرگترین دروغی است که می‌توانید به خودتان بگویید! هر کاری که انجام می‌دهید یادداشت کنید، حتی اگر به کار نیاید. این دربردارنده تمام یادداشت جلسه‌ها، جزئیات روش، کدگذاری و غیره می‌شود.

۶) کار و فضای کاری خود را سازماندهی کنید. به‌طور ویژه، اطمینان حاصل کنید که از برچسب‌های معنی‌دار استفاده می‌کنید و می‌دانید که وسایل چگونه و کجا هستند. سازماندهی به هنگام، بعداً موجب صرفه‌جویی در زمان خواهد شد.

۷) هیچوقت برای نگارش رساله‌تان زود نیست. بنویسید و پیشرفت کارهایتان را به سرپرست خود نشان دهید، حتی اگر درنهایت از نوشته‌های ابتدایی خود استفاده نکنید. این راهی خوب برای تمرین و سازماندهی کردن ایده‌ها در ذهن شماست.

۸) رساله خود را به بخش‌هایی با اهداف هوشمند (خاص، قابل اندازه‌گیری، قابل دستیابی، مرتبط و زمانبندی‌شده) تقسیم‌بندی کنید. اگر فهرست کارهای شما «پیش‌نویس پاراگراف اول نتایج» به‌جای «نوشتن فصل ۱" باشد، پربارتر خواهد بود. بسیاری از کارهای کوچک باعث ایجاد یک رساله کامل می‌شود.

۹) بهترین رساله، رساله خاتمه‌یافته است. اهمیتی ندارد چقدر زمان برای بهتر کردن اولین پیش‌نویس خود صرف می‌کنید، کار شما پر از اصلاحات خواهد بود و شما پیش‌نویس‌های بسیاری قبل از نسخه نهایی ایجاد خواهید کرد. پیش‌نویس خود را هرچه زودتر به سرپرستتان بفرستید.

۱۰) با سرپرست خود روراست باشید. اگر چیزی را متوجه نمی‌شوید یا آزمایشی را خراب کردید یا آنها فراموش کردند به شما بازخورد بدهند، با آنها در میان بگذارید. هرچه صادق‌تر باشید، روابط شما بهتر خواهد شد. کمک به سرپرستتان برای کمک به شما کلیدی است.

۱۱) از کارتان نسخه کپی تهیه کنید! با انجام دادن هفته‌ای این کار از گریه‌های بسیاری جلوگیری خواهید کرد.

۱۲) با گروه تحقیقاتی خود و دیگر دانشجوها ارتباط برقرار کنید. این یک راه بسیار مناسب برای بحث کردن در مورد تجربه دکتری، پیشنهاد و کمک گرفتن، ارتقاء تحقیقاتتان و پیدا کردن دوست می‌باشد.

۱۳) در سمینارهای دانشکده و جلسات گروه آزمایشگاهی خود شرکت کنید، حتی اگر عنوان آن در حیطه تخصص شما نیست. چیزی که شما یاد می‌گیرید ممکن است جهت حرکت شما را تغییر دهد. حضور منظم شما نیز در جلسات در نظر گرفته می‌شود.

۱۴) کارتان را ارائه کنید. این می‌تواند در جلسه گروه آزمایشگاهی، کنفرانس و غیره باشد. ارائه کردن ممکن است ترسناک باشد ولی با تمرین آسان‌تر خواهد شد و این یک روش فوق‌العاده برای برقراری ارتباط و گرفتن بازخورد همزمان است.

۱۵) هدف، انتشار تحقیقتان باشد. ممکن است نتیجه ندهد ولی تهیه پیش‌نویس مقاله و ارائه آن به نشریات، یک راه عالی برای یادگیری مهارت‌های جدید و ارتقای رزومه است.

۱۶) زندگی خارج از کار داشته باشید. اگرچه گروه تحقیقاتی شما مانند خانواده شماست ولی برای سلامتی ذهنی شما خوب است که بتوانید از کار فرار کنید. این می‌تواند به وسیله ورزش، رفتن به باشگاه، انجام سرگرمی‌های مورد علاقه، تعطیلات یا گذراندن زمان با دوستانتان باشد.

۱۷) خودتان را با دیگران مقایسه نکنید. دکترای شما فرصتی است برای هدایت کردن تحقیق بدیعی که به اطلاعات جدیدی منجر شود. فی‌نفسه برنامه‌ریزی دکتری متفاوت است. شما

تنها نیاز به انجام کارهایی دارید که برای شما و پروژه‌تان مؤثر است.

۱۸) طبیعت تحقیق به این شکل است که مطابق برنامه‌ریزی پیش نمی‌رود. این به این معنی نیست که شما دانشجوی بدی هستید. آرام باشید، کمی استراحت کنید و سپس به کار خود ادامه دهید. آزمایش‌هایی که به نتیجه نمی‌رسند، همچنان می‌توانند به‌عنوان بخشی از دکترای موفق، نگاشته شوند.

۱۹) هرگز با خود کلنجار نروید. با دیگر دانشجوها صحبت کنید و با سرپرست خود گفتگوی صادقانه‌ای داشته باشید. کمک خواستن عار نیست. شما تنها نیستید.

۲۰) از دکترای خود لذت ببرید! دکتری می‌تواند سخت باشد و روزهایی هست که آرزو می‌کنید ای کاش یک شغل معمولی داشتید؛ اما دکتری پر از تجربه‌های شگفت‌انگیز است و به شما فرصتی می‌دهد تا روی موضوعاتی که برای شما جذاب است کار کنید. موفقیت‌هایتان را جشن بگیرید و لذت ببرید [۱۲].

در نهایت، به دانشجویان دکتری توصیه می‌شود به زبان آوردن نام خدا در آغاز هر کاری باعث آرامش خاطر می‌شود. هیچ آغازی بدون نام خدا و توکل به الطاف او توصیه نمی‌شود. در همه کارها انتظار نتایج مثبت و مطلوب داشته باشید و اگر غیر از این شد، زاویه نگاه خود را باید عوض کرد. مثبت اندیشی، خود موجب نتیجه مطلوب می‌شود. شکست‌ها همیشه پل‌هایی برای ساختن آینده‌ای برتر محسوب می‌شوند و لذا شکست معنی ندارد و لازمه پیروزی بعدی و نتایج مطلوب و ارزشمند هستند. از ادیسون پرسیدند «تو در ساختن لامپ هزاران بار شکست خوردی. خسته نشدی؟» گفت: «من هرگز شکست نخوردم، بلکه ابتدا هزاران طریق نساختن لامپ را کشف کردم.» انسان باید بتواند از آجرهایی که به سمتش پرت می‌شود، برای خود سنگر و خانه امن بسازد. خواب، تغذیه سالم، ورزش و طبیعت‌گردی را در کنار کار تحقیقاتی مداوم در برنامه‌ریزی خود مدنظر داشته باشند تا به اهداف و رضایت خود و همچنین خدمت مؤثر به کشور عزیزمان در آینده دست یابند.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر علی‌اکبر موسوی موحدی، استاد ممتاز دانشگاه تهران، به خاطر مساعدت ایشان در تکمیل مطالب سپاسگزاری می‌شود.

منابع و مؤاخذ

[1]. Saavedra Morales, P. J., Ntontis, E., Kyprianides, S. A. A. (2019). PhD supervisors and faculty members might help to avoid burnout as well as enhance engagement and organisational citizenship behaviour (OCB) among PhD students. Research Policy, 46.4: 868-879.

[2]. Wittmer, J. L., & Martin, J. E. (2010). Emotional exhaustion among employees without social or client contact: The key role of nonstandard work schedules. Journal of Business and Psychology, 25(4), 607-623.

[3]. Levecque, K., Anseel, F., De Beuckelaer, A., Van der Heyden, J., & Gisle, L. (2017). Work organization and mental health problems in PhD students. Research Policy, 46(4), 868-879.

[4]. Litalien, D., & Guay, F. (2015). Dropout intentions in PhD studies: A comprehensive model based on interpersonal relationships and motivational resources. Contemporary Educational Psychology, 41, 218-231.

[5]. Marsh, H. W., Rowe, K. J., & Martin, A. (2002). PhD students' evaluations of research supervision: issues, complexities, and challenges in a nationwide Australian experiment in benchmarking universities. The Journal of Higher Education, 73(3), 313-348.

[6]. Cecil, J., McHale, C., Hart, J., & Laidlaw, A. (2014). Behaviour and burnout in medical students. Medical education online, 19.1: 25209.

[7]. Smith, R. L. (2008). An investigation of the genetics of type I psoriasis. The University of Manchester (United Kingdom). Nature Biotech, 46(3):180-186.

[8]. Hunter, K. H., & Devine, K. (2016). Doctoral students’ emotional exhaustion and intentions to leave academia. International Journal of Doctoral Studies, 11(2), 35-61.

[۹]. مرجان سلیمان پور، رضا یوسفی، علی‌اکبر موسوی موحدی (۱۳۹۶)، "ملاتونین: آنتی‌اکسیدان محصول خواب با کیفیت" نشریه نشاء علم، مجلد ۷، شماره ۲، صفحات ۱۱۵-۱۰۷.

[۱۰]. میترا پیرحقی، محمد فرهادی، علی‌اکبر موسوی موحدی (۱۳۹۵)، "سبک زندگی و پزشکی خواب" نشریه نشاء علم، مجلد ۶، شماره ۲، صفحات ۱۱۳-۱۰۳.

[۱۱]. محمّد بهنام راد، فرشته تقوی، علی‌اکبر موسوی موحدی (۱۳۹۶)، "نقش سبک زندگی در تعدیل دیابت"نشریه نشاء علم، مجلد ۵، شماره ۱، صفحات ۲۱-۱۲.

[12]. Taylor, L. (2018). Twenty things I wish I’d known when I started my PhD. Nature, DOI: 10.1038/d41586-018-07332-x.

دیوان شرقی از مولفی غربی
یا دیوان غربی از مولفی شرقی

سید کاظم علوی پناه *[۱]

چکیده

در چیستی و چگونگی اندیشه‌های دانشمندان برجسته دنیا با تخصص‌های گوناگون و از مناطق مختلف جغرافیایی فراوان سخن گفته شده است؛ اما چیستی علم به‌گونه‌ای است که نتایج پژوهشی و دستاوردهای علمی آن‌چنان وابستهٔ عوامل درونی و شرایط محیط اجتماعی و سیاسی نیست. چنانچه تراوشات فکری و احساسی حکیمان، عارفان، هنرمندان و شاعران می‌تواند تابعی از شرایط درونی و بیرونی باشد و آن اندازه ایشان می‌توانند در احساس، درک و شناخت درون و برون همگرا شوند که جای طرح پرسش‌های بسیاری را فراهم می‌آورند. در این نوشتار تلاش شده است تا از تفاسیر، تعابیر و واژگان در شعرها ازآن‌جهت که منظور اصلی شاعر و باطن آن‌ها چه بوده است، سخن به میان آورده و پلی میان معنای ظاهری و آنچه مطلوب و موردنظر شاعر بوده است، زده شود. هم‌راستا با آن همگرایی میان مفاهیم علمی، ادبی و معنوی با شیوه‌ای نو موردنظر قرارگرفته است. ارتباط معنوی میان دو شاعر اندیشمند، گوته از آلمان و حافظ از ایران که با دو زبان و فرهنگ متفاوت و بیش از ۵۰۰ سال اختلاف‌زمانی زیسته‌اند، نشان از امکان پیوند فکری، فرهنگی و اجتماعی فراتر از مرزهای قراردادی دارد. گرچه به این دو بسنده نکردیم و سروده‌هایی از مولانا، عطار و سعدی را شاهد مثال آوردیم تا بنماییم که همهٔ بزرگان در پیاله، عکس رخ یار دیده‌اند. رخ یار را عشق مشترکی تفسیر کردیم که نه مرز جغرافیایی نه مرز سیاسی و نه پیشینهٔ فرهنگی می‌شناسد؛ نه پروای زمان دارد و نه پروای مکان. گرچه علم نیز چنین همگرایی و پیوندی را برقرار می‌کند اما عشق، روح، معنویت و اندیشهٔ آدمیان را به هم نزدیک می‌سازد و اختلاف‌ها را کنار زده، همدلی به بار می‌آورد. ازاین‌رو همدلی را با گفتگو آن‌هم با زبان عشق پیشنهاد کردیم شاید با این سازوکار آدمی به آرامشی موعود و رضایتی درونی دست یابد.

