fast-Iran
بنیاد پیشبرد علم و فناوری
ISC
Islamic World Science Citation Center
پایگاه استنادی علوم جهان اسلام
مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری
نشریه علمی - ترویجی

- سخن نخست: ارکان پرورش انسان از کودکی تا پیرخردمند
- اخلاق آب و حقوق طبیعت
- سبک زندگی علمی و شادی
- کشف سازوکارهای هموستاز قند خون: سرگذشت گرتی و کارل کوری
- تاریخچه جایزه نوبل پزشکی سال ۲۰۲۳ و پیشرفت‌های تغییرات پایه نوکلئوتیدی و توسعه واکسن‌های mRNA
- تحلیل عوامل موثر بر نقش اعتماد عمومی به علم: مطالعه موردی دوره آغازین همه‌گیری کووید-۱۹ در ایران
- نگاهی به نقش مدیریت اطلاعات در پیشگیری از آلودگی اطلاعات
- کاربردهای چت جی پی تی در تحقیقات علمی و ملاحظات اخلاقی استفاده از آن
- تحلیل کارآیی بخش ثبت اختراع نظام مالکیت فکری ایران با رویکرد تطبیقی
- معرفی الگوهای تقلیدی و مکانیسم‌های دفاعی در جانوران: درس‌هایی از طبیعت
- ساعت زیستی بدن: رونمایی از ریتم‌های حیات
- مروری بر بسته‌بندی هوشمند و فعال در صنایع غذایی

نشاء علم

نشـــریه فرهنگ سازی و سیـاست‌گذاری علـم، نوآوری و فنآوری
سـال سیزدهم، شماره دوم- خرداد ماه ۱۴۰۲، قیمت ۱۵۰۰۰ریال

بسم الله الرحمن الرحیم

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

هیات تحریریه:
حسین احمدی نوبری، محسن بهرامی، مهدی بهزاد، ناصر پارسا، جعفر توفیقی، غلامرضا حبیبی، عباسعلی زالی، محمد علی زلفی گل، سعید سهراب پور، عباس شکروی،
مجتبی شمسی‌پور، علی‌اکبر صبوری، نصرت ا.... ضرغام، محمدرضا عارف، محمد فرهادی، کیوان کوشا، مهدی محقق، عباس مصلی‌نژاد، رضا ملک‌زاده، حمید میرزاده، جعفر مهراد، صادق واعظ‌زاده، بهمن یزدی صمدی.

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: X8003539

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

سخن نخست : ارکان پرورش انسان از کودکی تا پیرخردمند.....۹۵

اخلاق آب و حقوق طبیعت/ سید موسی حسینی.....۹۶

سبک زندگی علمی و شادی/مونا نورآذران ، رضا یوسفی، مهدی ضرابی، سید کاظم علوی پناه، علی اکبر موسوی موحدی.....۱۰۴

کشف سازوکارهای هموستاز قند خون: سرگذشت گرتی و کارل کوری /عسل ربیعی ، مهران حبیبی رضائی.....۱۱۷

تاریخچه جایزه نوبل پزشکی سال ۲۰۲۳ و پیشرفت‌های تغییرات پایه نوکلئوتیدی و توسعه واکسن‌هایmRNA / شیدا ضرغامی، یحیی سفیدبخت، سینا مظفری جوین.....۱۲۴

تحلیل عوامل موثر بر نقش اعتماد عمومی به علم: مطالعه موردی دوره آغازین همه‌گیری کووید-۱۹ در ایران/ سیده زهرا اجاق.....۱۳۴

نگاهی به نقش مدیریت اطلاعات در پیشگیری از آلودگی اطلاعات/ زهرا دوست زاده.....۱۴۰

کاربردهای چت جی پی تی در تحقیقات علمی و ملاحظات اخلاقی استفاده از آن/ احمدرضا غفاری، حسام منتظری، علی اکبر موسوی موحدی.....۱۴۸

تحلیل کارآیی بخش ثبت اختراع نظام مالکیت فکری ایران با رویکرد تطبیقی/ محمدمهدی اخلاقی؛ محمود صادقی.....۱۵۷

معرفی الگوهای تقلیدی و مکانیسم‌های دفاعی در جانوران: درس‌هایی از طبیعت/ سعید شفیعی ثابت؛ آناهیتا علیزاده.....۱۶۴

ساعت زیستی بدن: رونمایی از ریتم‌های حیات/ میترا پیرحقی؛ علی اکبر موسوی موحدی.....۱۷۲

مروری بر بسته‌بندی هوشمند و فعال در صنایع غذایی/ منصوره مظاهری، معصومه محمودی میمند.....۱۸۳

ارکان پرورش انسان از کودکی تا پیرخردمند

میرزا تقی خان امیر کبیر جمله آموزنده ای می فرمایند "اگر نیت یکساله دارید، گندم بکارید؛ اگر نیت ده ساله دارید، درخت بکارید و اگرنیت صدساله دارید انسان تربیت کنید". تعلیم و پرورش نیروی انسانی دانا نیاز به برنامه ریزی بلند مدت دارد. انسان در دوران های سنی از کودکی تا پیری نیاز به مراکز تربیت و پرورش دارد که ارکان آن متشکل از خانواده اصیل، مدرسه دانشمدار، دانشگاه عالم پرور و اخلاق بنیان، فرهنگستان دانش محور و جامعه فرهنگی اخلاق مدار می باشد. موقعیت و احترام اجتماعی مربیان، معلمان، استادان جایگاه و محور اول اهمیت برای تعلیم و پرورش انسان است. لذا در قدم اول شایسته است آموزگاران توانا را شناسایی و یا تربیت نمود تا زیرساخت ارکان فوق ساخته شود. درجامعه فرهنگی می باید بذر تکثیر کننده فرهنگ بر مبنای دانش و اخلاق رشد و انتشار یابد. دهها سال زمان می برد که یک آموزگار دانا و مجرب داشته باشیم تا فرزندانمان را بیاموزد و پرورش دهد. یکی از مهم ترین برنامه های اولویت دار کشور می باید از آموزگاران برجسته در مدرسه و دانشگاه نگه داری و رضایت عمومی آنها تامین شود. زیرساخت پیشرفت کشور به قلمرو آموزش علمی و فرهنگ اخلاق مدار و رضایت آموزگاران و محصلان بر می گردد. تعدیل مهاجرت استعداد های درخشان و معکوس شدن مهاجرت دانشگران شایسته است ازعمده برنامه ریزی های کوتاه مدت کشور باشد و سرعت در تصمیم گیری و روش عملی خوب می تواند نقش مهمی در تحول اقتصادی و مهار تورم داشته باشد. تولید صنعتی با محور صادرات از چرخه علم می گذرد و نیاز به تراکم علمی و نیروی انسانی مبرز و دانا دارد. همکاری و تصمیم همت عالی دانشگاه ها و مراکز علمی، صنعت، دولت و سرمایه گذاری بخش خصوصی و مردم می تواند راهکار اصلی برای تعدیل و معکوس نمودن مهاجرت استعداد های درخشان باشد.

علی اکبر موسوی موحدی

سردبیر

20.1001.1.2008935.1402.13.2.1.0

اخلاق آب و حقوق طبیعت

سید موسی حسینی[۱،*]

چکیده

امروزه، کمبود یک چارچوب اخلاقی پذیرفته شده جهانی، یک خلأ قابل‌توجه در گفتمان بین‌المللی آب ایجاد نموده است. با وجود پیشرفت‌های اخیر در گسترش مرزهای اخلاقی، هنوز جایی برای حقوق طبیعت در حوزه اخلاقی باز نشده است. بحران‌های کنونی آب در دنیا نتیجه بی‌توجهی به اصول اخلاقی آب است. توجه به اخلاق آب که هسته آن عدالت اجتماعی، امانت‌مداری آب و حقوق محیط‌زیست است، حلقه ارزشی مفقوده حوزه کنونی آب است. بی‌میلی‌های اخیر نسبت به مقابله با تغییرات آب‌وهوایی و گرمایش جهانی، نحوه برخورد با رودخانه‌ها، سفره‌های زیرزمینی، تالاب‌ها و دریاچه‌ها مدت‌هاست که بیشتر براساس مصلحت حاکم بوده است تا توجه به اصول اخلاقی. اخلاق آب بر این باور استوار است که پاسخگویی به مشکلات کنونی آب، مستلزم توجه به مسائل ارزشی و فرهنگی است. اتخاذ اصول اخلاقی آب به‌عنوان بعد دیگر توسعه پایدار، نشان‌دهنده یک تغییر تاریخی از رویکرد اقتصادمحور به‌سمت یک رویکرد کل‌نگر و ترویج دموکراسی آب است. این نگارش قصد دارد مروری اجمالی بر اصول اخلاقی آب در زمینه مدیریت آب رودخانه‌ها، سدها، کشاورزی، شرب، صنعت و حکمرانی داشته باشد.

واژگان کلیدی: اخلاق آب، بحران کم‌آبی، حکمرانی محیط زیست، مدیریت یکپارچه منابع آب، حقوق طبیعت

* عهده‌دار مکاتبات: دانشیار، تلفن: ۰۲۱۶۱۱۱۲۹۳۸، نمابر: ۰۲۱۶۶۴۱۳۰۶۵، نمابر: ۳۶۲۷۶۳۷۲(۰۷۱)، نشانی الکترونیکی: smhosseini@ut.ac.ir

[۱] گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران، تهران، ایران.

20.1001.1.2008935.1402.13.2.2.1

درآمدی بر اصول اخلاقی آب

اصول اخلاقی آب[1]، سیستمی از باورهای پذیرفته‌شده است که رفتار ما را کنترل می‌کند. در گفتار روزمره، کلمات «ارزش‌ها» و «اصول اخلاقی» اغلب به‌جای یکدیگر استفاده می‌شوند، اما ایجاد تمایز بین آنها لازم است. ارزش‌ها به «استانداردها یا معیارهایی برای هدایت اقدامات، قضاوت، انتخاب، نگرش، ارزیابی، استدلال، توصیه و توجیه اشاره دارند». اصول اخلاقی به مواردی اشاره دارد که ما برای اعمال ارزش‌های خود در رفتار واقعی اتخاذ می‌کنیم. اخلاق آب[2] به‌عنوان اسم مفرد به یک مجموعه منسجم از اصول اخلاقی مرتبط با مدیریت آب اشاره دارد [۱].

ما در زندگی عملی خود به اصول اخلاقی نیاز داریم، زیرا اکثر انتخاب‌های رفتاری شامل ارزش‌های متعدد و متضاد هستند و ما می‌باید انتخاب کنیم که به کدام ارزش‌ها ارجحیت بدهیم و کدام‌یک را نادیده بگیریم. حقیقت این است که با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در گسترش مرزهای اخلاقی در مراقبت از جامعه انسانی، هنوز جایی برای حقوق طبیعت در حوزه اخلاقی خود باز نکرده‌ایم. بی‌میلی نسبت به مقابله با تغییرات آب‌وهوایی و گرمایش جهانی، نحوه برخورد ما با رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، سفره‌های زیرزمینی و تالاب‌ها مدت‌هاست که بیشتر براساس مصلحت حاکم بوده است تا عقل و اخلاق. راحت‌ترین مکان برای تخلیه زباله‌های صنعتی و یا فاضلاب، رودخانه‌ای است که در آن نزدیکی جریان دارد. واکنش متوقف شده جوامع به تغییرات آب‌وهوایی، نقش گمشده اخلاق در تصمیم‌گیری‌ها را نشان می‌دهد. بروز این چالش‌ها نشان می‌دهد رفاه طبیعت تحت‌الشعاع رفاه انسان است [۲].

در غیاب ارزش‌ها و اصول اخلاقی مشخص که پایدارتر از توافقات هستند، نظام حقوقی طبیعت در برابر دستکاری سیاسی آسیب‌پذیر است. راه‌حل تجویز شده برای مقابله با «حریص بودن انسان‌ها» در بهره‌برداری از طبیعت، «حکمرانی محیط‌زیستی[3]» است [۳]. اخلاق، به‌معنای رهنمودهایی برای اقدامات خوب، نمی‌تواند مشکلات را به خودی خود حل کند، اما زمینه‌ای را برای حل خلاقانه مسئله ایجاد می‌کند. با این وجود، جنبش محیط‌زیستی دهه ۱۹۷۰ و پارادایم توسعه پایدار که در کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۲ تعریف شد، نشان داد که یک تکامل اخلاقی در دنیا در حال انجام است [٤].