واژگان کلیدی: حافظ، گوته، همگرایی، درون و برون، تفاوت و شباهت.

*عهده‌دار مکاتبات، استاد، تلفن: ۰۹۱۲۳۲۰۷۲۰۲ (۹۸+)، پست الکترونیکی: salavipa@ut.ac.ir

[۱] گروه سنجش از دور و GIS، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران

سرسخن

در این خاک در این خاک، در این مزرعه پاک
به‌جز مهر به‌جز عشق دگر تخم نکاریم [۱]

وقتی بخش علمی این گزارش را می‌خوانید، به دلیل پیشرفت‌های حیرت‌آور سنجش‌ازدور [۲] ، از تلاش دانشمندان و متخصصان شگفت‌زده می‌شوید و همین‌که بخش ادبی را می‌خوانید، سراپا چشم و گوش از ذوق و هنر وافر دو تن از مشاهیر ادبی جهان در آثار ایشان غور می‌کنید. در بخش علمی تنها مغز تجزیه‌وتحلیل می‌کند اما عقل، ماندن نزد دل را تاب نمی‌آورد و گویی هر دو از هم گریزان‌اند. در پارهٔ علمی، تجربه‌های کلاسیک و فناوری سنجش‌ازدور مطرح است اما پارهٔ ادبی از نادانسته‌های ماست نسبت به این‌که چگونه شخصیت‌های ادبی و فرهیخته از فرهنگ‌ها و جغرافیای گوناگون و زمینه‌های تعلیم و تربیتی متفاوت، آن‌چنان به هم نزدیک می‌شوند که یکی مراد می‌شود و دیگری مرید. یکی را این‌چنین شور و دیگری را آن‌چنان شیدایی‌ست! به نظر می‌رسد تاکنون پژوهشی جامع و گسترده پیرامون این پرسش‌ها به عمل نیامده است.

پرسش نخست: به‌راستی چه عاملی این دو ادیب را با این همه تفاوت فرهنگی، همگرا کرده است؟ گوته چه دیده و چگونه اندیشیده که مهم‌ترین آرزویش را شایستگی مریدی حافظ می‌نامد؟ کدام عامل آن‌ها را این‌گونه به هم نزدیک کرده است؟ علم، مقام، شهرت، کار یا وطن‌پرستی؟! اگر بگوییم هیچ‌کدام بلکه این عشق است که گوته را مرید حافظ کرده، سخن به‌گزاف نگفته‌ایم! وقتی عشق باشد، لذت‌ها صد چندان و درونی می‌شود. هرچند که درون هم راهی به بیرون دارد و از کوزه همان تراود که در اوست.

آن را که حلال‌زادگی عادت و خوست
عیب همه مردمان به چشمش نیکوست
معیوب همه عیب کسان می‌نگرد
از کوزه همان برون تراود که در اوست[۳]

عشق آن درد مشترکی است که نه مرزهای جغرافیایی و سیاسی و نه پیشینه‌های متفاوت فرهنگی ملت‌ها آن را مختص به مکان و زمانی خاص نمی‌کند. این درد مشترک است که می‌تواند افراد را در زمان‌ها و مکان‌ها و فرهنگ‌های دور به هم پیوند زده و نزدیک کند. منظور از این نزدیکی یک توافق یا همسویی به‌صرف منطقی نیست که این نوع همسویی در علم نیز میسر می‌شود بلکه غرض از نزدیکی پیوندی معنوی و روحانی است که روح و فکر افراد را به هم پیوند میزند.
گاهی رنج رسیدن به معشوق، آن‌چنان برای عاشق لذت‌بخش است که هیچ‌چیز را یارای مقایسه با آن نیست؛ که البته درد بی‌عشقی بدترین دردهاست که با هیچ شرایط بیرونی قابل‌درمان نیست.

عمریست تا به راه غمت رو نهاده‌ایم
روی و ریای خلق به یک‌سو نهاده‌ایم
طاق و رواق مدرسه و قال و قیل علم
در راه جام و ساقی مه رو نهاده‌ایم[۱] [۴]

شاعران ماندگار در چه شرایط محیطی و رفاهی زندگی کرده‌اند؟ آیا خودشان یا خانواده‌شان مرفه یا نیمه مرفه بوده‌اند یا در تنگنای معیشتی به سر می‌برده‌اند؟ آیا میان شرایط زندگی و اوج اعتلای شاعران پیوندی برقرار است؟ اگر آری، به چه میزان و چگونه؟ آیا در بیان خود آزاد بوده‌اند یا زمام به دست خفقان و زر و زور و تزویر بوده است؟ چه چیز سبب شده این فرصت را برای خود پدید آورند تا بتوانند به درون خود و به درون دیگران راه یابند؟
پرسش دوم: به نسبت بالا رفتن سن جسم آدمی نیز رو به تحلیل می‌گذارد و حالات روحی و روانی‌اش تغییر می‌کند، به عبارتی در او شور و شیدایی است که کاهش می‌یابد. رخوت و سستی هم در جسم و هم در روح انسان رسوخ می‌کند. بدین معنا که هم در توانایی جسمانی و هم در درک معنوی و اشتیاق روحی‌اش ضعف وارد می‌شود.

طرب نوجوان ز پیر مجوی
که دگر نایدآب رفته به جوی
زرع را چون رسید وقت درو
نخرامد چنان‌که سبزه نو [۵]

[۱] قطعه شعری از حافظ که در کنار بنای یادبود حافظ و گوته در وایمار نگاشته شده است.

درعین‌حال اخیراً افزون بر سن رسمی و شناسنامه‌ای، سن سلامتی (سن بیولوژیکی) هم تعریف شده است. بسا سن سلامتی فرد ۵۰ سالهٔ ورزشکاری ۴۰ سال باشد. حال اگر سن شیدایی را سن شور و حالی تصور کنیم که در آن حال درونی شاعر بهتر به برون می‌تراود، آیا باید بپذیریم شاعران پس از سپری شدن چنین سنی، دیگر نمی‌توانند نغمه‌های عاشقانه بسرایند؟ یا دیگر سرودهٔ آن‌ها دلباختگان را به وجد نمی‌آورد؟ عوام مردم بر این باورند که اوج توانایی جسمی و روحی و نیز شور و اشتیاق آدمی در جوانی و در مقابل اوج خرد و عقل او در پیری است. باید گفت این‌گونه بزرگان در پیری هم جوان بودند و در جوانی هم پیر بوده‌اند و این به سبب خیال‌پروری ژرف و موهبت خرد است. چراکه همان‌طور که میدانیم در فلسفه و ادبیات هیچ‌گاه عقل حقیقی و مجرد (و نه عقل ابزاری) از عشق جدا نیست و عقل مجرد است که در مراحل عالی به عشق می‌رسد. همچنین شور و عشق خاکی و زمینی است که در مراحل بالاتر به عشق حقیقی می‌رسد؛ و حال‌آنکه عشق حقیقی و عقل هر دو منجر به بینش و درک بهتر می‌شود؛ بنابراین تعجبی ندارد که با چنین پیوستگی تنگاتنگ عشق زمینی، عشق حقیقی و عقل نتوان سن مشخص و محدودی برای شکوفایی و اوج گرفتن این حالات در انسان تعریف کرد؛ بنابراین اتصال به عشق و شور شیدایی است که آدمی را در هر سنی که باشد از قواعد عوامانه سن و سال مستثنا می‌کند. جوان بینش پیر را پیدا می‌کند و پیر اشتیاق جوان را.

هرچند پیر و خسته‌دل و ناتوان شدم
هرگه که یاد روی تو کردم جوان شدم
شکر خدا که هرچه طلب کردم از خدا
بر منتهای همت خود کامران شدم [۴]

حافظ می‌گوید وقتی هم گل و هم می و هم معشوقه در کنار است همه‌چیز به کام است.

گل در بر و می در کف و معشوق به کام است
سلطان جهانم به چنین روز غلام است [۴]

ازاین‌رو خطاب به خود می‌گوید:

حافظ منشین بی می و معشوق زمانی
کایام گل و یاسمن و عید صیام است [۴]

زمانی در قرن هفتم هجری، شاعری یزدی که با زحمت بسیار و نه از راه شاعری بلکه شعربافی یعنی بافندگی و ریسندگی، کسب روزی می‌کرد، نامه‌ای برای شیخ سعدی در شیراز می‌نویسد و به این سخن‌سرای بلندآوازه که آوازهٔ شهرتش در دورترین نقاط مشرق زمین پیچیده بود دو بیت زیر را می‌فرستد:

سعدیا شیراز داری نون مفت
می‌توانی شعرهای خوب گفت
گر بیایی یزد و شعر بافی کنی
مهره از پشتت بیفتد جفت جفت [۶]

در واقع شاعر یزدی می‌خواهد شرایط سخت کویری و وضعیت نامناسب معیشتی خود را با آب‌وهوای خوب و شرایط زندگی مطلوب سعدی مقایسه کند و این‌گونه بگوید که حال و هوای من هم اگر آن‌چنانی بود، می‌توانستم آن‌چنانی بسرایم. این مثال شاهد این واقعیت است که گرچه احوالات درونی شاعر مهم‌ترین عامل احوال شعر اوست اما شرایط زندگی و عوامل بیرونی مانند فقر و ثروت بر آثار وی بی تأثیر نیست. وقتی حافظ آرزوی آن می‌کند که حال و هوای دلش بهتر شود، این‌چنین می‌سراید:

اگر آن ترک شیرازی به دست آرد دل ما را
به خال هندویش بخشم سمرقند و بخارا را [۴]

آیا محیط بیرونی و شرایط درونی شاعران می‌بایست به‌گونه‌ای باشد که بتوانند هنرمندانه زمین و آسمان، ادبیات و عرفان، ماده و معنا، زشتی و زیبایی، دوری و نزدیکی و مانند آن را با هم و به زیباترین حالت بیارایند؟ جهان امروز به‌سوی کمّی کردن کیفیت‌ها پیش می‌رود و از اعداد، اطلاعات تولید می‌کند. امروزه حتی برای پدیدهٔ بسیار مهم، پیچیده و منحصربه‌فردی مانند عشق، اعداد حاصل از میزان گرما را، شاخصی از عشق می‌دانند ولی میان این ماه تا آن ماه از زمین تا آسمان فاصله است! حال با این روند که پایهٔ بسیاری چیزها اعداد می‌شود، جایگاه آیندهٔ احساس بشری کجا خواهد بود؟ آیا آنان که پرشور و پراحساس‌ترند باید گوشهٔ انزوا و خلوت گزینند تا جا برای آنان که کمّی‌ساز بهتری هستند یا فناوری بهتری می‌دانند، فراخ‌تر شود؟!

آیا آن‌قدر که فناوری‌های روز جای آسایش بشری را فراخ‌تر کردند، به آرامش او هم افزودند؟ آیا آن اندازه که از صورت و

ظاهر یقین حاصل کردیم راه‌حل واقعی را نیز یافتیم؟ جای آن دارد که بدبین شویم! زیرا این اندازه آسایش، آرامش به دست نداد! به خیال رسیدن به ماه تا کرهٔ ماه رفتیم اما جز بی‌خیالی صاحبان زر و زور چیز دیگری نیافتیم!

خاتم ملک سلیمان جستنی‌ست
حلقه‌ها هست و نگین جستیم نیست
صورتی کاندر نگین او بُدست
در بتان روم و چین جستیم نیست
آن‌چنان صورت که شرحش می‌کنم
جز که صورت‌آفرین جستیم نیست [۱]

اگر ژرف‌بینانه به دیوان حافظ و آرزوی گوته برای مریدی او بنگریم، پرسش‌هایی در ذهن پدید می‌آید. این پرسش‌ها ناشی از بیان احساسی صرف نیست بلکه پشتوانه‌ای تاریخی دارد. گرچه هستند کسانی که درک چند صدساله از تاریخ ایران و ادبیات این سرزمین دارند ولی اینان یا راه گفتگوی بین فرهیختگان دو دیار را نمی‌دانند و یا می‌دانند و راه برای آنان هموار نیست. پرسش این است که چگونه این ادیبان مختلف را همگرا و همزبان کنیم؟ همگی اعضای یک پیکریم و تا به ژرفای درک این سخن نرسیم مشکلات بنیادین حل نخواهد شد. افزون بر آن گفتگو برای همگرایی ممکن نمی‌شود و چه‌بسا آبشخور چالش‌های بعدی هم شود. چگونه این راه سهل ممتنع را هموار سازیم؟ روشن است جز از راه ادبیات، هنر و عشق راه و زبان دیگری کارساز نیست. زبان بین‌المللی زبان عشق است نه زبان رایج میان ملت‌ها و دولت‌ها [۷]!