اصول اخلاقی می‌توانند به‌عنوان فاکتورهای طراحی عمل کنند؛ یک مدیر تصمیم می‌گیرد که برای آبیاری محصولات از رودخانه آب پمپاژ کند، اما در عین‌حال می‌خواهد رودخانه آب کافی برای بقای اکوسیستم نیز داشته باشد و همچنین می‌خواهد برای تولید برق بر روی رودخانه سد بسازد. اینها پارامترهای طراحی برای یک مدیر هستند. او نمی‌خواهد هیچ یک از این خدمات را از رودخانه از دست بدهد، بنابراین به‌دنبال راه‌حل‌هایی برای هر ارزشی است که فضایی برای تحقق همه ارزش‌های دیگر باقی بگذارد. اینگونه است که اخلاق می‌تواند نوآوری را هدایت کند [۵].

آب یک موضوع فنی است، اما حاکمیت آب، قوانین، سیاست‌ها و نهادهایی که زمینه را برای مدیریت فنی آب تعیین می‌کنند نیز خود یک موضوع فنی است، اما تماماً به ارزش‌ها مربوط می‌شود. پیام این مقاله این است که آگاهی از اخلاق می‌تواند به تصمیم‌گیری بهتر و حل بحران‌های کنونی آب کمک کند و اگر بتوانیم یاد بگیریم که ارزش‌هایمان چگونه با آب مرتبط است، می‌توانیم همان فرآیند تصمیم‌گیری اخلاقی آگاهانه را در حوزه‌های بزرگ‌تر از تقابل انسان–طبیعت[4] مانند تغییرات آب‌وهوایی اعمال کنیم. اگر مدیریت آب پایدارتر شود، از بحران آب دورتر خواهیم بود. از این نظر است که اصول اخلاقی آب توان «حل» بحران آب را دارد [٦].

تخریب سیستمی رودخانه‌ها به‌منظور سدسازی یا بهره‌برداری از آب رودخانه با افتخار انجام می‌شود. این خودنمایی مهندسی[5] هنوز هم در سراسر دنیا از آمریکا تا آفریقا وجود دارد. نسخه قرن بیست و یکم غرور مهندسی تا حدودی با ملاحظات خدمات اکوسیستم و حقوق بشر تعدیل شده است، اما غرور، زمانی که با چند میلیارد دلار از سوی سرمایه‌گذاران حمایت می‌شود، همچنان تمایل دارد روز به روز ادامه یابد [۷].

حوزه «اخلاق آب» از فرآیند تأمل اخلاقی برای هدایت تصمیم‌گیری در مورد مسائل آب استفاده می‌کند و شامل پنج مقوله اخلاق محیط–زیستی، اخلاق اجتماعی، اخلاق فرهنگی، اخلاق اقتصادی و اخلاق حکمرانی است [۸]. به‌عبارت دیگر، اخلاق آب می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری در مورد سیاست‌ها، برنامه‌ها و زیرساخت‌ها در این حوزه باشد. از آنجایی که نه‌تنها اکوسیستم‌های طبیعی، بلکه سیستم‌های اجتماعی و سیستم‌های اقتصادی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به آب وابسته هستند، تصمیم‌گیری در مورد آب

1- Water Ethics
2- Water Ethic
3-Environmental Governance
4- Human-Nature Interactions
5- Swagger of Engineering

می‌تواند پیامدهای بسیار گسترده‌ای برای محیط‌زیست، اجتماع و اقتصاد در جامعه کنونی و آینده داشته باشد.

در ادامه این درآمد، اصول اخلاقی مرتبط با مدیریت رودخانه‌ها، سدها، آلودگی آب، آب کشاورزی، آب شهری و اصول اخلاقی حکمرانی آب پرداخته شده است.

اصول اخلاقی مدیریت رودخانه‌ها

اخلاق غالب در مورد نحوه مدیریت رودخانه‌ها و سایر پیکره‌های آبی در یک روند با تغییر آهسته اما عمیق از حالت «فرمان و کنترل[1]» به سوی همزیستی سازگارتر با طبیعت در حرکت است. تلویحاً به مهندسان آموخته شد که رام کردن رودخانه‌های سرکش و مهار آب وظیفه اخلاقی آنهاست. در حال حاضر توافق گسترده‌ای وجود دارد که رودخانه‌ها نباید به‌طور کامل مهندسی شوند، بلکه باید برخی از عملکردهای طبیعی اساسی که برای پایداری رودخانه‌ها ضروری است، حفظ شود [۱۰].

در سرتاسر جهان، نمونه‌هایی از سدهایی وجود دارد که تنها برای عبور ماهی‌ها برداشته شده‌اند. سیل‌بندهای کناری رودخانه برای فراهم کردن ظرفیت بیشتری برای عبور جریان آب در رودخانه به نقاط دورتری از ساحل منتقل شده‌اند. در ایالت اورگان ایالات متحده، دو سد بر روی رودخانه الوا[2] بین سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱٤ برداشته شد. این دو سد جمعیت ماهی قزل‌آلا را در رودخانه از بین بردند و برداشتن سدها به بهبود چشمگیری جمعیت آنها منجر شد [۱۱].

رودخانه‌ها نه‌تنها به‌دلیل اهمیت مستقیم اقتصادی آنها برای انرژی، تولید و کشاورزی، بلکه به‌دلیل ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی آنها مورد توجه قرار می‌گیرند. از برنامه‌های نوسازی حاشیه رودخانه گرفته تا جشنواره‌های آب، رودخانه‌ها به‌عنوان دارایی‌های اساسی شهری در نظر گرفته می‌شوند. ارزش اقتصادی و اجتماعی رودخانه‌ها بر اهمیت سیاسی حکمرانی خوب رودخانه‌ها تأکید می‌کند.

اصول اخلاقی سدها

امروزه بیش از ۵۷۰۰۰ سد با ارتفاع بیشتر از ۱۵ متر در جهان وجود دارد که بیش از ۳۰۰ مورد از این سدها به‌عنوان سدهای بزرگ با ارتفاع بیش از ۱۵۰ متر طبقه‌بندی می‌شوند. هر چه ارتفاع سد بلندتر باشد، در تولید برق کارآمدتر می‌شود و می‌توان آن را موهبتی برای دموکراسی دانست، اما به همان اندازه، اثرات محیط‌زیستی آن نیز افزایش می‌یابد. در طول مسیر، این سدها با آواره کردن حدود ٤۰ تا ۸۰ میلیون نفر، نابودی جوامع بومی و فرهنگ آنها و هدر دادن منابع کمیاب توسعه، جنجال‌هایی را برانگیخته است. از طرفی، یک جایگزین برای سد، می‌تواند ذخیره آب در سفره‌های زیرزمینی و سپس پمپاژ از آب زیرزمینی در طول فصل خشک باشد. در برخی موارد که قرار است سد، سیلاب را کنترل کند، یک جایگزین برای ساخت سد می‌تواند تغییر کاربری زمین در دشت سیلابی باشد یا ترکیبی از ساخت یک سد کوچک همراه با مدیریت دشت سیلابی در پایین‌دست.

بسیاری از سدهای بزرگ در دهه‌های بلافاصله پس از جنگ جهانی دوم ساخته شدند، زمانی که نه اثرات محیط‌زیستی و نه اجتماعی در تعجیل برای رشد اقتصادی مورد توجه جدی قرار نگرفت. با این حال، هزینه‌های اقتصادی بالا، همراه با اثرات آشکار بر رودخانه‌ها و اسکان اجباری بومیان عصبانی ساکن در محدوده دریاچه سد، بیش‌ازحد قابل چشم‌پوشی شد. مناقشه‌ای که در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط طرح بزرگ هند برای ساخت سدها در امتداد رودخانه نارمادا[3] شعله‌ور شد، نقطه عطف مهمی بود. این طرح، فشار بر نهادهای مالی جهانی، به‌ویژه بانک جهانی، برای تجدیدنظر در اتکا به ساخت سدهای بزرگ به‌عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی توسعه اقتصادی را به‌همراه داشت [۱۲].

کمیسیون جهانی سدها[4] (WCD) توسط یک بانک جهانی، با حمایت گروه‌هایی که با صنعت سدسازی درگیر اختلافات عمیق بودند، ایجاد شد. این کمیسیون مسئولیت ارزیابی تجربه پروژه‌های سدسازی بزرگ در کشورهای در حال توسعه را برعهده گرفت. این کمیسیون در سال ۲۰۰۰ به سدها به‌جای چراغ سبز، علامت زرد داد تا با احتیاط پیش بروند. گزارش کمیسیون اذعان داشت که راه مقابله با منافع متعدد متضاد سدها، به اشتراک‌گذاری اطلاعات است و تحلیل هزینه–فایده نباید عامل تعیین‌کننده برای اجرای پروژه سدسازی باشد [۱۳].

از منظر اخلاق آب، گزارش کمیسیون جهانی سدها در تغییر به یک پارادایم جدید تصمیم‌گیری در مورد سدها و اسکان مجدد، یک حرکت انقلابی بود. با این حال، طی چند سال پس از انتشار این گزارش، سرمایه‌گذاری در سدهای جدید شروع به افزایش کرد، زیرا سدسازان راه جدیدی را برای توجیه آنها کشف کردند: سد راه مقابله

1- Command and Control
2- Elwha
3- Narmada
4- World Commission on Dams

با تغییرات آب‌وهوایی است، از طریق مهندسی نمودن جریان‌های مازاد فصول مرطوب! [۱٤]. نهرو[1] نخست وزیر هند از سدها به‌عنوان «معابد مدرن هند[2]» یاد کرد. درحالی‌که معابد سنتی برای احترام به خدا ساخته شده‌اند، این معابد مدرن (سدها) برای ستایش نبوغ انسان در رام کردن طبیعت که هدیه اصلی خداوند است، ساخته شده‌اند. فرانکلین روزولت[3] در سال ۱۹۳۵ در مورد سد هوور[4]، اولین سد بر روی شاخه اصلی رودخانه کلرادو، اعتراف کرد که ساخت این سد یک پیروزی مهندسی و یکی دیگر از دستاوردهای بزرگ تدبیر، مهارت و عزم آمریکایی است [۱۵ و ۱٦].

در ژاپن، یکی از مهم‌ترین خدمات اکوسیستمی کشاورزی برنج، ظرفیت نگهداری آب در خود شالیزارها درنظر گرفته می‌شود. شالیزارهای برنج می‌توانند در برابر سیلاب، منطقه بافری برای نگهداشت سیلاب را ایجاد کنند و فرصت‌هایی برای پرورش ماهی و اردک نیز وجود دارد. بنابراین این شالیزارهای برنج همان نوع خدمات اکوسیستمی را ارائه می‌کنند که تالاب‌ها ارائه می‌کردند [۱۷]. هلندی‌ها استراتژی مشابهی را در «برنامه ایجاد فضا برای رودخانه[5]» خود اجرا کرده‌اند. به‌عنوان متخصصان جهانی در ساخت سیل‌بندها، رویکرد تاریخی هلندی مبتنی بر کنترل آب بود. این برنامه قصد دارد به‌طور پیوسته ظرفیت رودخانه راین را برای نگهداری جریان آب افزایش دهد و آن را به‌عنوان یک رودخانه زنده با برقراری حداقل جریان آب برای محیط‌زیست در پائین‌دست حفظ نماید [۱۸].

از طرفی دیگر، آلودگی آب همواره یک هزینه اقتصادی، یک نگرانی محیط‌زیستی، یک موضوع مرتبط با سلامت انسان و یک موضوع اخلاقی در نظر گرفته می‌شود. مسائل اخلاقی آب‌های آلوده در ارتباط با تدابیر حفاظتی که در برابر آلودگی اتخاذ می‌شود، به‌وجود می‌آیند. شاید بدیهی‌ترین سؤال اخلاقی در رابطه با آلودگی آب، تنظیم استانداردهای کیفیت آب باشد. اگر بتوانیم طبیعت را فعال نگه داریم، می‌توانیم از مصیبت‌های تغییرات آب‌وهوایی جان سالم به در ببریم و از آسیب بیشتر به رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و سفره‌های زیرزمینی جلوگیری کنیم [۱۹].

اخلاق استفاده از آب در کشاورزی

بیشتر آب قابل‌تجدیدی که ما انسان‌ها از طبیعت خارج می‌کنیم، حدود ۷۰ درصد آن در کشاورزی و برای آبیاری محصولات استفاده می‌شود، این نسبت برای برخی کشورهای آسیایی (مانند هند، ایران، پاکستان) بیشتر است. آب مصرفی شهرها، کارخانه‌ها، معادن و جوامع روستایی، تنها یک سوم دیگر مصرف آب جهانی را تشکیل می‌دهد. بیشتر تحقیقات و سرمایه‌گذاری‌های مربوط به آب در بخش کشاورزی بر تولید «محصول بیشتر به‌ازای هر قطره آب» از طریق روش‌های آبیاری کارآمدتر، یا بذرها یا روش‌های کشت بهبودیافته از نظر ژنتیکی، متمرکز است.

بر اساس گزارش فائو، ۲۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان که آبیاری می‌شوند، ٤۰ درصد غذای جهان را تولید می‌کنند و ٦۰ درصد دیگر غذای جهان از زمین‌های دیم تأمین می‌شود. برای این که نتیجه بگیریم استفاده از آب برای پرورش غذا منطقی است، نیازی به تأملات اخلاقی زیادی نیست، زیرا استفاده از آب برای رشد مواد غذایی یک تعهد اخلاقی است. علاوه‌بر این، بخش کشاورزی بزرگترین آلوده‌کننده آب‌های سطحی و زیرزمینی در دنیا نیز است که عمدتاً از سموم و نیترات‌های شسته شده از کودهای شیمیایی و حیوانی است که به خاک داده می‌شود [۱۹]. تا دهه ۱۹۸۰، متداول‌ترین ابزار تحلیلی مورد استفاده برای انتخاب از بین گزینه‌های کشاورزی متعدد، تحلیل هزینه–فایده است. با ظهور کشاورزی پایدار، کاربرد تحلیل اقتصادی نیز تکامل یافت تا شامل هزینه‌ها و مزایای غیرمستقیم محیطی و اجتماعی، مانند هزینه‌های غیرمستقیم آلودگی آب ناشی از کودها و آفت‌کش‌ها، فرصت‌های شغلی ایجاد شده و سایر مقوله‌های ارزشی مانند ارزش‌های چشم‌انداز یا اثرات سلامتی کشاورزان باشد. این نگرانی‌های اجتماعی و محیط‌زیستی جدید در مفاهیم خدمات اکوسیستمی، کشاورزی چندکارکردی[6] و بوم‌شناسی کشاورزی گنجانده شده است [۱۹ و ۲۰].

اخلاق را می‌توان برای کشف فرصت‌های جدید و همچنین حل مشکلات قدیمی به‌کار برد. نتیجه مطلوب، از منظر آب، این است که آب مورد استفاده در کشاورزی باید ارزش کل بیشتری تولید کند. با این حال، این نتایج ارزشی به شخصی که ارزش‌گذاری را انجام می‌دهد، بستگی دارد. یافتن راه‌حل‌های کشاورزی که اولویت‌های ارزشی ذینفعان مختلف را برآورده می‌کند، چالشی است که می‌تواند از طریق فرآیند مذاکره و ایجاد اجماع به بهترین شکل برطرف شود. کلید مدیریت آب پایدار که یک هدف کلی مشترک است، یافتن یک اجماع قابل‌اجرا در میان ذینفعان است.

1- Nehru
2 -Temples of Modern India
3- Franklin Roosevelt
4- Hoover
5- Room for Rivers Program
6-Multifunctional Agriculture

اخلاق در استفاده از آب شرب

سکونتگاه‌های انسانی، اعم از روستاها یا کلان‌شهرها، همگی با چالش یکسانی در تأمین منابع آب کافی برای ساکنان خود مواجه هستند. مجمع عمومی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۰ حق برخورداری از آب آشامیدنی سالم و تمیز و بهداشت را به‌عنوان یک حق بشری که برای برخورداری کامل از زندگی و همه حقوق بشر ضروری است، اعلام می‌کند و از دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی می‌خواهد که منابع مالی، ظرفیت‌سازی و انتقال فناوری را از طریق کمک‌ها و همکاری‌های بین‌المللی، به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه، به منظور افزایش تلاش‌ها برای تأمین آب آشامیدنی سالم، پاک، در دسترس و مقرون‌به‌صرفه فراهم کنند [۲۱].

به رسمیت شناختن حقوق بشر بر آب را می‌توان یک اخلاق اجتماعی در نظر گرفت، زیرا برای همه به‌طور یکسان (برابری اجتماعی) اعمال می‌شود و هدف آن بهبود سلامت و رفاه عمومی است. به‌عنوان یک رودخانه مقدس که پیروان هندو از آن برای حمام کردن و نوشیدن آیینی استفاده می‌کنند، سلامت رودخانه یامونا همچنین یک موضوع احترام مذهبی به رودخانه است و همچنین خطری برای سلامتی افرادی که جرعه‌جرعه از آب رودخانه می‌خورند [۲۲].

شهرها باید نگران امنیت و پایداری منابع آبی خود باشند، حتی اگر این استراتژی به قیمت پایداری بلندمدت این منبع تمام شود. با این حال، محاسبه بهره‌برداری پایدار آب تنها یک موضوع فنی نیست، بلکه شامل ارزش‌ها نیز می‌شود. مقدار آب موجود برای انحراف از رودخانه، یا استخراج از سفره، بسیار به مقدار آبی که در طبیعت باقی می‌ماند، بستگی دارد [۲۳].

در معرض دید قرار دادن آب شهری برای شهروندان می‌تواند در راستای افزایش ارزش‌گذاری به آب باشد. در شهر سئول کره جنوبی، پروژه بازسازی آبراه چئونگی چئون[1] شاهد جایگزینی یک آزادراه بزرگ با یک کانال رودخانه بازسازی شده و استقبال از بازگشت گیاهان و جانوران آبراهه به شهر بود. در لس‌آنجلس، اخلاق آب موجب بروز ظهور دوباره رودخانه لس‌آنجلس شد که توسط توسعه شهر مدفون شده بود. انگیزه سرمایه‌گذاری در احیای رودخانه شهری ناشی از اصول اخلاقی است که همراه با لذت انسان از رودخانه برای خود رودخانه ارزش قائل است [۲٤].

استفاده اخلاقی از آب در صنعت

تقریباً هر کالای تولیدی یا فرآیند صنعتی، حداقل برای برخی از مراحل فرآیند تولید به آب نیاز دارد. از آنجایی که شرکت‌های تولیدی بر سیاست‌های آب تأثیر می‌گذارند، آن‌ها تعهد اخلاقی دارند که مسئول تأثیر خود در این حوزه باشند، خود را برای اعمال نفوذ عاقلانه و استراتژیک خود مسئول بدانند و سپس در مقابل سایر ذینفعانی که در بهره‌برداری از آب مشترک هستند، پاسخگو باشند. آب باید در اولویت اتاق هیأت مدیره هر شرکت در سراسر دنیا باشد [۲۵].

کلید واژه آب برای جامعه صنعتی، «تاب‌آوری[2]» است که مفهوم محیط‌زیستی و اجتماعی کمتری نسبت به «پایداری[3]» دارد. یک شرکت به‌عنوان بخشی از یک اکوسیستم کسب‌وکار باید به‌گونه‌ای تصمیم بگیرد که به ارزش‌های غیرتجاری آب نیز توجه داشته باشد. ردپای آب[4] یک کارخانه به استفاده خالص از آب، پس از کسر آبی که در طول یا پس از فرآیند تولید مورد استفاده مجدد یا بازیافت قرار می‌گیرد، اشاره دارد. یک شرکت می‌تواند با یافتن راه‌هایی برای کاهش ردپای آب داخلی کارخانه، به یک امانت‌مدار آب خوب تبدیل شود [۲٦].

هر سه بخش جامعه مدنی، دولت و بخش خصوصی برای مدیریت یکپارچه منابع آب[5] (IWRM) باید با هم کار کنند، اینجاست که اخلاق آب وارد عمل می‌شود. ما شهروندان باید به دولت برای ایجاد و اجرای سیاست‌های اخلاقی آب فشار بیاوریم. با این حال، کسب‌وکارها می‌توانند استانداردهای خود را ایجاد کنند و هنجارهای آب را به سمت عدالت اجتماعی و پایداری محیط‌زیستی سوق دهند. بخش صنعت نقش مهمی را در بحران آب ایفا می‌کند، هم به‌عنوان شرور و هم قهرمان.

---

[1]- Cheonggyecheon

[2]- Resilience

[3]- Sustainability

[4]- Water Footprint

[5] Integrated Water Resources Management به‌عنوان فرآیندی است که توسعه و مدیریت یکپارچه آب، زمین و منابع مرتبط را به‌منظور به حداکثر رساندن رفاه اقتصادی و اجتماعی به شیوه‌ای عادلانه و بدون به‌خطر انداختن پایداری زیست‌بوم‌های حیاتی ارتقا می‌دهد.

اخلاق حکمرانی آب

اصطلاح حکمرانی[1] به طور آزادانه در میان گفتمان سیاست آب استفاده می‌شود. حکمرانی یک قدم بالاتر از مدیریت است. این کلمه از کلمه لاتین gubernare گرفته شده است به معنی «هدایت کردن»، به عبارت دیگر، هدایت مدیران. مفهوم این است که مدیریت نیاز به جهت دارد. اگر مدیران به حال خود رها شوند، ممکن است با تصمیمات خود در حوزه آب، به منفعت عمومی بیشتر آسیب برسد. به‌همین دلیل است که حکمرانی برای بخش آب بسیار حیاتی است. دلیل اینکه جهان با بحران آب مواج است، مدیریت بد نیست، بلکه حکمرانی بد است [۲۷]. اهمیت حکمرانی آب تا حدی است که الینور اوستروم[2]، به‌دلیل ارائه نظریه خود در مورد حاکمیت آب زیرزمینی و چگونگی تصمیم‌گیری مردم در مورد منابع مشترک آب، برنده جایزه نوبل اقتصاد در سال ۲۰۰۹ شد. موضوع اخلاق در مرحله اولیه، مربوط به مفهوم‌سازی حکمرانی آب و شناسایی حدود آن است. ایالات متحده یک استراتژی جهانی آب برای جهان صادر کرده است، اما یک استراتژی ملی آب برای خود ندارد؛ زیرا از الگوی IWRM استفاده می‌کنند. این نوع مدیریت در کنفرانس سازمان ملل متحد در مورد آب، که در ماردل‌پلاتا آرژانتین، در سال ۱۹۷۷ برگزار شد، برای اولین بار مطرح و در کنفرانس دوبلین در سال ۱۹۹۲ اصلاح شد و به یک استاندارد حرفه‌ای برای بخش آب تبدیل شد. نتیجه کلی، افزایش هژمونی IWRM به‌عنوان تنها پارادایم حاکمیت آب است که ارزش توجه دارد. IWRM در گفت‌وگو و پل زدن بین ارزش‌های متنوع و حتی متضاد موفق بوده است [۲۸].

ارزش‌های حاکمیتی در مورد تصمیم‌گیری در مورد آب، برای نتیجه نهایی پروژه حیاتی است. اولین اولویت برای حکمرانی اخلاقی آب این است که اطمینان حاصل شود که تصمیم‌های مربوط به آب منعکس‌کننده ارزش‌های همه ذینفعان است. اما در دنیای واقعی، حتی دقیق‌ترین فرآیند مشارکتی نیز تضمینی برای نتایج اخلاقی نیست. وقتی ارزش‌های اقتصادی ملاحظات غالب هستند، نباید تعجب کنیم که قوانین آب به نفع کاربردهای اقتصادی آب و به ضرر سلامت اکوسیستم یا عدالت اجتماعی است [۲۹].