کمتر از ذره نه‌ای! پست مشو «عشق» بورز
تا به خلوتگه خورشید رسی چرخ زنان [۴]

حافظ از نگاه گوته

نام یوهان ولفگانگ گوته[1] (۱۸۳۲–۱۷۴۹ میلادی) شاعر و نابغه آلمانی و بزرگ‌ترین شخصیت ادبی قرن نوزدهم بر تارک ادبیات جهان می‌درخشد. او شاعری پراحساس و ژرف‌بین بود و هنرمندی دانشمند به شمار می‌آید. گوته تلاش کرد در سال‌های ۱۸۱۵ تا ۱۸۱۷ زبان فارسی را بیاموزد که در آن موفق نبود. آشنایی گوته با ایران و شرق، با برگردان دیوان حافظ از سوی هامر به زبان آلمانی ژرف‌تر شد. گوته پس از آشنایی با حافظ، شیفتهٔ او شد و با الهام از او، دیوان غربی و شرقی را در سال ۱۸۱۹ نگاشت. گوته در این اثر با ستایش از حافظ، خود را خاک پای او دانسته است. مطالعهٔ زبان فارسی، عربی و دین اسلام از سوی گوته و تأثیر این مطالعات بر آثار او از سوی گوته شناسان مورد تأیید است که در سال‌های گذشته در مقالات و نشریات مختلفی به بوتهٔ بحث گذاشته شده است. گوته بر آن بود نمایشنامه‌ای با نام «محمد» در وصف پیامبر خاتم (ص) بنویسد که نیمه‌تمام ماند. این شاعر، فیلسوف و دانشمند بزرگ، آثار متعددی دارد که دیوان شرقی از مهم‌ترین آن‌هاست. این اثر نه‌تنها یکی از عالی‌ترین آثار شعر و حکمت گوته است، بلکه یکی از بزرگ‌ترین آثار ادبی اروپا به شمار می‌آید. گوته این اثر برجسته را با خواندن دیوان حافظ به رشتهٔ تحریر درآورد. او از انگشت‌شمار هنرمندان دانشمندی‌ست که مانند لئوناردو داوینچی هنرمند چنددانشی قلمداد شده و به کارهای علمی فراوانی دست یازیده است. در واقع گوته به علوم مختلف سرکشی کرد و درعین‌حال شاعر و هنرمندی پرشور و احساس بود. او که برخورداری اندیشه و ذوق دیگر ملت‌ها را، عنصری کمال‌بخش می‌دانست و دلبستگی خاصی به شعر فارسی داشت، توانست با مجموعهٔ دیوانش، حافظ را در عرصهٔ ادبیات آلمانی به شاعری آشنا بدل کند [۸].

گوته عموماً به‌عنوان یکی از شاعران و نویسندگان دلبستهٔ رمانتیسیسم و فرهنگ و ادبیات شرق است. او در خاطرات خود درباره حافظ می‌نویسد:«اگرچه پیش‌ازاین مطالبی چند از این شاعر گران‌قدر خوانده بودم و چیز قابل‌ملاحظه‌ای دستگیرم نشده بود، لیک اکنون این مجموعه اشعار آن‌چنان تأثیری بر من داشته است که در پاسخ ناگزیر به خلق اشعاری هستم، زیرا که نمی‌توانستم در مقابل این پدیدهٔ با عظمت دوام بیاورم.» [۹].

تأثیر جادویی مطالعهٔ دیوان غزلیات حافظ بر گوته آن اندازه ژرف بود که وی مجموعه اشعار خود را به تقلید از حافظ دیوان نامید و این آشنایی موجب پیدایش یکی از مهم‌ترین کتاب‌های ادبیات آلمان به نام «دیوان شرقی» شد [۸]. گوته میان خود و حافظ همانندی‌های روحی عمیقی یافت و کوشید چون او به روح پنهان هر چیز دست یابد و تجلی زیبایی و عشق را ورای صورت مادی اشیاء کشف کند و افق گستردهٔ نگاه او را بشناسد.

1 .Johann Wolfgang von Goethe

تحقق ادبیات جهانی و تفکر گوته در جهت دستیابی به آن بر این ایده استوار بود که شرق و غرب از یکدیگر جداشدنی نیستند [۱۰ و ۱۱].

گوته هر غزل حافظ را بارها و بارها خواند و چنان با روح و فکر و شیوهٔ بیان حافظ خو گرفت که کم‌کم به سرودن شعر با رنگ و بوی اشعار حافظ پرداخت و بعدها مجموعهٔ آن اشعار را به تقلید از حافظ، دیوان شرقی نامید. گوته کوشید تا وزن و قافیه‌پردازی و شیوهٔ غزل‌سرایی حافظ را نیز به کار گیرد [۱۲].

«حافظا! دلم می‌خواهد از شیوهٔ غزل‌سرایی تو تقلید کنم چون تو قافیه پردازم و غزل خویش را به ریزه‌کاری‌های گفتهٔ تو بیارایم، به معنی اندیشم و آنگاه بدان لباس زیبا پوشانم. هیچ کلامی را دو بار در قافیه نیاورم مگر آن‌که با ظاهری یکسان، معنایی جدا داشته باشم. دلم می‌خواهد همهٔ این دستورها را به کار بندم تا شعری چون تو ای شاعر شاعران جهان سروده باشم» [۸].

وی در شعری با عنوان «تقلید» به‌صراحت اشاره می‌کند که آرزو دارد همچون حافظ قافیه‌پردازی کند:

تقلید

آرزو دارم سرشت قافیه‌هایت را بیابم
باید این تکرار بهر من هم خوش نشیند
راه را با انتخاب معنی آغاز کنم
و سپس
واژه‌ها را بیابم
سخن در قافیهٔ تکرار نگویم
مگر آنگاه‌که معنایی دیگر یابد
آن‌گونه که تو می‌خواهی
بهتر ز همه. [۹]

حافظ برای گوته یک شاعر فارسی‌زبان قرون‌وسطایی نیست، او نمایندهٔ انسان در تمام قرون است. متن زیر نظر گوته دربارهٔ شخصیت، اندیشه و ادبیات حافظ است که در دیوان غزلیات او جلوه‌گر شده است:

«ای حافظ! سخن تو همچون ابدیت بزرگ است؛ زیرا آن را آغاز و انجامی نیست. کلام تو همچون گنبد آسمان، تنها به خود وابسته است و میان نیمهٔ غزل تو با مطلع و مقطع آن فرقی نمی‌توان گذاشت؛ زیرا همهٔ آن در حد جمال و کمال است. اگر روزی دنیا به سر آید، ای حافظ آسمانی، آرزو دارم که تنها با تو و کنار تو باشم. چراکه این، افتخار زندگی من و مایهٔ حیات من است» [۸].

مطالعات و مشاهدات علمی گوته بر سروده‌ها و نوشته‌های ادبی او تأثیری به سزا داشت. گاهی اشتغال به امور علمی و حتی سیاسی، وی را از پرداختن بیشتر به ادبیات محروم می‌ساخت. گوته در زمینهٔ الگوی رنگ و جنبه‌های فیزیکی آن تلاش می‌کرد اما آنچه او را در ادبیات پرآوازه ساخت، همان بود که خیام را در دو بیتی‌هایش شهره ساخت. او آن‌چنان شیفتهٔ حافظ شد که مانند عاشقی برای معشوق خویش می‌سرود:

حافظا! خویش را با تو برابر نهادن جز نشان دیوانگی نیست. تو آن کشتی هستی که مغرورانه باد در بادبان افکنده است تا سینهٔ دریا را بشکافد و پای بر سر امواج بگذارد و من آن تخته‌پاره‌ام که سیلی اقیانوس را می‌خورم. حافظا! سخن‌های شورانگیز تو در دل من گاه موجی از پس موج دیگر می‌زاید و گاه دریا در دل من تلاطمی از آتش ایجاد می‌کند، طوری که این موج آتشین مرا در کام خویش فرو می‌برد. با وجود آن‌که سخن‌هایت این‌گونه مرا دگرگون می‌کند، ولی هنوز اندک جرأتی در خود نمی‌بینم که خود را مریدی از مریدان تو بشمارم؛ زیرا من نیز چون تو در سرزمینی غرق نور زندگی کردم و عشق ورزیدم [۹].

روح و روان گوته با «یاد حافظ» اوج می‌گیرد، ژرفا می‌یابد و هر لحظه بر گسترهٔ آن افزوده می‌شود. با این حال، بیش‌ازپیش ناآرام و متلاطم است و تنها لحظاتی بعد، آرامش می‌گیرد و از نو ناآرامی و تلاطم برای پیمودن سیری صعودی آغاز می‌شود. گوته در این گستردگی و ژرفای روح خود، از حافظ با نام «استاد» یاد می‌کند. از او می‌خواهد او را ببخشد و اجازه دهد لحظه‌ای در بزم عشق حافظ بنشیند، حافظ را بنگرد، اجازه دهد در پی او روان شود و گوته را از وادی خطر برهاند و به سرمنزل سعادت رساند. حیرت‌آور است اما حقیقت دارد. «گوته» در این وادی، سرگشته و حیران است. با افتخار لقب «مریدی» حافظ را نصیب خود می‌سازد تا از این سرگشتگی رهایی یابد.

در آسمان نه عجب گر به گفتهٔ حافظ
سرود زهره به رقص آورد مسیحا را [۴]

ای گوته! تو در کنار ساحل آتلانتیک آن‌چنان محو دریا هستی که آنچه می‌گویی از باد و بادبان و کشتی و تخته‌پاره است. آنچه را هم که می‌بینی موجی پس از موج دیگر است و احساسی هم که داری از عشق و جنون و دلدادگی است! تو از موج و تلاطم

آتشین می‌گویی! نمی‌دانم چه اندازه از آتشی که ایرانیان آن را پرستاری می‌کردند؛ پرستاری به معنای نگهداری نه پرستش، آگاهی؟ ولی باید بگویم بر آن شدم رمزی از آتش را بگشایم و به پدیدارشناسی حرارت پرداختم! اثری آفریدم [۷ و ۱۵–۱۳] و از همین روست که می‌فهمم درونت چه آتشی شعله‌ور بوده است! گوته از آتش درون می‌گوید، آتشی که بزرگانی چون مولانا و حافظ نه‌تنها از آن بسیار سخن به میان آورده‌اند بلکه در آن سوختند[۷ و ۱۵–۱۳]! اگر بپذیریم راه عشق و معرفت راه کمال انسان‌هاست پس این‌همه قیل‌وقال از بهر چیست؟

آتش عشق است کاندر نی فتاد
جوشش عشق است کاندر می فتاد [۱۶]

زین آتش نهفته که در سینه من است
خورشید، شعله‌ایست که در آسمان گرفت [۴]

ساکنان آب و گل گر عشق ما را محرمند
پس درون گنبد دل غلغله فریاد چیست [۱]

دلیل آن‌که می‌توانیم به‌خوبی سخن بزرگی چون گوته را در آن‌سوی آب دریابیم، این است که آیینهٔ دل او صاف است، چرا آیینهٔ دل ما هم صاف نباشد تا بتوانیم عشقی را که در دل داریم به آن‌سوی آب صادر کنیم؟ باید آنچه در دل داریم همان بگوییم و آنچه باور نداریم نگوییم!