ما باید هنگامی که نقض بارز استانداردهای اخلاقی را می‌بینیم، تذکر دهیم. یکی از پیچیدگی‌های مربوط به مدیریت آب، این است که قوانین و سیاست‌ها با هم تداخل دارند و بر نحوه استفاده از آب حکم می‌کنند. این پیچیدگی نهادی در ادبیات به‌عنوان «حکمرانی چند مرکزیتی[3]» توصیف می‌شود [۳۰].

هیأت عالی آب سازمان ملل متحد[4] برای شناسایی راه‌هایی برای اطمینان از «مدیریت پایدار آب و فاضلاب برای همه» از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸ شروع به فعالیت کرد. این هیأت توصیه‌هایی را در مورد ارزش‌گذاری آب ارائه کرد:

«جوامع باید برای آبی که در اختیار دارند در تمام ابعاد اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و محیط‌زیستی آن، ارزش قائل شوند تا به شهروندان خود آموزش دهند، هدر رفت و آلودگی را کاهش دهند، اطمینان حاصل کنند که آب برای اولویت‌های جوامع در دسترس است، خطرات را کاهش داده و خدمات آب را بیشتر کنند» [۳۱].

مدیران فعالیت‌هایی انجام می‌دهند؛ «حکمرانان» مدیران را به انجام کارهای درست هدایت می‌کنند، تشخیصی که مستلزم انتخاب‌هایی است که تا حدی بر اساس اخلاق است. اگر برابری و عدالت، جزو اصول اخلاقی است، باید از همان گام اولیه شناسایی مشکل(هایی) که پروژه سعی در حل آنها دارد، شروع شود.

یکی دیگر از ویژگی‌های حکمرانی آب، حوزه عملکردی و قلمرو آن است. جان وِسلی پاول[5] (۱۹۰۲-۱۸۳٤)، زمین‌شناس آمریکایی پیشنهاد کرد که واحدهای اداری دولت محلی باید با مرزهای حوضه-های آبریز همسو شوند [۳۳]. نوع مدیریتی که بیش از یک دهه از اجرای آن در کشور ما نمی‌گذرد.

حکمرانی، کارکرد طبیعی برای ایجاد راه‌حل‌های هماهنگ است. در سطح حکمرانی است که می‌توان «تصویر بزرگ» سیاست‌ها و شیوه‌های مدیریت آب را برای همسویی با اهداف جامعه سفارش داد. اولویت اول حکمرانی باید تعیین اهداف، ارزش‌ها و اصول اخلاقی حکومت باشد. نظام حکومتی نه یک شخص است و نه یک نهاد، بلکه ترکیبی از پیامدها است که در مجموع به گونه‌ای عمل می‌کنند که گویی ممکن است فردی مسئول در پس‌زمینه باشد. مبنای تصمیم‌گیری حاکمیتی تنها می‌تواند، چارچوبی از اخلاق باشد که با استفاده از آن، گزینه‌های جایگزین و پیامدهای آنها ارزیابی و مقایسه شوند.

1- Governance
2- Elinor Ostrom
3- Polycentric Governance
4- High-level Panel on Water
5- John Wesley Powell

نتیجه‌گیری

ما باید از مفهوم مدیریت یکپارچه منابع آب برای تشریح مجموعه‌ای اصلی از ارزش‌های مشترک آب دفاع کنیم. متخصصان آب و سیاستگذارانی که سیاست‌هایشان بر آب تأثیر می‌گذارد، در مورد اصولی مانند مشارکت قوی ذینفعان، شفافیت در داده‌ها در مورد کیفیت آب و تأمین مالی زیرساخت‌ها و اهمیت جریان محیط‌زیستی توافق گسترده‌ای دارند. مشکل، از منظر اخلاقی، این نیست که توافق بر سر اصول خاص ارزش آب وجود ندارد. بهره‌برداری زیاد از رودخانه‌ها، غرق کردن میراث غیرقابل جایگزین جهانی در زیر آب مخازن سدها و تبدیل دریاچه‌ها به زباله‌های سمی ناشی از مدیریت مدرن آب، نشان‌دهنده نادیده گرفتن اخلاق احترام به طبیعت است.

آب سالم و بهداشتی در اصول اخلاقی آب شهری و در واقع اولویت‌های اکثر ساکنان شهری است، فراتر از ارائه خدمات اولیه آب و فاضلاب، آب می‌تواند یک فرصت اجتماعی و همچنین یک فرصت حکومتی باشد. آب را می‌توان از طریق آب‌نماهایی مانند فواره‌ها، نهرهای شهری بازسازی‌شده، رودخانه‌ها و کانال‌های جذاب و قابل دسترس و آب‌نماهای ساخته‌شده در ساختمان‌ها و فضاهای عمومی به بافت شهری طراحی کرد.

در حالی که کلمه «اخلاق» به‌ندرت در ادبیات حاکمیت آب استفاده می‌شود، اجماع بالایی در مورد برخی از اصول اخلاقی وجود دارد. از اظهارات جهانی آب که از اصول دوبلین ۱۹۹۲ برگرفته شده است، پنج ارزش کلیدی قابل‌تشخیص است که نشان‌دهنده یک اجماع جهانی قابل‌توجه است: (۱) طبیعت باید زنده نگه داشته شود (عملکرد محیط‌زیستی)، (۲) هر کس حق دارد از آب و بهداشت برخوردار باشد (عدالت اجتماعی)، (۳) آب باید به طور مسئولانه در کشاورزی و صنایع استفاده شود (استفاده مسئولانه)، (٤) ذینفعان باید در تصمیم‌گیری مشارکت داشته باشند (مشارکت) و (٥) هویت‌های فرهنگی و درک متفاوت جوامع در مورد آب باید مورد احترام قرار گیرد (اخلاق فرهنگی).

در انتها باید خلاصه نمود که با کاربرد نظام‌مند اخلاق آب است که می‌توان دانش، ارزش‌ها و حسن‌نیت جمعی خود را برای ترمیم سلامت منابع آب شیرین بکار بگیریم. ما می‌باید اخلاق را در همه تصمیم‌ها و رفتارهای آبی خود نهادینه کنیم و در مدارس به فرزندانمان بیاموزیم و اخلاق را بعد ذاتی برنامه‌های زندگی خود بدانیم. به اهتزاز درآوردن پرچم اخلاق آب در تصمیم‌گیری‌های حوزه آب نیازمند توجه جدی همه ذینفعان است. شاید جای تعجب برای ارسطو باشد که پس از ۲۳۰۰ سال، توجه به اصول اخلاقی حداقل در حوزه آب، جزء مرزهای دانش محسوب می‌شود.

منابع و مآخذ

[1]. Rokeach, M. (2000). Understanding Human Values, 2nd. Simon and Schuster, New York.

[2]. Leopold, A. (1970). A Sand County Almanac. Oxford University Press, New York.

[3]. Ivanova, M. (2010). “UNEP in global environmental governance: design, leadership, location”. Global Environmental Politics, 10(1), 30-59.

[4]. Muehlebach, A. (2013). “On precariousness and the ethical imagination: The year 2012 in sociocultural anthropology”, American Anthropologist, 115(2), 297–311.

[5]. Netherlands Enterprise Agency. (2016). Reinventing Multifunctionality: Combining Goals, Sharing Means, Linking Interests. Netherlands Enterprise Agency, The Hague. https://english.rvo.nl/sites/default/files/2016/03/Reinventing%20Multifunctionality.pdf

[6]. Groenfeldt, D. (2016). Cultural water wars: Power and hegemony in the semiotics of water, in C.M. Ashcraft and T. Mayer (eds.), The Politics of Fresh Water: Access, Conflict and Identity (pp. 143–156). Routledge, London.

[7]. McCool, D. (2012). River Republic: The Fall and Rise of America’s Rivers. Columbia University Press, New York.

[8]. Des Jardins, J. R. (2012). “Environmental ethics”. Cengage Learning.

[9]. Jones, P., Hillier, D., & Comfort, D. (2015). “Corporate water stewardship”. Journal of environmental studies and sciences, 5, 272-276.

[10]. Kennen, J. G., Stein, E. D., and Webb, J. A. (2018). “Evaluating and managing environmental water regimes in a water-scarce and uncertain future”. Freshwater Biology, 63(8), 733–737.

[11]. Arthington, A. H. (2012). “Environmental Flows: Saving Rivers in the Third Millennium”. University of California Press, Berkeley.

[12]. Choudhury, N. (2014). Towards responsible hydropower development through contentious multi-stakeholder negotiations: The case of India, in W. Scheumann and O. Hensengerth (eds.), Evolution of Dam Policies: Evidence from the Big Hydropower States. Springer, Heidelberg, Germany.

[13]. WCD (World Commission on Dams). (2000). Dams and Development: A New Framework for Decision-Making. Earthscan, London.

[14]. Zarfl, C., Lumsdon, A. E., Berlekamp, J., Tydecks, L., & Tockner, K. (2015). “A global boom in hydropower dam construction”. Aquatic Sciences, 77(1), 161–170.

[15]. Morrison, K. D. (2010). “Dharmic projects, imperial reservoirs, and new temples of India: An historical perspective on dams in India”. Conservation and Society, 8(3): 182–195.
[16]. Tullos, D., Brown, P. H., Kibler, K., Magee, D., Tilt, B., & Wolf, A. T. (2010). “Perspectives on the salience and magnitude of dam impacts for hydro development scenarios in China”. Water Alternatives, 3(2), 71–90.
[17]. Smith, M. & Barchiesi, S. (2009). Environment as Infrastructure: Resilience to Climate Change Impacts on Water through Investments in Nature. IUCN Perspectives on Water and Climate Change Adaptation. IUCN, Gland, Switzerland.
[18]. Postel, S. & Richter, B. (2003). Rivers for Life: Managing Water for People and Nature, Island Press, Washington, DC.
[19]. UN Water. (2018). Nature-based Solutions for Water: World Water Development Report 2018. UNESCO, Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261424e.pdf
[20]. Ziegler, R. & Groenfeldt, D. (eds.) (2017). Global Water Ethics: Towards a Global Ethics Charter. Routledge, London.
[20]. de Schutter, O. (2011). “Agroecology: A path to realizing the right to food”. Food First Backgrounder, 17(2): 1–5.
[21]. United Nations General Assembly. (2010). The Human Right to Water and Sanitation. United Nations A/64/L.63/Rev.1, July 26, 2010.
[22]. Haberman, D. L. (2006). River of Love in an Age of Pollution: The Yamuna River of Northern India. University of California Press, Berkeley.
[23]. Holt, S. (2011). Maximum sustainable yield: The worst idea in fisheries management. Blog post from Breaching the Blue.
[24]. Davidson, S. L., Linton, J., and Maybee, W. E. (eds.) (2015). Water as a Social Opportunity. McGill-Queen’s University Press, Montreal and Kingston, Canada.
[25]. WBCSD. (2018). CEO Guide to Water: Building Resilient Business. World BusinessCouncil on Sustainable Development, Geneva. http://docs.wbcsd.org/2018/03/CEO_Guide_to_Water.pdf
[26]. Hoekstra, A. Y. (2015). The water footprint: The relation between human consumption and water use, in M. Antonelli and F. Greco (eds.), The Water We Eat (pp. 35–48).
[27]. Rhodes, R. A. (2007). “Understanding governance: Ten years on”. Organization studies, 28(8), 1243-1264.
[28]. Bahri, A. (2012). “Integrated Urban Water Management”. TEC Background Papers No. 16. Global Water Partnership, Stockholm.
[29]. Allouche, J. (2016). “The birth and spread of IWRM: A case study of global policy diffusion and translation”. Water Alternatives, 9(3), 412–433.
[30]. Berardo, R., & Lubell, M. (2016). “Understanding what shapes, a polycentric governance system”. Public Administration Review, 76(5), 738-751.
[31]. HLPW. (2018). Making every drop count: An agenda for water action. High Level Panel on Water Outcome Document, 14 March 2018. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/17825HLPW_Outcome.pdf
[32]. Smith, J., Lang, T., Vorley, B. & Barling, D. (2016). “Addressing policy challenges for more sustainable local–global food chains: Policy frameworks and possible food futures”. Sustainability, 8(4), 299.