رهرو عشق کی اندیشه منزل دارد؟
کشتی بی‌جگران چشم به ساحل دارد
موج، سد ره توفان نشود دریا را
دل دیوانه چه پروای سلاسل دارد؟ [۱۷]

تنها غرب نیست که هنرمندانی دانشمند یا شخصیت‌هایی چند دانشی در دامن خود پرورش داده است، بلکه ایران نیز این‌گونه بزرگان را بسیار به خود دیده است. از نمونهٔ بارز چنین برجستگانی، می‌توان به خیام اشاره کرد. جایگاه علمی و فلسفی خیام بالاتر از جایگاه ادبی اوست اما رباعیاتش [۳] او را جهانی کرد. برخی کارهای علمی خیام نظیر گاه‌شمار او همچنان دقت بسیار بالایی داشته و از گاه‌شمارهای میلادی دقیق‌تر است. حال پرسش این است که شعر و ادبیات چیست که این‌گونه سایه بر برخی علوم و فنون دیگر انداخته و ارض‌ها را می‌پیماید؟ و اما ما از قوی‌ترین و درخشان‌ترین پیشینه‌های ادبی در جهان برخورداریم، چنانچه پروفسور هانری ماسه در جشن بازنشستگی اش در دانشگاه سوربن فرانسه درباره درخشش ادبیات فارسی ایرانی در دنیا می‌گوید: من عمرم را وقف ادبیات فارسی ایرانی کردم و برای اینکه به شما استادان و روشنفکران جهان بشناسانم که این ادبیات عجیب چیست، چاره‌ای ندارم جز اینکه به مقایسه بپردازم، که بگویم که ادبیات فارسی بر چهار ستون اصلی استوار است:

- فردوسی
- سعدی
- حافظ
- مولانا

فردوسی، هم سنگ و همتای هومر یونانی است و برتر از او...
سعدی، آناتول فرانس فیلسوف را به یاد ما می‌آورد و داناتر از او...
حافظ با گوته‌ی آلمانی قابل قیاس است که او خود را شاگرد حافظ و زنده به نسیمی که از جهان او به مشامش رسیده، می‌شمارد...
اما مولانا...
در جهان هیچ چهره‌ای را نیافتم که بتوانم مولانا را به او تشبیه کنم. او یگانه است و یگانه باقی خواهد ماند.

کشوری که بستر میلیون‌ها بیت شعر بی‌همتا از شاعران فارسی‌زبان در گذشته است و به وجود صدها شاعر و ادیب کنونی می‌بالد، چرا پرچم ادبی خود را در جایگاهی واقعی و بر قله جهان افراشته نگاه نداشته است؟! مشکل کجاست و کوتاهی از چه چیز سرچشمه می‌گیرد؟ گرچه در اینجا از عهدهٔ تبین این مسئله برنمی‌آیم اما در قالب متنی ادبی این دو چهرهٔ شرقی و غربی یعنی گوته و حافظ را به‌عنوان یک نماد در کنار هم قرار داده و شگردهای آن‌ها را به بوتهٔ بررسی می‌سپارم.

پرسش سوم: مگر این دو شخصیت قابل مقایسه‌اند؟ یکی در شیراز و میان نسیم بهاری و دیگری در وایمار و در هوایی با طراوت. او که زبانش فارسی است آن‌چنان غزل می‌سراید که در دل دیگری که زبانش، زبان علم و فلسفه است، شوری می‌افکند و او نیز هنرمندانه می‌سراید. نمی‌دانم حافظ را غرب‌زده بنامم یا گوته را شرق‌زده!؟ هر دو در کنار آب‌اند؛ یکی کنار آب روان و دیگری لب ساحل پر موج. حافظ بر لب آب روان گذر عمر

می‌بیند و گوته در کنار امواج دریا، آسودگی خود را در خیزش موج جستجو می‌کند!

حافظ از مشرب قسمت گله نا انصافیست
طبع چون آب و غزل‌های روان ما را بس [۴]

پرسش چهارم: چگونه ممکن است مردمان با سروده و یا نوشته‌ای از شخصی به اوج عشق‌ورزی برسند ولی سراینده یا نویسنده خود عاشق نباشد؟! ای گوته! تو در آن‌سوی آب، بسیار زلف‌های رنگین و شَبَق‌گون دیده‌ای اما نمی‌دانیم مراد تو؛ حافظ، در این‌سوی خشکی چه زلف‌هایی دیده یا چشم از آن‌ها پوشیده است. این مراد آن‌گونه زلف یار را توصیف کرده که تو را مرید خود کرده است! گوته، ای ادیب بزرگ! دانی چرا و چگونه؟ حافظ در سرزمینی که زلف‌ها در پس پردهٔ حجاب است، بدین زیبایی از زلف‌ها گفته و در سرزمین منع شراب از شراب‌های ناب سروده و در آسمان ابری، ماه را به تصویر کشیده است. از همه مهم‌تر در وادی ریاکاری بر زاهدان کج‌فهم تاخته است.

حافظا می خور و رندی کن و خوش باش ولی
دام تزویر مکن چون دگران قرآن را [۴]

آن‌گونه می و میخانه و جام شراب را توصیف می‌کند گویی همهٔ عمر در مغرب زمین بوده. از سوی دیگر گوته نیز آن‌چنان لسان‌–الغیب را سروده است گویی در شرق می‌زیسته و هرگز روی غرب را ندیده است!

خندهٔ جام می و زلف گره‌گیر نگار
ای بسا توبه که چون توبهٔ حافظ بشکست [۴]

روز اول که سر زلف تو دیدم گفتم
که پریشانی این سلسله را آخر نیست
سر پیوند تو تنها نه دل حافظ راست
کیست آن کش سر پیوند تو در خاطر نیست [۴]

رمز همگرایی چنین شخصیت‌هایی در دورترین نقاط جهان و اندیشهٔ ناب و همگرای آن‌ها چیست؟ وقتی حافظ این‌گونه زلفی را توصیف کرده چگونه ممکن است زلف‌هایی را ندیده باشد؟! در واقع او به تماشای زلف‌هایی نشسته که به گرد دو گوش و دورادور قرص قمری پیچیده است. اگر تماشاگر چنین زلفی نبوده چرا این اندازه به دور توصیف آن پیچیده است؟! ای حافظ به نقل از سرودهٔ عطار می‌گویم که هر آنچه دیدی حلالت باد! و هر آن لبی که چشیدی گوارایت باد!

زلف تو دام و خال سیاهت
هر صید که می‌کنی حلالت! [۱۸]

بی‌سبب نیست که عطار نه‌تنها دیدن زلف را حلال می‌کند بلکه پنهان نکردن روی زیبا را هم توصیه می‌کند! و اگر می‌گوید زلف را پریشان مکن برای آنست که حال دل خویش را پریشان نکند.

زلف به انگشت پریشان مکن
روی بدان خوبی پنهان مکن [۱۸]

در واقع منظور از پریشان نکردن زلف را چنین بیان می‌کند:

چون بر ما آمده‌ای یک‌زمان
حال دلخسته پریشان مکن [۱۸]

فردوسی چنین زلفی را در دختر خاقان دیده و او را به ماه توصیف کرده چونان که نقص ماه را به نداشتن دو زلف چون دو زلف دختر خاقان می‌داند. در واقع ماه آسمانی را بر زمین می‌کوبد!

یکی دختری داشت خاقان چو ماه
کجا ماه دارد دو زلف سیاه [۱۹]

ای گوته! دانی هر کسی از ظن خود شد یار زلف؟ هر کسی از زلف چیزی گوید ولی همه اتفاق‌نظر دارند تا زلفی نمایان نشود چگونه دل‌هایی از دیدن آن حیران شود؟ اگر نسیم، زلف برهم زن نریزد، چگونه زیبایی معشوق بر عاشق آشکار شود و چگونه عشق آغاز گردد؟ اگر باد نبودی که سر زلف برباید، رخسار معشوق به عاشق که نمودی؟ در پای آن می‌افتند و دیدن سر زلف آغازگر شور دگر است که اگر بعد از دیدن زلف دستشان بدان نرسد:

دستم نرسد به زلف چون شستش
در پای از آن فتادم از دستش [۱۸]

این کوزه چو من عاشق زاری بوده است
در بند سر زلف نگاری بوده است
این دسته که بر گردن او می‌بینی
دستی است که بر گردن یاری بوده است [۳]

البته کسانی هم هستند که از دیدن زلف به خشم می‌آیند! زیرا زلف را دام بلا، عالم‌سوز و فتنه‌انگیز می‌دانند! شگفتا که اینان نمی‌دانند این صبح است که زلف شب را عاشق است! چرا برخی فکر می‌کنند که از فکر زلف دراز، عمرشان کم می‌شود؟ چرا دیدن این زلفی که چون هاله به دور قمر پیچیده را منع می‌کنید درحالی‌که دیدن خود قمر را مجاز می‌شمرید؟! وقتی دل‌های بسیاری به گیسوان دور قمر پیچیده و گره‌خورده چگونه آن را منع می‌کنید؟ اگر او بی زلف بود آیا کسی بدان دل می‌بست؟!

آن زلف که چون هاله به رخسار قمر بود
باز آمده چون فتنهٔ دور قمر اینجاست [۲۰]

البته برخی شاعران با همه زیرکی و فراستی که داشتند با دیدن زلف و با دست یازیدن بدان احساس خطر کرده‌اند. شاید آنان که به بستن و پنهان کردن زلف پافشاری می‌کنند از این ترسند که زلف، محراب عاشق را بگرداند!

تو کافر دل نمی‌بندی نقاب زلف و می‌ترسم
که محرابم بگرداند خم آن دلستان ابرو
اگرچه مرغ زیرک بود حافظ در هواداری
به تیر غمزه صیدش کرد چشم آن کمان‌ابرو [۴]

با وجود آن‌که گیسوان گرداگرد دو چشم سیاه حوریان و پریان باشد ولی جای ترس است که در لابه‌لایش صد تیر هم در کمان باشد. از همین رو بسیاری از بزرگان شوراندن زلف را نهی و پوشاندن آن را امر می‌کنند ولی دانی من چه گویم؟
ای آنان که با یک دلیل علیه زلف شوریدید! بدانید من صد بار آرزو کردم دلم را به آن حلقه‌های زلف کمند کند! اکنون یکی گویم و تو صد بار بشنو:

جانا بیار باده و بختم بلند کن
آتش بیار و چارهٔ مشتی سپند کن
مجلس خوش است و ما و حریفان همه خوشیم
در بی‌خودی سزای دل خودپسند کن
زان جام بی‌دریغ در اندیشه‌ها بریز
زان حلقه‌های زلف دلم را کمند کن [۱]

البته ای گوته چه باک از این‌که معشوق در این‌سوی خشکی، رخ زیبا و زلف نگارین خود را پنهان کند چه باک؟! او که نمی‌تواند بوی خوش عطر خویش را پنهان کند! ای حافظ و ای گوته شما هر دو دردها کشیده‌اید که خود دارو بوده است و چه رنج‌ها برده‌اید که عیناً شفا نموده است و بسی خارها خورده‌اید که خرما بوده است! شما اگر غم هم خوردید غم غمخوار خورده‌اید! اگر رنج هجر کشیده‌اید از غم زیبای یار برده‌اید.

روی اگر پنهان کند سنگین دل سیمین بدن
مشک غمازست نتواند نهفتن بوی را [۲۱]

خوب می‌دانیم در این‌سوی خشکی اگر یک تار موی یار نمایان شود چه هیاهویی به پا می‌شود! گو اینکه بر روی زمین دیگر آثاری از خودنمایی زاهد کج‌فهم نماند! آیا هیچ‌کس نیست که پاسخ بدهد که چه بهتر که نماند که نماند، چه بهتر که در جهل ابدالدهر بماند که بماند! من که می‌گویم ای خوبرو پرده بر افکن از آن چهره زیبایت تا شاید از می عشق ات یک هوشیار روی زمین باقی نماند، در هر دو جهان یک دل بیمار نماند؛ اما می‌دانید که من از هویدا شدن رخسار چنین خوبرویانی از چه می‌ترسم!؟ ترسم از آنست که از نور رخش دیده و دیدار نماند!

ازبس‌که ز دریای دلم موج گهر خاست
ترسم که درین واقعه عطار نماند [۱۸]

در واقع زلف معشوق نماد جرقه و نقطه شروع یک عشق است. زلف یکی از بارزترین جلوه‌های زیبایی معشوق است که وقتی عاشق آن را می‌بیند شیدای معشوق شده و داستان عشق شروع می‌شود. آرزوی چنگ زدن به زلف معشوق هم ازآن‌جهت در اشعار پارسی بسیار آمده که جرعه‌ای نوشیدن از وصال معشوق است که در آن لحظه ناب عاشق موفق می‌شود زیبایی معشوق را با وجودش لمس کند و با آن یکی شود؛ و حال‌آنکه تفاوتی نمی‌کند که معشوق زمینی باشد یا آسمانی.
بنابراین تعجبی ندارد که «زلف» چنان جایگاهی در ادبیات فارسی دارد و حتی هنرمندان و شاعران سایر ملل مانند گوته از شنیدن وصف آن در شعر فارسی سرمست می‌شوند. چراکه لحظه دیدن زلف معشوق همان لحظه‌ای است که عاشق زیبایی معشوق را می‌بیند و عشق در دل عاشق متولد می‌شود، به همین علت است که این لحظه سرشار از احساس و شکوه و زیبایی است. لحظه آغاز عشق در هر فرهنگ و در هر زبانی زیبا و باشکوه است.
اینکه برخی زلف را دام بلا می‌دانند و از آن حذر می‌کنند نیز به همین علت است زیرا دیدن زلف که جلوه زیبایی معشوق است

نقطه شروع عشق است و عشق گرفتاری است. شیخ‌الرئیس ابن‌سینا نیز در کتاب «قانون در طب» [۲۲] که در باب بیماری‌ها و درمان آنهاست، عشق را نوعی بیماری خوانده و یک فصل کامل درباره آن سخن گفته است. پس زلف نماد شروع بیماری عشق است که بسیاری از آن گریزانند.