سبک زندگی علمی و شادی

مونا نورآذران[۱]، رضا یوسفی[۱]، مهدی ضرابی[۲،۳]، سید کاظم علوی پناه[۴]، علی اکبر موسوی موحدی[۱،*]

چکیده

مطالعات پیشین نشان می‌دهد که بین شادی و سلامت جسمانی همبستگی معناداری وجود دارد. شادی به بهبود بیماران کمک می‌کند و از افراد سالم در برابر بیماری محافظت می‌نماید. این موضوع راه جدیدی را برای ارتقای سلامت عمومی، نشان می‌دهد و پیشنهاد می‌کند که می‌توان با افزایش شادی افراد، سلامت آنها را نیز افزایش داد. نقطه مقابل شادی، به‌معنای رضایت از زندگی، موضوع افسردگی است که یکی از علل اصلی ناتوانی افراد در جهان می‌باشد و شیوع آن در سه دهه گذشته افزایش چشمگیری داشته است. شواهد نشان می‌دهد که سبک زندگی نوین صنعتی می‌تواند در افزایش احتمال ابتلا به افسردگی نقش داشته باشد. عوامل زمینه‌ساز شادی به دو گروه اصلی عوامل درونی و عوامل بیرونی تقسیم می‌شوند و شادی به‌عنوان یک احساس در نتیجه تعامل این عوامل با یکدیگر شکل می‌گیرد. ژنتیک و عملکرد ژن‌های خاص نقش مهمی در میزان شادی افراد دارد. تعامل انتقال‌دهنده‌های عصبی مرتبط با شادی نظیر سروتونین، دوپامین، نوراپی نفرین و اندورفین با مراکز تنظیم احساسات در مغز، عملکرد برخی هورمون‌ها نظیر کورتیزول، آدرنالین و اُکسی توسین، فعالیت سیستم ایمنی، التهاب و نیز میزان استرس اکسایشی از عوامل درونی تأثیرگذار بر شادی می‌باشند. محققان بر این باورند که مسیرهای زیستی مرتبط با شادی، تحت‌تأثیر عوامل محیطی و اجتماعی قرار دارند، به‌عبارت دیگر می‌توان با استفاده از عوامل محیطی و سبک زندگی علمی، مسیرهای بیوشیمیایی منتهی به شادی و یا افسردگی را مدیریت کرد. رژیم غذایی مناسب، خواب، ورزش، نیایش و مراقبه، بهره‌مندی از طبیعت و نور خورشید و روابط اجتماعی مطلوب از جمله عوامل سبک زندگی خوب می‌باشند که با کمک آنها می‌توان میزان شادی و رضایت از زندگی را افزایش داد. از این‌رو شناسایی عوامل مهم بروز شادی حائز اهمیت می‌باشد که در این مقاله به آن پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی : شادی، افسردگی، سروتونین، ملاتونین، اکسی توسین، خواب، طبیعت، نیایش، ورزش، تغذیه، اینترنت، سبک زندگی علمی

* عهده‌دار مکاتبات: استاد. تلفن: ۰۲۱۶۱۱۱۳۳۸۱، نمابر: ۰۲۱۶۶۴۰۴۶۸۰، نشانی الکترونیکی: moosavi@ut.ac.ir

[۱] مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران

[۲] دانشگاه تهران،دانشکده علوم و فنون، مهندسی علوم زیستی

[۳] دانشگاه تهران، موسسه مطالعات سبک زندگی و سلامت

[۴] دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه سنجش از دور و جی ای اس

20.1001.1.2008935.1402.13.2.3.2

مقدمه

اگرچه از **شادی**[1] به‌عنوان یک مفهوم روشن استفاده می شود، اما معنای پیچیده‌ای دارد و عوامل متعددی در آن نقش دارند. در حال حاضر در مورد تعریف شادی هیچ توافق دقیقی بین محققان رشته‌های مختلف وجود ندارد، به‌طور کلی شادی را اغلب معادل خوشنودی، رضایت از زندگی و احساس مثبت در زندگی را بیان می‌دارند. به‌طور خلاصه اینکه فرد چقدر زندگی را دوست دارد یکی از تعاریف مهم شادی است. شادی و احساس خوشحالی[2] یکسان نیستند؛ احساس خوشحالی نشان‌دهنده لذت‌های لحظه‌ای می‌باشد که در طول زمان در نوسان بوده و به‌طور مداوم تغییر می‌کند، در حالی‌که شادی، به‌معنای رضایت از زندگی، به شرایط پایدارتری اشاره دارد [۱,۲].

مطالعات تاریخی نیز نشان می‌دهد که انسان همواره برای رسیدن به شادی تلاش کرده است و این مطالعات همچنین شواهدی برای تقدم شادی در مقایسه با سایر ارزش‌های فردی مانند سلامت جسمانی، ثروت یا عشق ارائه می‌دهد. در واقع، این موارد، اهداف انسانی ارزشمندی هستند زیرا که آنها باعث ایجاد شادی در انسان می‌شوند [۲]. اهمیت شادی در ادبیات فارسی و اشعار کهن نیز دیده می‌شود:

مرا عهدی است با شادی که شادی آنِ من باشد
مرا قولیست با جانان که جانان جان من باشد
(مولانا)

از اواخر قرن بیستم، شادی توجه روانشناسان را به خود جلب کرد و به‌سرعت به موضوعی برای تحقیقات در چندین رشته علمی تبدیل شد. یافته‌های علمی نشان‌دهنده ارتباط گسترده شادی با سلامت جسمی، روانی و نیز نقش محوری آن در مسائل روحی، اجتماعی و اقتصادی است [۳]. مطالعات متعددی به این نتیجه رسیده است که بین شادی و سلامت جسمانی همبستگی معناداری وجود دارد و شادی در افراد یک پیش‌بینی‌کننده قوی برای سلامت جسمانی است. داشتن خلق‌وخوی مثبت و شادی با کاهش برخی از بیماری‌ها مانند فشار خون بالا، بیماری‌های قلبی عروقی و چاقی ارتباط دارد. افراد شاد می‌توانند بهتر با سرطان مبارزه کنند و طول‌عمر بیشتری داشته باشند[٤,٥]. به‌طور کلی شادی به بهبود بیماران کمک می‌کند و از افراد سالم در برابر بیماری محافظت می‌نماید. علاوه‌بر این، مطالعات نشان می‌دهد که افراد شاد زندگی طولانی‌تری را تجربه می‌کنند [٦].

در مقابل شادی، اختلال افسردگی قرار دارد که یک بیماری مزمن، عود کننده، پرهزینه و ناتوان‌کننده است. پیامدهای اقتصادی اختلال افسردگی نه‌تنها به‌دلیل افزایش استفاده از خدمات بهداشتی و درمانی مرتبط با این بیماری، بلکه به‌دلیل از دست دادن بهره‌وری، توانمندی و ناکارآمدی افراد می‌باشد [۷]. شیوع افسردگی در سه دهه گذشته افزایش یافته است، در حال حاضر افسردگی یکی از ۱۰ اختلال و بیماری اصلی در جهان است [۸ , ۹]. میانگین شیوع افسردگی در جهان ٤.٤ درصد می‌باشد [۱۰] و در خاورمیانه، آفریقا و آسیا میزان شیوع افسردگی نسبت به سایر مناطق جهان بیشتر است [۱۱,۱۲]. به‌طور متوسط شیوع افسردگی در زنان حدود ۲ برابر مردان می‌باشد [۷]. کمترین سن برای شروع علائم افسردگی از اواسط دوره ی نوجوانی حدود ١٤ سال می‌باشد، اما با افزایش سن احتمال ابتلا به افسردگی نیز افزایش می‌یابد [۱۰]. به‌طوری که در سالمندان بالای ٦٥ سال یکی از شایع‌ترین اختلالات روانی شیوع افسردگی است [۹].

سازمان جهانی بهداشت (WHO) پیش‌بینی کرده است که جمعیت سالمندان جهان تا سال ۲۰۵۰ از ۲۲ درصد خواهد گذشت. در حال حاضر سالمندان ۱۰ درصد جمعیت ایران را تشکیل می‌دهند و در سال ۲۰۵۰، این عدد به ۳۰ درصد خواهد رسید [۹]. با توجه به روند پیری جمعیت در جهان و شیوع گسترده افسردگی در سالمندان از یک‌سو و تغییر در عوامل محیطی و سبک زندگی از سوی دیگر، پیش‌بینی می‌شود که افسردگی تا سال ۲۰۳۰ یکی از ناتوان‌کننده‌ترین بیماری‌ها در جهان باشد [۹].

اگرچه درمان‌های دارویی ضدافسردگی می‌توانند مؤثر باشند، اما یک سوم تا نیمی از افراد مبتلا به افسردگی شدید، به درمان‌های ضدافسردگی متعدد پاسخی نمی‌دهند، در سایرین نیز تأثیر داروها نسبی بوده و احتمال دارد که بهبودی کاملی حاصل نشود. عوارض جانبی داروهای ضدافسردگی و عود مجدد بیماری نیز از دیگر مشکلات رایج در درمان افسردگی است [۱۰]. امروزه روانشناسان با تکیه بر یک مدل (زیستی، روانشناختی، اجتماعی) بر این باورند که مسیرهای بیوشیمیایی و عناصر روانشناختی با

[1] happiness
[2] cheerfulness

یکدیگر مرتبط بوده و هر دو تحت‌تأثیر عوامل روحی، محیطی و اجتماعی قرار می‌گیرند [۱۳]. نکته مهم این دیدگاه آن است که همانطور که می‌توان با اصلاح سبک زندگی نظیر ورزش، رژیم غذایی سالم و خواب کافی از بسیاری از بیماری‌های مزمن امروزی پیشگیری کرد، می‌توان با استفاده از عوامل محیطی و سبک زندگی، مسیرهای بیوشیمیایی منتهی به شادی یا افسردگی را نیز مدیریت کرد، بنابراین شناخت عوامل و مسیرهای بیولوژیکی شادی و نیز عوامل محیطی ایجاد کننده شادی و سبک زندگی شاد حائز اهمیت بوده که در این مقاله بررسی می‌شود.

عوامل موثر در بروز شادی

برخی از محققین شادی را ناشی از عوامل ژنتیکی و ارثی و برخی دیگر آن را ناشی از عوامل محیطی مانند وضعیت اقتصادی، روابط اجتماعی و تحصیلات می‌دانند. نتایج نشان می‌دهد که شادی تنها توسط یک یا دو عامل ایجاد نمی‌شود، بلکه نتیجه چندین عامل تلفیقی است. به‌طور کلی عوامل زمینه‌ساز شادی به ۲ گروه اصلی عوامل درونی (نظیر مسیرهای بیولوژیکی و ژنتیکی) و عوامل بیرونی (نظیر سبک زندگی، مسائل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی) قابل‌تقسیم هستند. شادی به‌عنوان یک احساس درنتیجه تعامل عوامل درونی و بیرونی شکل می‌گیرد و هر عامل تأثیر و وزن متفاوتی در ایجاد شادی دارد.

عوامل درونی ایجادکننده شادی

علیرغم تأثیر عوامل بیرونی مؤثر در ایجاد شادی، عوامل درونی اساس شادی را تشکیل می‌دهند و نقش تعیین‌کننده‌تری دارند. وجود تفاوت معنی‌دار در خلق‌وخو و شادی نوزادان نشان‌دهنده اهمیت عوامل درونی است. عوامل درونی به ۳ حوزه عمده شامل عوامل ژنتیکی، عوامل مغزی و انتقال‌دهنده‌های عصبی، عوامل شیمیایی که عملکرد غدد درون‌ریز و هورمون‌ها را در برمی‌گیرد تقسیم می‌شوند. در ادامه این نوشتار به هر یک از این عوامل پرداخته می‌شود.