زلف او دام است و خالش دانه آن دام و من
بر امید دانه‌ای افتاده‌ام در دام دوست [۴]

پرسش پنجم: ای حافظ و ای گوته! در آب چیست که در خشکی نیست؟! چون آب آن‌قدر نرم است که سختی خشکی تاب مقاومت در برابر آن را ندارد. چون نرمی بر سختی چیره می‌گردد. پس، از نرمی دل‌های شاعران می‌گویم چون کسی نتوانسته بهایی برای نرمی دل تعیین کند. اگر هر دو شاعر کنار آب می‌نشستند و سخنان شیرین می‌گفتند برای آن است که آب صفت بوده‌اند و اگر هم برای اوقاتی دور از آب بودند مانند آب آیینه‌سان بودند؛ یعنی هر چه نمی‌دیدند نمی‌گفتند و هر چه می‌دیدند همان را می‌گفتند.

کنار آب و پای بید و طبع شعر و یاری خوش
معاشر دلبری شیرین و ساقی گلعذاری خوش [۴]

آب ماده‌ای بسیار ویژه است و خواص مخصوص به خود را دارد. تمام مولکول‌های آب در همهٔ آب‌های آزاد یعنی اقیانوس‌ها و دریاها با پیوند هیدروژنی به هم متصل‌اند! البته آب‌هایی هم که در برکه یا جویبار جاری‌اند، سرانجام خود را به دریا می‌رسانند. لذت به دریا رسیدن را باید چشید و تجربه کرد. برخی تنها تماشا می‌کنند و برخی خود را به آب هم می‌زنند و برخی در آن شنا می‌کنند؛ اما بسیاری تاب طی مسیر تا دریا را ندارند و زود به ساحل بازمی‌گردند! و در این نمونه‌ها جای ژرف‌نگری، بسیار است.

آب رودخانه‌های طبیعی حاصل گدازه‌های برف و چشمه‌هایی است که از کوه و از دل زمین می‌آید. قنات‌ها نیز آب را از ارتفاعات بلندتر به مناطق پست‌تر هدایت می‌کنند، جاری می‌شوند و آن‌قدر می‌روند تا به دریا برسند. مگر آبی هست که بتواند جدا از مسیر به‌سوی دریا آمد و شد کند؟ اگر رودخانه‌ای هم باشد که در بین راه، در خلل و فرج زمین فرو رود باز هم در فرجام به دریا می‌رسد اما در مسیر دیگر و زمانی طولانی‌تر. در تبخیر آب باز همان چرخه تکرار می‌شود تا سرانجام به دریا برسد. پس چگونه ممکن است بتوان رودخانه‌ای را از مادر خویش یعنی دریا جدا کرد؟ آیا می‌توان انسان را از مادر خود یعنی طبیعت دور کرد؟ اگر هم فردی بنا به دلایلی از مادرش جدا شود، سرانجام خوبی نخواهد داشت و طبیعت او را به کام خود فرو می‌برد. حال این آب رکنی شیراز چه شاعرانی که بر لب جوی رکنی کشانده و به آنان وعدهٔ نیل به دریا داده و آن‌چنان طراوتی به آنان بخشیده که غزل‌ها سروده‌اند؛ اما گوته! اگر تو خود بر کنارهٔ دریای آزاد می‌آرمیدی زودتر به منزل می‌رسیدی؟ آیا موج دریا هم همان کار را کرده که جوی رکنی با حافظ کرده؟ حافظ در این‌سوی خشکی ولی بر لب آب‌باریکه آن‌چنان سروده که تو را در کنار دریا مرید خود ساخته است. گویی آب روان رکنی خود را به دریای آتلانتیک رسانیده است!

روان و جانت آنگه شاد گردد
کز این جا سوی تو آید روان آب [۱]

در کنار کدام آب بهتر می‌توان سرود؟

شیراز و آب رکنی و این باد خوش نسیم
عیبش مکن که خال رخ هفت کشور است
فرق است از آب خضر که ظلمات جای او است
تا آب ما که منبعش الله اکبر است [۴]

بده ساقی می باقی که در جنت نخواهی یافت
کنار آب رکن آباد و گلگشت مصلا را [۴]

آیا اگر حافظ آب رکنی نداشت و هزاران غم داشت باز هم می‌توانست شعرهای نغزی بسراید؟ کی شعر تر انگیزد خاطر که حزین باشد [۴]. البته حتی اگر باغشان سرو و صنوبر هم نداشت باز هم غم نداشتند چون چیز دیگری داشتند! اینان دنیای درونشان را خودشان می‌سازند و منتظر حاکمان و صاحبان زر و زور نمی‌مانند. محیط بیرونشان بر درونشان چون دیگران اثر خوبی دارد ولی درون غنی در شرایط سخت محیطی، ذوق را به کار می‌اندازد.

باغ مرا چه حاجت سرو و صنوبر است
شمشاد خانه‌پرور ما از که کمتر است [۴]

آب نرم و لطیف است، مانند عشق که لطیف است و به هر آنچه چون وجود عاشق برسد به آن لطافت می‌بخشد. آب نماد پاکی و زلالی است، نماد حیات و رویش است؛ نماد حرکت و رسیدن

به سرچشمه است همچون وجود عاشق که در تکاپوی رسیدن به معشوق است؛ بنابراین آب نماد روح عاشقی است که در راه رسیدن به معشوق خود به کمال می‌رسد. آب در هر ظرفی که قرار گیرد شبیه آن می‌شود مانند عاشق که چون در معشوق غرق می‌شود شبیه معشوق خود می‌شود. وجود عاشق به آب بسیار شباهت دارد. وقتی شاعر به آب می‌نگرد گویی به درون خود مینگرد و تجلی عشق را در روح خود تماشا می‌کند. تماشای آب لذت دیدن عشق در وجود عاشق است. حال تفاوت نمی‌کند این آب دریایی در آلمان باشد یا جویباری در شیراز؛ تماشای آب برای عاشق همیشه و در هرکجا دلنشین است.

کی شعر تر انگیزد خاطر که حزین باشد
یک نکته از این معنی گفتیم و همین باشد
از لعل تو گر یابم انگشتری زنهار
صد ملک سلیمانم در زیر نگین باشد [۴]

گوید که کی شعر تر انگیزد شاعر که حزین باشد؛ اما شما هر دو وقتی‌که غمگین هم باشید باز هم شعر با طراوت گویید زیرا غم زیبا غمی است که افسردگی نیاورد. غم زیبا از عشق زاییده می‌شود و چون عشق منشأ حرکت و طراوت است، این غم عشق به حرکت و پویایی می‌انجامد نه رخوت و سکون. گویند جهان به یک‌ذره غم نیرزد، به شادی گرای اما نه هر غمی! بلکه به غم زیبا یعنی غم عشق بگراییم زیرا غم عشق یکسر شادی است و همه بند و اسیری‌اش آزادی است!
شما ای گوته و ای حافظ! هر دوغم زیبا را در بازار عشق خریدار شده‌اید، پس شما را از ملامت چه باک!؟ غم‌هایتان همه شادی بود یک غم به دل خود راه دادید صد شادی به آن افزودید!

غم‌هاش همه شادی بندش همه آزادی
یک دانه بدو دادی صد باغ مزید آمد
من بنده آن شرقم در نعمت آن غرقم
جز نعمت پاک او منحوس و پلید آمد [۱]

پرسش ششم: وجه مشترک حافظ و گوته از لحاظ سکوت بیرون و سکون درون چیست؟ حتی اگر از سکون درون برخوردار باشیم نبود سکوت برون مجال را از ما می‌گیرد. سکوت لازمهٔ تحول درون و پل رسیدن به آرامش است. در عالم سکوت و تهی از صداهای بیرون است که می‌توان صدای ضمیر خویشتن را شنید و آنگاه درون خود را کاوید:

در اندرون من خسته‌دل ندانم کیست
که من خموشم و او در فغان و در غوغاست [۴]

لب سرچشمه‌ای و طرف جویی
نم اشکی و با خود گفت‌وگویی
نیاز من چه وزن آرد بدین ساز
که خورشید غنی شد کیسه پرداز [۴]

امروزه شرایط پرغوغا و پر سروصدا بر انسان‌ها حاکم است و از هر طرف موجی از انواع امواج الکترومغناطیس ما را فراگرفته، درنتیجه در شرایط بد و شلوغ صدایی به سر می‌بریم و به آن عادت می‌کنیم به‌طوری‌که اگر در شرایط سکوت قرار گیریم وحشت‌زده می‌شویم! گویی خودمان از خویشتن خویش یا از درون خویش در گریزیم. چراکه طاقت آن نداریم که در خلوت خود به حرف‌های خود گوش دهیم. آن‌چنان غوغای پیرامون و صداهای مصنوعی، ما را فراگرفته که نمی‌توانیم از آن‌ها فرار کنیم:

عجبست اگر توانم که سفر کنم ز دستت
به کجا رود کبوتر که اسیر باز باشد [۲۱]

این سکوت است که درهای بسته روح آدمی را به‌سوی نغمه الهی درونش می‌گشاید و گوش جانش را باز می‌کند.

ای خوش آنکو رفت در حصن سکوت
بسته دل در یاد «حی لایموت»
رو نشین خاموش، چندان ای فلان
که فراموشت شود، نطق و بیان
خامشی باشد، نشان اهل حال
گر بجنبانند لب، گردند لال [۲۳]

پرسش هفتم: سر دلبری و عاشق پیشه‌گی چیست؟ هر دوی شما توانسته‌اید دل‌های زیادی را تصرف کنید! علت چه بوده است؟ وقتی از شعر و غزل و نقش و نغمهٔ شما بوی خوش آشنایی به مشام مردم برسد، آنگاه عطر وجود عاشقانهٔ شما محبوب همگان می‌شود:

مردمان عاشق گفتار من ای قبلهٔ خوبان
چون نباشند که من عاشق دیدار تو باشم [۲۱]

مگر این شاخ نبات و آن شمع شب‌افروز و غزال رعنا و سرو بلندبالای حافظ نبوده است که جمله عاشقان در گرمای او گرم شده‌اند؟ آنها از شما آموخته‌اند در همه حال زندگی کنند.

زنده کدام است بر هوشیار
آن‌که بمیرد به سرکوی یار [۲۱]

کنایتی‌ست که از روزگار هجران گفت
حدیث هول قیامت که گفت واعظ شهر [۴]

درعین‌حال حافظ در بسیاری موارد که از معشوق یاد کرده، در تلاش بوده تا ذهن را از معنای ظاهر منصرف کرده و به سمت معنای حقیقی سوق دهد؛ اما چرا باید عشق زمینی را کم رنگ جلوه داد؟ مگر این آسمان نبوده که بر زمین بوسه داده است؟

چو دریا و کوه و زمین آفرید
بلند آسمان از برش برکشید [۱۹]

خدا انسان را از خاک آفریده پس فرشته نیست که از آسمان آمده و زمینی شده باشد بلکه باید از زمین صعود کند و آسمانی شود [۲۴]!