۱. عوامل ژنتیکی

مطالعات در دوقلوهای همسان نشان می‌دهد که عوامل ژنتیکی ۳۵ تا ۵۰ درصد در ایجاد شادی مؤثر است. در میان ژن‌های مرتبط با ویژگی‌های خلقی و عاطفی، تأثیر مستقیم سه ژن 5-HTTLPR[1]، MAO-A[2] و NET[3] بر شادی اثبات شده است. ژن 5-HTTLPR توزیع سروتونین در سلول‌های مغز را کد می‌کند، بنابراین عملکرد این ژن‌ها به تنظیم خلق‌وخو، ایجاد حس رضایت از زندگی و شادی منجر می‌شود. دو آلل L و S برای این ژن وجود دارد و در افرادی که دارای یک آلل L و یک آلل S هستند، میزان رضایت از زندگی ۸ درصد بیشتر از افرادی است که دو آلل S دارند. همچنین در افرادی که دو آلل L دارند میزان رضایت از زندگی ۱۷ درصد بیشتر افرادی است که یک آلل L و یک آلل S دارند [۵]. به نظر می‌رسد افراد دارای آلل S بیشتر تحت تأثیر استرس‌ها قرار می‌گیرند و به میزان بالاتری مستعد افسردگی می‌باشند [۱٤]. ژن MAO-A روی کروموزوم X قرار دارد و در تنظیم خلق‌وخو و ایجاد شادی نقش مهمی دارد. این ژن یک آنزیم کاتابولیک را برای سروتونین، دوپامین و نوراپی‌نفرین کد می‌کند [۵]. آلل‌های مختلف ژن NET که آزادسازی نوراپی‌نفرین را کنترل می‌کند، نیز با احتمال ابتلا به افسردگی مرتبط است، برای مثال NET-T182C با استعداد بالای ابتلا به افسردگی همراه است [۱۵].

۲. مغز و انتقال‌دهنده‌های عصبی

افکار، یادگیری، حافظه، عشق و احساسات همگی توسط مغز مدیریت می‌شوند، اگرچه مطالعات مغزی هیچ یافته روشنی در مورد محلی‌سازی شادی ندارند، اما قسمت‌هایی از مغز که به‌عنوان مراکز کنترل احساسات معرفی شده‌اند شامل قشر جلوی مغز، آمیگدال، هیپوکامپ و قشر کمربندی قدامی می‌باشند. مطالعات تصویربرداری مغزی نشان می‌دهد که افراد مبتلا به افسردگی سوخت‌وساز غیرطبیعی در لیمبیک و پارالیمبیک قشر جلوی مغز و نیز حجم هیپوکامپ کمتری نسبت به افراد سالم دارند. همچنین مبتلایان به افسردگی شدید فعالیت بیشتری را در محور هیپوتالاموس–هیپوفیز–آدرنالین نشان می‌دهند [۱٦]. مراکز کنترل احساسات در مغز با یکدیگر و نیز با انتقال‌دهنده‌های عصبی برای پردازش و تولید اطلاعات احساسی و رفتار عاطفی همکاری می‌کنند. انتقال‌دهنده‌های عصبی مرتبط با شادی شامل

[1] serotonin-transporter-linked promoter region
[2] Monoamine oxidase A
[3] norepinephrine transporter

سروتونین، دوپامین، نوراپی‌نفرین و اندورفین به‌شرح زیر می‌باشند [۵].

سروتونین: سروتونین یک انتقال‌دهنده عصبی است که علاوه‌بر سیستم عصبی مرکزی، در سلول‌های انترکرومافین دستگاه گوارش نیز سنتز می‌گردد و با بسیاری از عملکردهای شناختی و رفتاری نظیر حافظه، یادگیری، اضطراب و خلق‌وخو مرتبط است و نیز در ایجاد احساس رضایت، شادی و خوش‌بینی نقش دارد [۱۷]. سروتونین همچنین پیش‌ساز ملاتونین است و ملاتونین به‌عنوان هورمون خواب نقش مهمی در تنظیم ریتم شبانه‌روزی دارد [۱۸]. سطح سروتونین در افسردگی کاهش می‌یابد و اکثر داروهای ضدافسردگی جدید که به‌عنوان مهارکننده‌های بازجذب سروتونین[1] (SSRIs) شناخته می‌شوند، با افزایش میزان سروتونین موجود در سلول‌های مغز عمل می‌کنند. تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش سطح سروتونین با خلق‌وخوی مثبت ارتباط دارد [۱۹,۲۰]. لازم به ذکر است که غلظت مناسب سروتونین در چشم انسان اثر محافظتی از عدسی چشم داشته و از ابتلای به آب مروارید پیشگیری می‌نماید اما غلظت بالای سروتونین در چشم انسان خود موجب ایجاد عارضه آب مروارید می‌گردد [۱۸].

دوپامین: یکی از انتقال دهنده عصبی مهم در زمینه شادی می‌باشد. در ابتدا سیستم تولید دوپامین در مغز به‌عنوان یک پیامک (سیگنال) حاصل از دریافت پاداش شناخته شده است، به این ترتیب پس از ارائه یک پاداش، ترشح دوپامین در مغز افزایش یافته و منجر به ایجاد انگیزه می‌گردد[۲۱]. امروزه مطالعات نشان می‌دهد که اختلال در سیستم دوپامین با انواع مشکلات روانشناختی از جمله، بیش‌فعالی، خشم و عصبانیت، اسکیزوفرنی و افسردگی همراه است [۲۲]. به‌طور خلاصه گفته می‌شود که خلق منفی با سطوح پایین‌تر دوپامین مرتبط است [۲۱].

نوراپی‌نفرین: یک انتقال‌دهنده عصبی است که نقش تعیین‌کننده‌ای در موضوع انگیزه، روابط اجتماعی و شادی دارد و کاهش آن با مشکلاتی نظیر کاهش انرژی فرد، کاهش هوشیاری، عدم تمرکز و کاهش توانایی شناختی مرتبط است. بررسی‌های مغزی در افراد سالم و افراد مبتلا به افسردگی، تفاوت‌های عمده‌ای را در سیستم نوراپی‌نفرین مغزی آنها نشان می‌دهد که کاهش قدرت اتصال انتقال‌دهنده‌های نوراپی‌نفرین در مبتلایان به افسردگی یکی از آنها می‌باشد. همانند سروتونین، کاهش میزان نوراپی‌نفرین مغزی نیز، یکی از علل افسردگی می‌باشد [۱۶] و بازدارنده‌های انتخابی بازجذب نوراپی‌نفرین یک گروه از داروهای ضدافسردگی را شامل می‌شوند [۲۳].

اندورفین‌ها: پپتیدهای شبه افیونی درون‌زا هستند که به‌عنوان انتقال‌دهنده‌های عصبی عمل می‌کنند. آنها در طول ورزش مداوم، ترس، عشق، خنده، رابطه جنسی، گوش دادن به موسیقی آرام، خوردن شکلات آزاد می‌شوند. افزایش سطح اندورفین باعث مهار درد، افزایش اعتماد به نفس، خلق‌وخوی خوب، روحیه خوشبختی و شادی در بدن و کاهش سطح اندورفین باعث مهار احساسات مثبت می‌شود. در بیشتر بیماری‌ها پزشکان فعالیت‌هایی نظیر ورزش، پیاده‌روی، دویدن، خندیدن، نیایش و مراقبه، گوش دادن به موسیقی آرام را پیشنهاد می‌کنند که این فعالیت‌ها موجب ترشح اندورفین می‌گردد [۵,۲۴].

۳. هورمون‌ها و غدد درون‌ریز

کورتیزول: یک گلوکوکورتیکوئید شناخته‌شده در بدن است که از غدد فوق کلیوی آزاد می‌شود، نقش آن در فرآیندهای روانشناختی مدیریت استرس است، ترشح این هورمون در زمان وجود التهاب و عوامل استرس‌زا افزایش می‌یابد. افزایش موقت کورتیزول باعث تحریک فعالیت تریپتوفان هیدروکسیلاز از آنزیم‌های مؤثر در سنتز سروتونین می‌شود و به این ترتیب میزان سروتونین را افزایش می‌دهد. اما افزایش مداوم و پایدار کورتیزول با کاهش غلظت مواد پیش ساز سروتونین همراه بوده و غلظت سروتونین را در خون و سیستم عصبی مرکزی به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که کورتیزول یک نشانگر ثابت برای افسردگی است و سطوح بالای کورتیزول صبحگاهی یکی از نشانه‌های اولیه افسردگی می‌باشد [۱۴,۲۵].

آدرنالین (اپی‌نفرین): یک هورمون و انتقال دهنده عصبی است که از غدد آدرنال آزاد می‌شود. آدرنالین عملکردهای زیادی در بدن دارد که تنظیم ضربان قلب، قطر عروق خونی و مسیرهای هوایی دستگاه تنفسی از جمله آنها می‌باشد. ترشح آدرنالین یک جزء حیاتی در پاسخ ستیز یا گریز سیستم عصبی سمپاتیک است. بنابراین، آدرنالین مشابه کورتیزول موجب افزایش ضربان قلب و

[1] Selective serotonin reuptake inhibitors

سرکوب سیستم ایمنی می‌گردد. مطالعات نشان می‌دهد که آدرنالین ادرار پیش‌بینی کننده خوبی برای شادی است [۵]. در واقع افرادی که میزان بیشتری از شادی، رشد شخصیتی و هدف در زندگی را داشته‌اند، دارای مقادیر پایین‌تر و پایدارتری از کورتیزول بزاقی و آدرنالین ادراری می‌باشند [۵,۲۵].

اکسی توسین: یک هورمون پپتیدی است که از غده هیپوفیز آزاد می‌شود و اسپاسم‌های رحمی در زمان زایمان و ترشح شیر مادر را کنترل می‌کند [۵]. اکسی توسین به‌عنوان هورمون عشق نیز شناخته شده است زیرا که مقادیر زیاد آن با دلبستگی، وفاداری و اعتماد مرتبط است، این هورمون استرس را کاهش می‌دهد و ارتباط با دیگران را تسهیل می‌کند و با رفتارهای اجتماعی مثبت همراه است. در حالی که روابط اجتماعی تأثیر قوی بر رضایت از زندگی دارد و بین شادی و رابطه اجتماعی همبستگی معنی‌داری وجود دارد، اکسی توسین می‌تواند از طریق تسهیل روابط اجتماعی باعث ایجاد شادی شود [۲۶,۲۷].

علاوه بر انتقال‌دهنده‌های عصبی و هورمون‌ها، به‌نظر می‌رسد متابولیت‌ها و مسیرهای بیوشیمیایی دیگری نیز با بیماری افسردگی ارتباط داشته باشند، که التهاب از مهم‌ترین آنها می‌باشد. سلول‌های ایمنی در پاسخ به ایجاد عفونت، سیتوکین‌های التهابی را ترشح می‌کنند، این مواد موجب فعال شدن سیستم ایمنی و مقابله با عفونت می‌گردد. مطالعات نشان می‌دهد که ترشح مداوم و کنترل نشده سیتوکین‌های التهابی می‌تواند با ایجاد سیگنال‌های مغزی، احتمال ابتلا به افسردگی را افزایش دهد، غلظت بالای برخی عوامل التهابی نظیر اینترلوکین‌ها و فاکتور نکروز توموری در خون بیماران مبتلا به افسردگی شاهدی بر نقش التهاب در بیماری افسردگی می‌باشد [۱۶,۲۸]. افزایش رادیکال‌های آزاد و استرس اکسایشی نیز یکی دیگر از علل شناخته شده در تشدید افسردگی می‌باشد. مغز در برابر استرس اکسایشی آسیب‌پذیرتر از سایر بافت‌ها است، زیراکه دارای مصرف اکسیژن بیشتر، محتوای لیپید بالاتر و دفاع آنتی‌اکسیدانی ضعیف‌تری است. رادیکال‌های آزاد اکسیژن، موجب پراکسایش فسفولیپیدها در غشا سلول‌های مغزی می‌گردند که یکی از مشاهدات مهم در شروع عارضه افسردگی می‌باشد. رادیکال‌های آزاد اکسیژن همچنین بر بیان برخی ژن‌های درگیر در زمینه شادی و افسردگی تأثیرگذارهستند. از طرف دیگر، استرس اکسایشی می‌تواند موجب افزایش ترشح سیتوکین‌های التهابی شده و از این طریق نیز بر شکل‌گیری افسردگی تأثیرگذار باشد. مطالعات پلاسمای بیماران مبتلا به افسردگی نشان‌دهنده غلظت پایین آنتی‌اکسیدان‌ها در مقایسه با افراد غیرمبتلا می‌باشد [۲۹]. بی‌نظمی ریتم شبانه‌روزی ناشی از اختلال در سوخت‌وساز ملاتونین، تغییرات در سوخت‌وساز گلوتاماترژیک، استیل کولین، گاما بوتیریک اسید، مشکلات غده تیروئید و اختلال در عملکرد مواد شبه افیونی درون‌زا، از دیگر علل احتمالی افسردگی می‌باشند که شناخت دقیق سازوکار آنها نیازمند مطالعات بیشتر است [۳۰].