چون تن عاشق درآید همچو گنجی در زمین
صد دریچه برگشاید آسمان عاشقان [۱]

ما اگر بر روی زمین خوش آرمیده باشیم احوال آسمان را بیشتر می‌پرسیم و اگر از زمین بدی بینیم از احوال زمین به آسمان نالیم. تن ما بر زمین و سرمان بر آسمان است، پس سر بی تن چه می‌خواهیم ما؟ مگر نمی‌باید پله‌پله تا آسمان رفت؟ به‌راستی می‌توان از زمین به آسمان و منزل‌به‌منزل تا خدا رفت؛ اما مگر بدون نردبان می‌توان به پشت‌بام رفت [۷ و ۲۴]؟

صد گونه زبان زمین برآورد
در پاسخ آنچه آسمان گفت
ای عاشق آسمان قرین شو
با او که حدیث نردبان گفت [۱]

باید همه دود دل شویم تا به‌سوی آسمان شویم. مولانا می‌گوید آنچه در آسمان دیدم در روی زمین یافتم!

گفتم که آنچه از آسمان جستم بدیدم در زمین
ناگاه فضل ایزدی شد چارهٔ بیچاره‌ای [۱]

وقتی خورشید تابان بر زمین می‌تابد و پرتو و اشعه‌های آن به زمین می‌رسد چرا آسمان بهتر از زمین است؟

آن آفتاب خوبی چون بر زمین بتابد
آن دم زمین خاکی بهتر ز آسمانست [۱]

ای زاهدان کج‌فهم اگر نتوانستید قدر زمین را بفهمید، بدانید که از آسمان هیچ ندانسته‌اید! ای آنان که قدر زمین را پایین آوردید و ماده را کم‌ارزش جلوه دادید، همین‌که خودتان به قدرت رسیدید، ثابت کردید هدف نهایی مادیات بود! گویی مولانا می‌دانسته این‌گونه ریاکاران چگونه‌اند و دل را مثال آسمان....

دل مثال آسمان آمد زبان همچون زمین
از زمین تا آسمان‌ها منزل بس مشکلست [۱]

مولانا می‌گوید دل مانند آسمان و زبان همچون زمین است. این یعنی آسمان قدر و شرف دارد و زمین بی‌قدر و بی‌ارج است و خاک و زمین و افلاک هیچ سنخیتی با هم ندارند. آنچه بر زبان جاری می‌شود مانند خود زبان چون ظاهری است مانند زمین است؛ یعنی عشق مانند آسمان است! چون زبان را بر عاقلان فهمانده و دل را بر عاشقان و دل مانند آسمان است یعنی عشق مانند آسمان است و عقل مانند زمین. همین تفاوت که میان زمین و آسمان است، میان عقل و عشق نیز هست. وقتی که به دنیا آمدیم ما را افقی می‌خوابانند و رویمان رو به آسمان است، پس از سالی تلاش پدر و مادر می‌توانیم روی پاهای خود راه برویم و کم‌کم سخن گفتن می‌آموزیم و ارتباطمان با زمین و زمینیان بیشتر می‌شود. این ارتباط با زمین آن اندازه می‌شود که می‌توانیم رابطهٔ میان زمین و آسمان را بفهمیم. می‌توانیم رابطهٔ میان عقل و عشق را نیز بفهمیم. در این حال می‌توانیم از زمین به‌سوی آسمان پرواز کنیم و از عقل به عشق و از علم به معرفت و از دانش به بینش برسیم [۷ و ۲۴].

زمین و آسمان دلو و سبویند
برونست از زمین و آسمان آب
تو هم بیرون رو از چرخ زمین زود
که تا بینی روان از لامکان آب [۱]

فلک مر خاک را هر دم هزاران رنگ می‌بخشد
که نی رنگ زمین دارد نه رنگ آسمان اینک
چو اصل رنگ بی‌رنگست و اصل نقش بی‌نقشست

چو اصل حرف بی‌حرفست چو اصل نقد کان اینک
تویی عاشق تویی معشوق تویی جویان این هر دو
ولی تو توی بر تویی ز رشک این و آن اینک [۱]

آیا شما از میان عشق در هر دو جهان، نخست عشق در این جهان را برنگزیده‌اید؟ مگر بر این باور نیستید که عشق این جهان است که در آن جهان به کار آید؟ اگر می‌گویید نه پس آمدن در این جهان بهر چه بود؟ آمدن و رفتن ما بهر چه بود؟ مگر نه آن‌که عشق زمینی از آسمان نازل شده است و هموست که عشق زمینی را بر ما فرو فرستاده، تا با درک و لمس آن آسمانی شویم. روی زمین است که می‌توان عشق را حس و لمس کرد. هموست که عشق زمینی را در نهاد بشر قرار داده تا هجران معشوق و نالیدن برای وصال را حس کند و همین عشق است که آدمی را برای درک کائنات به‌پیش می‌راند. پس آیا نمی‌توان گفت: دانشمندانی که خبر از اوج آسمان‌ها، قعر دریاها، سطح و عمق زمین می‌دهند همان عاشقان و جویندگان حقیقت هستند[۱۹]؟

ز ملک تا ملکوتش حجاب بردارند
هر آن‌که خدمت جام جهان‌نما بکند [۴]

هر چند که ممکن است، آسمان غایی و مدنظر کارشناسان، همان آسمان مدنظر دیگران نباشد، اما آسمان دانشمندان هم می‌تواند عظمت آسمان عرش را به دیگران نشان دهد. آموزش آن‌ها دربارهٔ آسمان‌ها و فضا و یادگیری ما از آن‌ها هر دو فضیلت است، هم برای آنان هم برای ما! حافظ نیز مکرر اشاره کرده است که در باطن کلام او سرّ نهانی هست که ظاهربینان را به آن راه نیست.

من این حروف نوشتم چنان‌که غیر ندانست
تو هم ز روی کرامت چنان بخوان که تو دانی [۴]

دانشمندان نگاه و دانش ما را از زمین خاکی به آسمان و کائناتش گسترش می‌دهند و علم و معرفت ما را رشد می‌دهند. شاعران و فلاسفه نگاه ما را از زندگی مادی و خاکی به ملکوت و آسمان‌های وجود پرواز می‌دهند و جنبه‌های روحانی و معنوی عشق را برای ما به تصویر می‌کشند.

عشق را باید مشق کرد. باید مکتب رفت تا خواندن و نوشتن آموخت و سپس سراییدن را. پس عشق آن مشقی است که از زمین خاکی آغاز می‌شود و بال‌وپر می‌گیرد و بالاتر و بالاتر می‌رود تا آنجا که بال فرشتگان می‌سوزد و تنها عشق ناب است که می‌ماند. در آن نقطه از انسان هیچ نمی‌ماند جز پرتویی از عشق و چون پروردگار عالم همان عشق محض است، در آن مرحله است که انسان به ملاقات خدا می‌رسد.

از مقامات تبتل تا فنا
پایه پایه (پله‌پله) تا ملاقات خدا
شرح و حد هر مقام و منزلی
که بپر زو بر پرد صاحب‌دلی [۱۶]

خوف یا رجاء حافظ؟

حافظا! پرسشی در ذهنم خطور کرده که بیانش می‌کنم. دو دل بودم که از رندان بپرسم یا ز مستان بجویم؛ از عاشقان بخواهم یا از بخردان بپرسم؛ اما ناگهان به خود آمدم! مردمان همه پرسش و آرزوی خود را از حافظ می‌پرسند و به او تفأل می‌زنند، چرا من پرسش خود را از غیر او بپرسم؟ پس تفألی به دیوانش زدم که آرزویی دارم آیا اسرار این آرزو فاش کنم یا برای همیشه در دل نهانش دارم؟ باز هم می‌گویی اسرارم از سرای وجودم به در نرود؟ مگر نه آن‌که تفأل به حافظ همه انس است و آرزویم همه حق است، پس بهتر آن نیست که «و آن یکاد» بخوانم و سخن برفراز کنم؟ باشد که در میخانه را بگشایم! باشد که گره از کار فروبستهٔ خود بگشایم! راه به شراب‌خانهٔ مقصود بردم تا قطره‌ای از دیوان حافظ به من خاکسار بخشند. باور داشتم شادی، فرخندگی، عشق و شوریدگی، جمله در این فال هست! آنچه در دیوانش دیده بودم شاهد این فال بود. گرچه پیش از فال مضطرب احوال بودم ولی اطمینان داشتم از پس هر گریه، آخر خنده‌ای است. آنچه در خواب دیده‌ام شاهد این فال است. پس نتیجه گرفتم همچنان بخت، مددکار است و لذت آن «می» که نوش‌کردم همچنان در کام است. تفأل زدم و این بیت آمد:

گفت آن یار کزو گشت سر دار بلند
جرمش این بود که اسرار هویدا می‌کرد [۴]

فال حافظ

ای گوته تو از فال حافظ گفته‌ای پس جا دارد که از غم نداشته‌ها گوییم! در جایی به سبب نداشته‌ها، غم داشتند و در جای دیگر سبب شادی، از داشته‌ها بود؛ در جایی خیام نداشتند، اما با رباعیاتش زندگی می‌کردند و آنجا که خیامی داشتند بر آرامگاهش می‌گریستند؛ در جای دگر که حافظ نداشتند با دیوان

او تاریکی شب را به سپیدی سحر بدل می‌کردند و آنجا هم که حافظ داشتند تنها با غزل‌هایش فال می‌گرفتند؛ رباعیات خیام را افراد بی‌شماری می‌خواندند اما بسا که آن‌ها را از آن حافظ می‌پنداشتند! برخی گلستان و بوستان سعدی را می‌خواندند ولی آن را همانند مثنوی تفسیر می‌کردند. خلاصه که غم نداشته‌ها و شادی از داشته‌ها در من شادی و غم پرورد.

درد بی‌دردی!

شما هر دو از داغ دل سوختید اما هیچ‌کدام با داغ ناپیدای دل نساختید! آن‌چنان سوختید که هر دو لذتی بیکران ساختید. گوته کنار دریا بود ولی حافظ هم‌جوار کویر؛ حافظ در کویر به دل دریا زد و گستردگی اندیشهٔ گوته به پهنای کویر و بیابان شد.

مرد را دردی اگر باشد خوش است
درد بی‌دردی علاجش آتش است [۲۵]

هر دو دردآشنا بودید و بیگانه با درد بی‌دردی چراکه درد بی‌دردی از هر دردی بدتر است. گرچه هم گنجایش و هم ظاهر ظرف لذت انسان‌ها با هم متفاوت است؛ یکی چون کشکول و دیگری چون پیاله و جام است اما محتوای هر دو آن‌ها سرشار از شراب ناب است! در دنیایی که کیفیت را با شاخص‌های کمّی می‌سنجند روشن است روزبه‌روز از کیفیت کم و به کمیت افزوده گردد. از درون کاسته و به بیرون افزوده می‌شود. از بینش کم و به دانش افزوده، از کلیات کم کرده و به جزئیات افزوده می‌شود، چنانچه به آسایش افزوده و از آرامش کاسته می‌شود.

دردیست درد عشق که هیچش طبیب نیست
گر دردمند عشق بنالد غریب نیست [۲۱]

نتایج

چه گل‌هایی که در کشتزار جهان می‌رویند برخی با حظ بصری فراوان اما تهی از حظ بویایی! این گل‌ها به عطارخانه‌ها راه نمی‌یابند! زیرا عطار چگونه به مشتریان خود بگوید که مشک آنست که خود ببوید نه آن‌که عطار بگوید. چنین گل‌هایی گاه چند بار در سال گل می‌دهند و با هر بار گلدهی پیام‌آور بهارند و این‌که که زمستان هم بهار است، اما کیست که باور کند زمستان هم بهار است؟ اما گل‌هایی هم هستند که همین پنج روز و شش باشند اما عطر آنان همیشه خوش است. چنین گل‌هایی حتی اگر بر بوتهٔ خارداری برویند همچون سرهایی هستند که بر بدن‌هایی استوار گشته‌اند. آن هنگام که پذیرفتیم هر سری عقلی دارد و هر گلی عطری، باید بدانیم هر مکانی هم، ویژگی خود را دارد و هر زمانی، لطفی و هر باوری، دلیلی و هر موجود، فایده‌ای و هر مسیر، چالش‌هایی در پیش رو. پس به اهمیت تعامل انسان‌ها و گفتگوی میان آن‌ها بیشتر پی می‌بریم. حال چه کسانی می‌توانند گفتگو کنند و با چه زبانی؟ آن‌ها که ملت‌هایی را دیده باشند و به سبک‌ها و رازهایی از موفقیت هرکدام پی برده باشند؛ اما این همه تجربه و دانسته از چه طریق به دست می‌آید؟ آری بسیار سفر باید تا پخته شود خامی. گرچه نقاب از رخ یار برداشتن، موجی از ملامت زاهدان کج‌فهم را به همراه دارد اما شمعی که ایستاده باشد، کی ز آتش بیم دارد؟ او که در دولت عشق، جوانمرد و جوانبخت باشد، چرا از زاهد کج‌فهم خوف و به او رجاء داشته باشد؟ پس با آواز بلند آنچه را که در دل پرورانده یا در سر نهاده‌ام، می‌گویم و می‌نگارم: از بادی که شمعی را خاموش کند باید هراسید! پس پروردگارا باد از سرم بیرون کن ولی باده از لبم هرگز!