عوامل بیرونی مؤثر در شادی

در حالی‌که جهان امروزی پیشرفت‌های فناوری و پزشکی متعددی برای افزایش امید به زندگی فراهم کرده است، اما هزینه‌هایی نیز به‌همراه داشته است. برای مثال، در سبک زندگی نوین عواملی چون بی‌تحرکی، رژیم غذایی ضعیف، به‌هم ریختگی ریتم شبانه‌روزی، انزوای اجتماعی، تعاملات عاطفی کمتر با خانواده، افزایش رقابت بین افراد، افزایش آلودگی هوا و کاهش زمان سپری شده در طبیعت در حال افزایش است. این عوامل از مسیرهای متفاوتی نظیر افزایش استرس اکسایشی و التهاب، اختلال در عملکرد محور هیپوتالاموس–هیپوفیز– غدد فوق کلیوی، اختلال در ترشح هورمون‌ها و عملکرد انتقال دهنده‌های عصبی، می‌توانند با تأثیر منفی بر سلامت روان انسان‌ها نظیر کاهش شادی همراه باشند. بنابراین رعایت مواردی در سبک زندگی می‌تواند در پیشگیری و یا کاهش علائم افسردگی مفید واقع شود [۳۱,۳۲]. در ادامه به عوامل ایجاد کننده سبک زندگی شاد پرداخته شده است.

ورزش

شواهد قانع‌کننده‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد ورزش ارتباط مستقیمی با شادی و کاهش احتمال ابتلا به افسردگی دارد. فعالیت‌های بدنی موجب افزایش سنتز سروتونین و اندورفین در مغز می‌شوند و ورزش، سنتز سروتونین را به‌طور قابل‌توجهی در هیپوتالاموس افزایش می‌دهد [۳۳]. ورزش ترشح سیتوکین‌های التهابی و استرس اکسایشی را کاهش می‌دهد [۳٤] و سبب بهبود عملکرد هیپوکامپ مغز می‌گردد [۳۵]. مطالعات اپیدمیولوژیک نیز نشان داده‌اند که افراد ورزشکار میزان بیشتری از شادی و رضایت از زندگی را نسبت به دیگران دارند. دویدن و یا راه رفتن با سرعت زیاد با کاهش خطر افسردگی مرتبط است و فعالیت بدنی

ناکافی با احتمال ایجاد افسردگی همبستگی معنی‌داری دارد [۷]. فعالیت بدنی در دوران کودکی نیز با کاهش خطر ابتلا به افسردگی در بزرگسالی همراه است. دوران کودکی دوره رشد سریع مغز است و با توجه به تأثیرات قوی ورزش بر مغز، این فرضیه قابل‌قبول است که فعالیت بدنی در اوایل زندگی ممکن است اثرات مفیدی بر مغز در حال رشد داشته باشد [۳۵]. مطالعات نشان داده است که ورزش برای درمان افسردگی نیز مفید است [۳۶]. به‌طور کلی گفته می‌شود که ورزش منظم زندگی را شادتر، رضایت‌بخش‌تر و خلق‌وخو را مثبت‌تر می‌کند.

رژیم غذایی

در یک قرن گذشته، تغییرات عمده‌ای در رژیم غذایی انسان‌ها در سراسر جهان رخ داده است. به‌طوری‌که رژیم غذایی کنونی حاوی مقادیر زیاد کالری، چربی‌های اشباع و قند تصفیه شده می‌باشد. نقطه مقابل رژیم غذایی جدید، رژیم غذایی مدیترانه‌ای است، که یک رژیم غذایی کم‌کالری شامل ماهی‌ها، انواع میوه‌ها و سبزیجات، روغن زیتون، لبنیات کم‌چرب، غلات کامل و حبوبات است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد رژیم غذایی نامناسب می‌تواند یک عامل خطر برای کاهش شادی بشر و شروع افسردگی باشد [۳۲]. یک مطالعه کوهورت[1] گسترده در اروپا که در طول ٤ سال بر روی بیش از ده هزار نفر انجام شد، نشان‌دهنده ارتباط معکوس بین میزان پایبندی به رژیم غذایی مدیترانه‌ای و میزان ابتلا به افسردگی می‌باشد. نکته مهم در این مطالعه این است که نتایج آن فرضیه‌ای که پیشنهاد می‌کرد افسردگی موجب انتخاب رژیم غذایی بی‌کیفیت و پرکالری می‌شود را رد می‌کند و بر این موضوع که تغییر در رژیم غذایی بر سلامت روان تأثیر دارد، تأکید می‌نماید. نتایج مطالعات مشابه در کره جنوبی و یونان نیز با نتایج این مطالعه همسو می‌باشند [۳۷]. همچنین یک مطالعه کوهورت بر بیش از ۳ هزار نفر کارمند میانسال در بریتانیا نشان می‌دهد که بین دو رژیم غذایی، رژیم غذایی مدیترانه‌ای و غذاهای فرآوری شده، با میزان ابتلا به افسردگی ارتباط معناداری وجود دارد، به این صورت که استفاده از رژیم غذایی مدیترانه‌ای با کاهش خطر افسردگی همراه است در حالی که ۵ سال استفاده از رژیم غذایی حاوی گوشت‌های فرآوری شده، دسرهای شیرین، غذاهای سرخ شده، غلات تصفیه شده و محصولات لبنی پرچرب با افزایش احتمال ابتلا به افسردگی همراه است [۳۸]. نتایج یک مطالعه دیگر که بیش از ۸ هزار نوجوان استرالیایی را بررسی کرده است، ثابت می‌کند که مصرف بیشتر غذاهای فراوری شده و غذاهایی با کالری زیاد و مواد مغذی کم با افزایش احتمال افسردگی در نوجوانان همراه است [۳۹]. یک مطالعه ۱۰ ساله مبتنی بر جمعیت نیز نشان داده است که یک الگوی غذایی شامل سبزیجات، میوه، ماهی و غلات کامل با احتمال ابتلا به افسردگی و اضطراب کمتر همراه است، در حالی که یک الگوی غذایی شامل غذاهای فرآوری‌شده با احتمال بالاتری از اختلالات روانی مرتبط می‌باشد [٤۰]. همچنین نتایج مطالعه‌ای که در دانمارک انجام شده است، نشان می‌دهد که افرادی که اغلب فست فود می‌خورند، نسبت به افرادی که فست فود مصرف نمی‌کنند کمتر خوشحال هستند [٦]. همانطور که پیشتر اشاره شد شادی و نیز افسردگی تحت‌تأثیر عوامل بیوشیمیایی، هورمونی، ایمنی و انتقال‌دهنده‌های عصبی قرار دارد، بنابراین مواد غذایی از طریق مسیرهای مختلفی می‌توانند بر این عوامل تأثیر گذاشته و در بهبود خلق‌وخو و تعدیل اختلالات روانشناختی نظیر افسردگی مؤثر باشند. پیروی از رژیم غذایی مدیترانه‌ای با سطوح پایین‌تر نشانگرهای التهابی مرتبط است، در حالی‌که رژیم‌های غذایی سرشار از کربوهیدرات‌های تصفیه شده و نیز فست فودها با سطوح بالای التهاب مرتبط هستند. غلظت بالای آنتی‌اکسیدان‌ها نظیر فلاونوئیدها که در سبزیجات و میوه‌ها وجود دارد، با کاهش استرس اکسایشی و نیز کاهش خطر ابتلا به افسردگی همراه است. غذاهای غنی از پروتئین، روغن‌های با لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)[2] و میوه‌هایی نظیر آووکادو و موز موجب افزایش اکسی توسین می‌شوند و کربوهیدرات‌ها باعث افزایش ترشح سروتونین می‌گردند[۲٦].

شواهد فزاینده‌ای نشان‌دهنده تأثیر قوی فولیک اسید، اسیدهای چرب امگا۳ و ویتامین D بر پیشگیری از افسردگی می‌باشد. فولیک اسید که در سبزیجات با برگ‌های سبز نظیر اسفناج و انواع کلم و نیز حبوبات یافت می‌شود، خاصیت ضدالتهابی داشته و سطوح پایین فولیک اسید خطر ابتلا به افسردگی را افزایش می‌دهد [۳۸].

[1] Cohort Study
[2] high-density lipoprotein

میزان کم اسیدهای چرب غیراشباع امگا۳ به‌ویژه ایکوزاپنتانوئیک اسید[1] (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید[2] (DHA) با افسردگی مرتبط است. مطالعات بر روی افراد افسرده نشان داده است که در این افراد اغلب کمبود امگا ۳ دیده می‌شود و استفاده از مکمل امگا۳ در بهبود علایم افسردگی مؤثر است [٤١]. سازوکارهای بیوشیمیایی متعددی برای توضیح رابطه بین اسید چرب غیراشباع و افسردگی پیشنهاد شده است، امگا ۳ ضدالتهاب است و اثرات پیش‌التهابی اسیدهای چرب امگا ٦ را خنثی می‌کند. مهار بیان سیتوکین‌ها، کاهش تولید پروستاگلاندین‌های سری ۲، افزایش تولید سروتونین و دوپامین و تنظیم آزادسازی انتقال‌دهنده‌های عصبی از جمله آنها می‌باشد [٤٢,٤٣].

ویتامین D هورمونی با عملکردهای آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی است. کمبود ویتامین D در سراسر جهان، به‌ویژه در افراد مسن، گسترده است [٤٤]. مطالعات نشان می‌دهد که کمبود ویتامین D با اختلالات شناختی، افسردگی، اختلال دوقطبی و اسکیزوفرنی ارتباط دارد. به‌نظر می‌رسد این ویتامین در تنظیم بیان ژن‌ها در سیستم عصبی مرکزی نقش داشته باشد به‌طوری‌که موجب فعال‌سازی برخی گیرنده‌ها در غشای نورون‌های سیستم لیمبیک، قشر مغز و مخچه می‌شود و از این طریق بر تنظیم عملکردهای شناختی، رفتاری و تعاملات اجتماعی اثر می‌گذارد. ویتامین D همچنین با اثر بر روی نورون‌های دوپامینرژیک، میزان سنتز و ترشح دوپامین را تنظیم می‌نماید [٤٥].

علاوه‌بر کاهش التهاب، کاهش استرس اکسایشی، تنظیم ترشح انتقال‌دهنده‌های عصبی و هورمون‌ها، سازوکارهای دیگری نظیر انعطاف‌پذیری و بهبود عملکرد مغز، تنظیم سوخت‌وساز و تنظیم عملکرد میتوکندری نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند که رژیم غذایی صحیح از طریق تأثیر بر آنها به کاهش احتمال ابتلا به افسردگی کمک می‌کند [٣٢]. شواهد دلگرم‌کننده‌ای نیز وجود دارد که نشان می‌دهد اصلاح رژیم غذایی حتی در کوتاه‌مدت تأثیر بسزایی بر افزایش شادی و رضایت از زندگی دارد. برای مثال در یک مطالعه نشان می‌دهد که ۱۰ روز پیروی از یک رژیم غذایی صحیح و سرشار از مواد مغذی باعث بهبود قابل‌توجه در خلق‌وخو، هوشیاری و رضایت از زندگی در افراد می‌شود [٤٦].