پیشنهاد سفر و گفتگوی تمدن‌ها

گفتگوی تمدن ملل در بین مردم جهان بسیار مفید است زیرا همه‌چیز را همه‌کس دانند و همه‌کس هنوز زاده نشده‌اند. پس هیچ‌کس در هیچ زمانی و در هیچ کجای دنیا، هرچند از فرهنگ و تمدنی بسیار غنی، بی‌نیاز از تعامل با دیگر تمدن‌ها و فرهنگ‌ها نیست. در این تعامل‌هاست که به نقاط ضعف و قدرت خود پی برده، در جهت بهبود و پیشرفت حرکت می‌کنیم؛ هنر و فرهنگ و خود را به سایر مرزها معرفی کرده و گسترش می‌دهیم. همچنین از نیکی‌ها و زیبایی‌های سایر فرهنگ‌ها و تمدن‌ها همچون هنر و ادبیات آنان بهره می‌بریم. گویی در همه‌جا و در همه زمان‌ها زیسته‌ایم و از تمام زیبایی‌ها و نیکی‌های جهان بهره برده‌ایم و این‌چنین مرزهای زمان و مکان در هم می‌شکند.

وقتی پذیرای گفتگوی دیگران شویم تحمل را بر تحمیل ترجیح می‌دهیم. زبان لطیف به کار بردن را تمرین می‌کنیم. هنر می‌آموزیم و آموزش می‌بینیم. برای رسیدن به مرحلهٔ گفتگو، شرط نخست آنست که بسیار سفر باید تا پخته شویم.

صافی دل خواهی از سیر و سفر غافل مباش
تختهٔ مشق کدورت از سکون می‌گردد آب [۲۶]

تو باشی لیک این بسیار راز است

سفر کن گر چه ره دور و دراز است
چه گوید هر چه گوید خوب باشد
نماید طالب و مطلوب باشد
خطاب طالب اول یاب آخر
یکی بین اولین در سوی آخر
دوئی چون نیست اینجا آخر کار
یکی باشند چه نقطه چه پرگار [۲۷]

در سفر اختیار و جبر را بهتر می‌فهمیم؛ زشتی و زیبایی را کامل‌تر معنا می‌کنیم؛ این‌سو و آن‌سو را بهتر می‌شناسیم؛ راه را از بیراهه و دوری را از نزدیکی، ماده را از معنا، تردید را از یقین، قله را از دره و اصل را از فرع، بهتر تجربه می‌کنیم! سفر ترجمان درست زیستن در حال، گذشته و آینده است. با سفر است که همگرایی را از واگرایی و سختی و تحجر را از نرمی و لطافت تشخیص می‌دهیم و تفاوت کار با کار و تفریح با تفریح را در عمل درک می‌کنیم. وقتی کوله بار سفر بستیم باید از دو راهی‌های بسیاری عبور کنیم. باید امید را از ناامیدی تمیز دهیم و مسئول امید و ناامیدی را بشناسیم.

به عزم مرحله عشق پیش نه قدمی
که سودها کنی ار این سفر توانی کرد
تو کز سرای طبیعت نمی‌روی بیرون
کجا به کوی طریقت گذر توانی کرد [۴]

تا سر زلف پریشان تو در جمع آمد
هیچ مجموع ندانم که پریشان تو نیست [۲۱]

زلف آشفتهٔ او موجب جمعیّت ماست
چون چنین است پس آشفته‌ترش باید کرد [۴]

کس چو حافظ نگشاد از رخ اندیشه نقاب
تا سر زلف سخن را به قلم شانه زدند [۴]

هر چند گوته و حافظ، شاعرانی هستند که در دوره‌ها و با فرهنگ‌هایی متفاوت؛ یکی در غرب و دیگری در شرق، ولی به‌واسطهٔ شباهت‌هایی در اوضاع زندگی خصوصی و اجتماعی، و همچنین به‌واسطه درک مشترکی که از مسائل زندگی، بینش و نگاهی نزدیک به بسیاری پدیده‌ها و موضوعات از جمله عشق، شادی، زندگی و ... داشته‌اند، به هم نزدیک شده‌اند. این دو آن‌چنان روحیهٔ نزدیک به همی پیدا کردند که گوته به یاری نبوغ خود پس از گذشت سده‌ها، از ورای ترجمه‌ای نارسا و گاه غلط، بهتر از همه هم‌عصران خود و بهتر از بسیاری از هم‌میهنان و هم‌زبانان حافظ، به ژرفای کلام لسان‌الغیب پی برد و توانست گوهر کلام وی را درک کند.

در پایان بایستی گفت حافظ و گوته، مظهر تجلی گفتگوی میان شرق و غرب بوده‌اند. سخن گفتن از این ادیبان گران‌قدر را نه‌تنها تکریم دو هنرمند بلکه باید «سخن گفتن از همدلی و

قطعه شعری از حافظ که در کنار بنای یادبود حافظ و گوته در وایمار نگاشته شده.

همزبانی» توصیف کرد که در دو عصر و دو سرزمین متفاوت روی داده است. شعر عرصهٔ گفتگوست و همزبانی و همسخنی این دو ادیب (نه به معنای کلمه) بیانگر حقیقت مشترک وجود است. ما اگرچه ناهمزبانیم، اما حقیقت ما همزبانی است، هم‌زبانی در شعر تجلی می‌یابد ولی در شعر نمی‌ماند و عرصهٔ اندیشه، رفتار و عمل اجتماعی را می‌پیماید.

چون نیابد همزبانی، نامهٔ سربسته‌ای است
همنفس چون یافت، در هر ناله‌اش طومارهاست [۱۷]

تقدیر و تشکر

از جناب آقای دکتر موسوی موحدی برای بذل توجه‌شان به این نوشته و تشویقشان جهت چاپ در مجلهٔ وزین نشاء علم کمال

تشکر را دارم. از آقای جعفر جعفرزاده و خانم ابراهیم‌زاده به خاطر ویراستاری سپاسگزارم.

منابع و مؤاخذ

[۱]. مولوی، جلال الدین. (۱۳۸۵). غزلیات شمس‌تبریزی، مقدمه و تفسیر: محمدرضا شفیعی کدکنی، تهران، سخن.

[2]. Akbari, E., Alavipanah, S. K., Jeihouni, M., Hajeb, M., Haase, D., & Alavipanah, S. (2017). A review of ocean/sea subsurface water temperature studies from remote sensing and non-remote sensing methods. Water, 9(12), 936.

[۳]. خیام، عمر. (۱۳۸۴). رباعیات، تصحیح محمدعلی فروغی و قاسم غنی، تهران، انتشارات ناهید.

[۴]. حافظ، شمس الدین محمد. (۱۳۸۵). دیوان، به اهتمام محمد قزوینی و قاسم غنی، تهران، سروش.

[۵]. سعدی، مصلح الدین. (۱۳۹۴). گلستان به تصحیح: محمدعلی فروغی، تهران، ققنوس.

[۶]. معتضد، خسرو. (۱۳۹۲). روزنامه قدس، سه‌شنبه ۳۰ مهر، صفحه ۱۱.

[۷]. سیدکاظم علوی پناه. (۱۳۹۵). "علم و عشق." تهران: ترفند.

[۸]. دیوان شرقی گوته. (۱۳۸۷). فون گوته، یوهان ولفگانگ. مترجم: شجاع الدین شفا. تهران. نشر نخستین.

[۹]. دیوان غربی ـشرقی.(۱۳۹۴). فون گوته، یوهان ولفگانگ. مترجم: کوروش صفوی، ناشر: نشر کتاب هرمس.

[10]. Albrecht, J. (1998). Literarische Ubersetzung: Geschichte, Theorie, kulturelleWirkung. Darmstadt. P167.

[11]. Goethe, J.W.v.1951.” Aus den Tag-und Jahresheften 1815”. In: Weitz, H.-J.

[۱۲]. تائبی نقندری، زهره. (۱۳۹۲). حافظ از دو نگاه: رمانتیسم گوته و تعالی گرایی امرسن، ادبیات تطبیقی،صص ۶۱-۴۰.

[۱۳]. سیدکاظم علوی پناه، کلثوم غضنفری و جعفر جعفرزاده. (۱۳۹۷). "مفهوم حرارت در اندیشه مولانا"، مقاله مختصر. عرفان در کلام مولانا.

[۱۴]. سیدکاظم علوی پناه. (۱۳۹۴). "رمزگشایی آتش و پدیدارشناسی حرارت از دیرباز تا امروز." تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

[۱۵]. سیدکاظم علوی پناه. (۱۳۸۷). "سنجش‌ازدور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین.": انتشارات دانشگاه تهران.

[۱۶]. مولوی، جلال الدین. (۱۳۷۰). مثنوی معنوی، تهران، طلوع.

[۱۷]. صائب تبریزی، محمدعلی. (۱۳۹۲). به اهتمام: جهانگیر منصور، تهران، نگاه.

[۱۸]. عطار نیشابوری، فریدالدین. (۱۳۸۴). دیوان اشعار مشتمل بر غزلیات و قصاید و ترجیعات، انتشارات علم.

[۱۹]. فردوسی، ابوالقاسم. (۱۳۹۶). شاهنامه فردوسی، با مقدمه مجتبی مینوی، چاپ چهارم، انتشارات نگاه.

[۲۰]. شهریار (بهجت تبریزی، سید محمدحسین). (۱۳۹۵). دیوان شهریار. انتشارات زرین.

[۲۱]. سعدی، مصلح‌الدین. (۱۳۹۵). غزلیّات سعدی، تهران، ققنوس.

[۲۲]. ابوعلیِ سینا (ابن‌سینا، ابوعلی حسین). (۱۳۷۰). ترجمه عبدالرحمن شرفکندی. قانون در طب. جلد سوم. انتشارات سروش.

[۲۳]. شیخ بهایی (عاملی، بهاءالدین محمد بن حسین). (۱۳۸۸). نان و حلوا. انتشارات فراگشت.

[۲۴]. جعفر جعفرزاده، سیدکاظم علوی پناه. (۱۳۹۷). "خاک در اندیشه مولانا"، مقاله مختصر. عرفان در کلام مولانا.

[۲۵]. مجذوب تبریزی، محمد بن محمدرضا. (۱۳۹۰). (تصحیح:) سجاد رسولی نوده. تهران: انتشارات اقبال.

[۲۶]. دهلوی، میرزا عبدالقادر بیدل. (۱۳۹۷). دیوان بیدل دهلوی، به کوشش اکبر بهداروند. انتشارات نگاه.

[۲۷]. عطار نیشابوری، فریدالدین محمد. (۱۳۷۱). هیلاج‌نامه. با تصحیح و مقدمه احمد خوشنویس (عماد). انتشارات سنائی.

Eastern Divan of The Western Author
Or the Western Divan of the Eastern Author

Seyed Kazem Alavipanah [1,*]

Much has been said about what and how the ideas of prominent scientists in the world come from different specialties and from different geographical areas. But the nature of science is such that research results and scientific achievements are not so dependent on internal factors and social and political environment conditions. Just as the intellectual and emotional outpourings of sages, mystics, artists, and poets can be a function of the inner and outer conditions, so much they can converge in feeling, understanding, and knowing inside and out, providing many questions. In this article we have tried to interpretations, the explanation and vocabulary of the words in the poems since the original order poet and reality of what has been spoken, and the literal meaning of what is desirable poet, a bridge to be struck. Along with that the convergence of scientific, literary and spiritual concepts with new ways has been considered. The spiritual connection between two thoughtful poets, Goethe from Germany and Hafiz from Iran, who have lived in two different languages and cultures for more than 500 years, demonstrates the possibility of intellectual, cultural and social connection beyond contractual boundaries. Although we were not satisfied with the two, we cite examples of Mowlana, Attar, and Sa'di to show that all the elders in the cupola had a photograph of the scene. We interpret the visage of the mistress as a shared love that knows neither the geographical boundary nor the political or cultural boundary; Not afraid of time or place. Although science also creates such convergence and connection, it brings people together in love, spirit, spirituality, and thought, and avoids disagreements and creates empathy. Today, in spite of the achievement of rationalism, not only the problems of mankind have not been resolved, but also an increase. It may be that everyone thinks of himself as common sense, while everyone is the only one who knows everything and everyone has not yet been born! So, we suggested empathy by speaking it with the language of love, perhaps with this human mechanism achieving promised peace and inner satisfaction.

In this soil in this soil, in this clean farm
Except for love and affection, we should not sow any other seed (*Mowlana*)

Keywords: Hafiz, Goethe, Convergence, Inside and Outside, Difference and Similarity.

*Author for Correspondence, Professor, Tel: (+98) 9123207202, E-mail: salavipa@ut.ac.ir
[1] Faculty of Geography, Department of Remote Sensing and GIS, University of Tehran, Tehran, Iran

Twenty Things I Wish I'd Known When I Started My PhD

Mona Shahlaei[1], Maryam Saeidifar[*,1] and Ali A. Saboury[2]

At present, there are many concerns about the effect of conditions in the academic environment on mental health Ph.D. students. In this regard, the suggestions that have been made on the academic achievement of Ph.D. students during the course of the study published in Nature, have led us to translate this article into Persian and we also wanted to add a section of the lifestyles of doctoral students. The results of the studies showed that Ph.D. students suffered from emotional exhaustion during their education, which could have an adverse effect on their lifestyle, performance and academic achievement, and sometimes lead to depression. Additionally, emotional exhaustion can lead to student dropout. Therefore, maintaining a balance between in own life and research work can reduce the effects of stress and play an important role in mental health and academic achievement of students. Based on reports, Supervisor support and counseling sessions by the organization or educational center can significantly reduce the psychological burden of emotional exhaustion in Ph.D. students. On the other hand, the effective factors for academic achievement and increasing the quality of lifestyle is sufficient and good sleep that causes the detoxification of the body, the appropriate nourishment and exercise make health and the physical fitness of the body, respectively. For this reason, in the end, recommendations have been made to reduce the emotional exhaustion of Ph.D. students during their study period to successfully overcome the challenges they faced during their course.

Keywords: Ph.D. Students, Lifestyle, Academic Achievement, Relaxation, Stress.

*Author for Correspondence, Assistant Professor, Tel: 026-36280438, E-mail: saeidifar@merc.ac.ir

[1] Institute of Materials and Energy, Karaj, Iran

[2] Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

Outlook to Xenobiotics

Fataneh Fatemi[1,*]

A xenobiotic is a chemical substance found within an organism that is not naturally produced or expected to be present within the organism and considered as substances foreign to an entire biological system, which did not exist in nature before their synthesis by humans. Xenobiotics include antioxidants, drugs, carcinogens, contaminants, food additives, hydrocarbons and pesticides and usually are resistant to degradation and accumulate in the environment due to their recalcitrant properties. The xenobiotic accumulation occurs particularly in the subsurface environment and water sources, as well as in biological systems, having the potential to impact human health and environment. Moreover, these compounds can be accumulated in food chain and cause harm to the different ecosystems. We are chronically exposed to over than 250,000 different xenobiotic that are considered safe or known to be safe alone. But recent research studies demonstrate that many of these compounds are suspected to impact human health and environment, and their combination in complex mixtures could exacerbate their harmful effects. This paper focus on the synergistic toxic effect of xenobiotics mixtures on environment and also on human health, notably on the endocrine system and intestinal microbiome. For the degradation of xenobiotic compounds various physico-chemical and biological methods have been used but all these methods produce toxic by-products that are hazardous to the environment. The present paper also provides a comprehensive outlook on the utilization of new technologies for removal of xenobiotic environmental pollutants.

Keywords: Xenobiotics, Chemical Association of Xenobiotics, Human Health, Environment, Xenobiotics Removal

*Author for Correspondence, Assistant Professor, (f_fatemi@sbu.ac.ir), Tel: +21 29905014, Fax: +21 22434500

[1] Protein Research Center, Shahid Beheshti University, G.C. Evin, Tehran, Iran

Environmental Pollution Caused by Antibiotics

Samin Haghighi Poodeh[1], Yahya Sefidbakht[*,1,2] and Hassan Kouchakzadeh[1,2]

The annual global consumption of antibiotics by humans and other organisms is estimated about 106 tons per year, which is an issue of the increasing importance of environmental contamination by antibiotics. Consumed antibiotics by humans and other organisms do not completely degrade in their bodies, and are transmitted through the sewages or hospital wastes back to environment. Recently, the amount of antibiotics in the soil and water has been measured by liquid chromatography and mass spectrometry techniques, which indicates the concentration of these compounds in the environment varies from a few nanograms to the hundreds of nanograms per kilogram, which the level of contamination increases due to the increasing usages of antibiotics in the winter. According to studies, the antibiotic concentration in American aquatic resources is up to 15 micrograms per liter, European and African countries are more than 10 micrograms per liter and 50 micrograms per liter, and in the Asian countries, this is over than 450 micrograms per liter. The presence of these antibiotics in the water and the soil may directly affect the bacteria involved in ecosystem cycles such as nitrogen fixation cycles, methanogenesis, sulfate reduction, nitric cycle, or indirectly by the horizontal gene transfer phenomenon, low antibiotic concentrations in the range of micrograms per liter lead to resistance, genetic and phenotypic changes, or various physiological activities in bacteria. Studies that have conducted to remove released antibiotics into the environment indicate that methods such as coagulation, freezing, sedimentation, and filtration have failed. New inquiries have carried out in order to the removal of contamination by using advanced oxidation methods, which seem to be effective methods; however, more advanced studies are needed.

Keywords: Antibiotics, Wastewater Treatment, Antibiotic Resistant, Environment

*Author for Correspondence, Assistant Professor, Tel: 021-229905021, E-mail: y_sefidbakht@sbu.ac.ir

[1] Protein Research Center, Shahid Beheshti University, G.C. Evin, Tehran, Iran

[2] Nanobiotechnology Laboratory, The Faculty of New Technologies Engineering (NTE) Shahid Beheshti University, G.C Tehran Iran

Outlook on Nature (Journal) and Nobel Prizes

Nasim Soleymani [1], Ali Akbar Moosavi-Movahedi [*,1]

Nature is one of the premier journals with a long history of publishing scientific articles. It was opened in 1869 in Cambridge, England. This journal publishes scholarly articles, scientific news in simple language, advertising, and job opportunities. It has two main goals: First, to bring scientific results and achievements to the public's view so as to gain a general understanding of science and daily life. Second, helping scientists and researchers make new interdisciplinary information available. For the first hundred years of its work, the journal focused primarily on the publication of important articles of the era and began to expand and internationalize it in the 1970s and began collaborating with other publications. It is not only scientifically up-to-date but also publicly available as a website and software applications. The Nature Publisher advises and even edits emerging researchers to publish articles in appropriate journals. About 30% of Nobel Prize-winning scholars published their papers in Nature.

Keywords: Nature Publishing, Articles of Era, Natural sciences, Popular science, Nobel Prizes

*Author for Correspondence, Professor, Member of Iran Academy of Sciences, Fellow of The World Academy of Sciences (TWAS), Fellow of Islamic World Academy of Sciences, Tel: +98 (21) 61113381, Fax: +98 (21) 66404680, E-mail: moosavi@ut.ac.ir

[1] Institute of Biochemistry and Biophysics (IBB), University of Tehran, Tehran, Iran

Quantum Biology

Farid Nasiri[1], Seyed Peyman Shariatpanahi[*,1] Mohammad Rahnamay[1], Ali A. Moosavi-Movahedi [1]

The present paper attempts to provide an introduction to the new and fascinating science of quantum biology. One of the major challenges in this field is the ambiguity of the concept of quantum biology which simply means the application of quantum mechanics to biological issues or critical processes. Quantum biology is essentially a new interdisciplinary science of quantum mechanics, chemistry, physics, biochemistry and biology. Quantum biology demonstrates biological phenomena that explicitly apply quantum mechanics to gain or perform a particular action. They have been observed in the biological world, explaining the existence and effect of these phenomena on important biological processes such as photosynthesis and enzymatic catalysis. It also deals with the role of quantum mechanics in other biological topics such as bird orientation, olfaction, vision, consciousness and the beginning of life. Finally, the Quantum Biology Research Core (QBRC-IBB) hosted at Institute of Biochemistry and Biophysics (IBB), University of Tehran is mentioned.

Keywords: Quantum Biology, Biochemistry, Quantum Tunneling, Photosynthesis, Quantum Biology Research Core (QBRC-IBB)

*Author for Correspondence, Assistant Professor, Tel: (+98 21) 44334326, E-mail: pshariatpanahi@ut.ac.ir

[1] Institute of Biochemistry and Biophysics (IBB), University of Tehran, Tehran, Iran

Creativity and Discovery

Ahmad Shaabani[1,*]

Currently, scientific advances are accelerating, and human society is facing with data and information explosion and the importance of knowledge, innovation and discovery in the creation of wealth is constantly increasing. Recognition of creative teaching practices and methods of discovery and innovation are the most important issues and challenges in the teaching and learning process in educational and research centers. In this article, with the question of "Is it possible to shape a creative and discoverer human by education?" Different levels of education have been explained and knowledge-based teaching as a creative education using human experience in language teaching and inspiring nature as the best creative teaching methods have been introduced. Finally, in answer to the question of "How big discovery happens and what the relationship of it with creative education?" Various types of discovery methods, including question-based discovery, serendipity and accidental discovery, logic and reasoning, imagination and dreaming, biomimetics and nature-based discovery, beliefs, and planed based research are introduced and their effective relationship (their effective link) to creative education has been studied and emphasized.

Key Words: Discovery, Creativity, Innovation, Information, Knowledge, Education.

*Author for Correspondence, Professor, Tel: +982129902800, Fax: +982122431663, E-mail: a-shaabani@sbu.ac.ir
[1] Faculty of Chemistry, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Sleep and Detoxification of the Body

Healthy sleep at night is the infrastructure for other body activities and regulates the spirit. Scientific research shows that sleep detoxifies the body and removes waste from the brain. Sleep is healing and restorative and one of the best antioxidants called melatonin is produced in healthy sleep and relieves waking stress. During waking, the body experiences a variety of stresses and sleep is restored. It is worth noting that sleep is different from rest and healthy sleep is defined at night when the sun is not present. Today condition, the people's over-use of virtualized social media devices which are changing the time of sleep, and people usually going to sleep late. Even when they fall asleep, they are awakened by the noise of construction and etc. and may sleep in non-biological clocks. This story causes the body to not detoxify well and there is a lot of stress left in the body, causing a variety of disasters and anomalies for the individual and society. In this state of body and brain disruption, learning is reduced and pupils, students, teachers and professors cannot optimally expand knowledge and research and overall national damage to science, production and economics in addition to emerging diseases and unrests. Therefore, it is essential that scientific-cultural authorities should express important policies for healthy sleep at night and that they should be cultured as an important lifestyle for the health of the individual and society. Today, scientific centers, scientific foundations and associations are researching and practicing on the subject of sleep, and it is an important branch of science that needs to be addressed from different angles. Science Cultivation (Journal) attempt to highlight life knowledge and science in its articles and editorials, hoping readers of this journal can benefit from them and apply this awareness to their lifestyle.

Ali A. Moosavi-Movahedi
Editor-in-Chief

Contents

In The Name Of

God

Science Cultivation

Science Cultivation “Journal” is published by Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran (FAST-IRAN) and in partnership with Iran Society of Biophysical Chemistry (ISOBC).
This journal aims at advancing and accelerating the science and technology policy in Iran.
License Holder : Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran. (FAST-IRAN)

ISSN: X 8003-539

Publisher: Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran
Web Coordinator: Zahra Moosavi-Movahedi
Address: No.7, Qarib Street, before Forsat Shirazi St, Tehran, Iran.
Tel/Fax: (+9821) 66577884
Foundation Website: www.fast-iran.ir
Website of Journal: www.sciencecultivation.ir
Email: info@sciencecultivation.ir

Science Cultivation

Journal of Enculturation and Policy Making of Science, Innovation and Technology
Vol. 9, No.2, JUNE 2019
ISSN: X8003-539

RICeST

ISC

Islamic World Science Citation Center

fast-Iran

Foundation for the Advancement of Science and Technology In Iran