چاقی

مطالعات نشان‌دهنده ارتباط بین چاقی و کاهش میزان شادی فرد می‌باشد و یک مطالعه ی متاآنالیز[3] ارتباط متقابل بین افسردگی و چاقی را تأیید می‌کند. اضافه وزن مسیرهای التهابی را فعال کرده و نیز موجب اختلال در تنظیم محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال می‌گردد که هر دو مورد با افزایش احتمال افسردگی همراه هستند. در مورد چاقی علاوه‌بر سازوکارهای بیوشیمیایی می‌باید به مسیرهای روانی نیز اشاره کرد. چاقی و اضافه وزن ممکن است باعث کاهش عزت نفس، اعتماد به نفس، کاهش روابط اجتماعی و نیز نارضایتی از خود شود که همه این عوامل می‌تواند خطر ابتلا به افسردگی را تشدید کند [٣١].

مصرف الکل

شواهد نشان می‌دهد که افرادی که در طول روز بیش از ٤ واحد الکل می‌نوشند، میزان کمتری از شادی را تجربه می‌کنند. یک مطالعه پنج ساله در روسیه نشان داده است که افزایش مصرف الکل با کاهش شادی همراه می‌باشد [٦]. یک متاآنالیز از چهار مطالعه اپیدمیولوژیک در مقیاس بزرگ نیز نشان داده است که در افراد مبتلا به سوء مصرف الکل یا وابستگی به الکل معمولاً خطر ابتلا به اختلالات اضطرابی و افسردگی دو تا سه برابر بیشتر از دیگران است [٤٧]. یک متاآنالیز دیگر نیز نشان می‌دهد که مصرف حاد الکل خطر ابتلا به اختلال افسردگی را دو برابر می‌کند [٣٢]. مصرف حاد الکل با اختلال در تنظیم ترشح مونوآمین‌ها، کاهش ترشح گلوتامات در سیستم عصبی و اختلال در عملکرد غدد درون‌ریز همراه است که این عوامل می‌تواند احتمال افسردگی یا اضطراب را افزایش دهد [٤٨]. خوشبختانه مطالعات نشان می‌دهد که علائم افسردگی ٤ الی ٥ هفته پس از ترک الکل کاهش می‌یابد [٤٩].

سیگار

به‌نظر می‌رسد افراد سیگاری قهار که در روز بیش از ۲۰ نخ سیگار مصرف می‌کنند، میزان شادی کمتری را در مقایسه با دیگران تجربه می‌کنند و سیگار کشیدن یک عامل خطر بالقوه برای ایجاد افسردگی است [٦]. استعمال دخانیات به‌طور نامتناسبی در میان

[1] Eicosapentaenoic acid
[2] Docosahexaenoic acid
[3] Meta-analysis

افراد مبتلا به بیماری روانشناختی رایج است و مصرف سیگار با افزایش ۱.٤٦ برابری احتمال ابتلا به اختلال افسردگی همراه است. یک مطالعه ۱۱ ساله مبتنی بر جمعیت در نروژ، نشان داده است که احتمال ابتلا به افسردگی با مصرف سیگار به شکل وابسته به میزان (دوز) افزایش یافته است. به‌طوری‌که احتمال ابتلا به افسردگی در افراد سیگاری قهار بیش از چهار برابر کسانی است که سیگار مصرف نمی‌کنند. در افسردگی تک‌قطبی و هم در اختلال دوقطبی، سیگار نه‌تنها اثر مضری بر شدت علائم بیماری دارد، بلکه در پاسخ به درمان نیز اختلال ایجاد می‌کند [۵۰]. دود سیگار رادیکال‌های آزاد تولید می‌کند که باعث پراکسایش لیپیدها و اکسایش پروتئین‌ها می‌شود و استرس اکسایشی را به شکل قابل‌توجهی افزایش می‌دهد. پراکسایش فسفولیپیدهای مغزی از دیگر پیامدهای مصرف سیگار است که می‌تواند موجب افزایش احتمال ابتلا به افسردگی شود. یک سازوکار نوروبیولوژیکی کلیدی دیگر که سیگار کشیدن و افسردگی را به هم مرتبط می‌کند به تأثیر نیکوتین بر تنظیم ناقل‌های عصبی مونوآمین‌ها، نظیردوپامین، از طریق مسیرهای کولینرژیک و اختلال سیستم دوپامینرژیک مربوط باشد که می‌تواند زمینه‌ساز اختلال در سیستم پاداش و لذت، اختلال ریتم شبانه‌روزی، اختلالات خلقی و افسردگی در افراد سیگاری باشد [۵۰,۵۱].

خواب

خواب خوب شبانه برای سلامت روحی و جسمی حیاتی است و اختلالات عاطفی اغلب با اختلال در ریتم شبانه‌روزی همراه هستند. داده‌های اپیدمیولوژیک نشان داده است که تقریباً ٤۰ درصد از افراد مبتلا به بی‌خوابی مزمن از یک اختلال روانپزشکی نیز رنج می‌برند. اختلال خواب یکی از علائم مکرر افسردگی نیز می‌باشد و یک رابطه دوطرفه علت و معلولی قوی بین بی‌خوابی و افسردگی وجود دارد به‌طوری‌که بی‌خوابی می‌تواند خطر ابتلا به افسردگی را افزایش دهد و افسردگی خطر ابتلا به بی‌خوابی را افزایش می‌دهد. در بسیاری از بیماران مبتلا به افسردگی، علائم بی‌خوابی از شروع این اختلال خبر می‌دهد و ممکن است تا بهبودی یا حتی پس از بهبودی کامل ادامه یابد و مشکلات خواب باقیمانده پس از بهبودی می‌تواند پیش‌بینی‌کننده عود مجدد افسردگی باشد. بی‌خوابی در حال حاضر نه‌تنها به‌عنوان یک علامت، بلکه یک پیش‌بینی‌کننده احتمالی افسردگی نیز در نظر گرفته می‌شود.

یک متاآنالیز بر ۲۱ مطالعه آینده‌نگر نشان می‌دهد که بی‌خوابی خطر ابتلا به یک دوره افسردگی را دو برابر افزایش می‌دهد، یعنی احتمال ابتلا به افسردگی در افراد غیرافسرده مبتلا به بی‌خوابی ۲ برابر بیشتر از افرادی است که مشکل خواب ندارند. بنابراین، برنامه‌های درمانی اولیه برای بی‌خوابی ممکن است خطر ابتلا به افسردگی را در جمعیت کاهش داده و به‌عنوان یک راهکار مهم پیشگیرانه در حوزه مراقبت از سلامت روان در نظر گرفته شود [۸,۵۲,۵۳]. ملاتونین به‌عنوان هورمون خواب یکی از فرآورده‌های سروتونین می‌باشد و نقش مهمی در تنظیم خواب عمیق شبانه دارد. مطالعه‌ای در مورد تأثیر ملاتونین و سروتونین بر عدسی چشم نشان می‌دهد که غلظت بالای سروتونین در چشم می‌تواند با عارضه آب مروارید همراه باشد اما ملاتونین از ابتلا به آب مروارید پیشگیری می‌نماید [۱۸].

تماشای تلویزیون

به‌نظر می‌رسد که احتمال ابتلا به افسردگی با افزایش زمان تماشای تلویزیون افزایش می‌یابد، نتایج یک مطالعه نشان می‌دهد که تماشای تلویزیون به مدت بیش از ۳ ساعت در روز خطر ابتلا به افسردگی را ۱.۱۳ برابر افزایش می‌دهد [۷]. لازم به ذکر است رابطه مستقیمی بین استفاده زیاد از اینترنت و گوشی‌های همراه با افزایش اضطراب و افسردگی گزارش شده است [٥٤].

نیایش و مراقبه

تمرین‌های مراقبه باعث بهبود خلق‌وخوی فرد افسرده می‌شود و به‌نظر می‌رسد در پیشگیری از عود مجدد افسردگی نیز مفید باشد. از این‌رو، امروزه مراقبه و نیایش به‌عنوان یکی از روش‌های کمکی در درمان افسردگی پیشنهاد می‌گردد. مراقبه، نیایش به درگاه خداوند و حفظ سکوت درونی انسان با افزایش تمرکز، نشخوار فکری را که یکی از مشکلات رایج افسردگی است، کاهش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که انجام منظم مراقبه موجب تغییرات بیوشیمیایی مفید در سیستم عصبی مرکزی می‌گردد که تغییرات در مورفولوژی ماده خاکستری مغز، افزایش ضخامت قشر جلوی پیشانی، افزایش هموگلوبین اکسیژن دار در قشر جلوی پیشانی و افزایش سطوح سروتونین در مغز و گردش خون از جمله آنها می‌باشد [۵۵].

نور خورشید

میزان تولید سروتونین در مغز، با طول روز، میزان تابش و شدت درخشندگی نور خورشید ارتباط معناداری دارد و گردش سروتونین در مغز در فصل زمستان به کمترین میزان خود می‌رسد. ارتباط بین تغییرات فصلی، شدت تابش نور خورشید و میزان شیوع افسردگی منجر به معرفی یک روش درمانی کمکی افسردگی بنام نور درمانی شده است. مطالعات نیز نشان می‌دهد که ورزش در طبیعت و در برابر نور خورشید نسبت به ورزش در فضای بسته، تأثیر بیشتری بر افزایش شادی انسان دارد. تأثیر نور خورشید بر میزان شادی انسان علاوه‌بر تغییرات غلظت سروتونین مغز، می‌تواند به افزایش سنتز ویتامین D در اثر تابش نور خورشید نیز مرتبط باشد [۵٦,۵۷].

رنگ‌ها

علاوه بر نور، رنگ‌ها نیز بر ویژگی‌های روانشناختی انسان‌ها نظیر افسردگی، اضطراب، هیجان و انگیزه تأثیرگذار می‌باشند، از این‌رو رنگ درمانی نیز به‌عنوان یکی از درمان‌های مکمل برای مشکلات روانشناختی پذیرفته شده است [۵۸]. قرار گرفتن در معرض رنگ‌ها موجب شادی و یا افسردگی می‌شود که افراد باید شناخت کافی برای استفاده از رنگ‌ها را داشته باشد [۵۹]. علاوه بر تأثیر رنگ بر ویژگی‌های روانشناختی، انتخاب رنگ و علاقه به رنگ‌های مختلف نیز می‌تواند یک معیار پیش‌بینی‌کننده در مورد ویژگی‌های روانشناختی افراد باشد [٦۰]. با وجود ارتباط بین رنگ‌ها و سلامت روان انسانها، می‌باید به این نکته نیز توجه داشت که اگر رنگ‌ها بر اساس ترجیح و علاقه افراد انتخاب شود احساس امنیت و تمایل به زندگی بیشتری را در آنها ایجاد می‌کند [٦۱].

آلودگی هوا

سموم محیطی نظیر آلودگی هوا نیز تأثیر بالقوه‌ای بر سیستم عصبی مرکزی و افزایش علائم افسردگی دارد. در یک مطالعه در کره جنوبی ثابت شده است که افزایش گازهای NO_2، O_3 و نیز ذرات معلق با قطر آیرودینامیکی کمتر از ۱۰ میکرومتر در هوای تنفسی، به‌طور قابل‌توجهی منجر به افزایش شیوع و شدت گرفتن علائم افسردگی می‌گردد. التهاب در سیستم عصبی، استرس اکسایشی، فعال‌سازی میکروگلیال، اختلال عملکرد عروق مغزی و کاهش تولید دوپامین از جمله سازوکارهای پیشنهاد شده برای تأثیر آلودگی هوا در افزایش افسردگی می‌باشد [٦۲].

آموزش شاد بودن

شادی به‌شدت به مهارت‌های مختلف زندگی مانند واقع‌گرایی، اراده، یادگیری، رشد فردی، روابط اجتماعی و داشتن مقداری انعطاف‌پذیری بستگی دارد [۳۲,٦۳]. در نتیجه، بهبود چنین مهارت‌هایی از طریق آموزش می‌تواند باعث افزایش شادی فرد شود. خودداری از یادگیری مهارت‌های جدید و درگیر نشدن در فعالیت‌های اجتماعی و شغلی ممکن است فرد را به سمت احساس مفید نبودن، نارضایتی از خویش و یا حتی افسردگی سوق دهد، این وقایع یکی از دلایل وقوع افسردگی پس از بازنشستگی می‌باشد. بنابراین رشد فردی و توسعه همیشگی مهارت‌ها و پیشرفت در زمینه‌های علمی از جمله کارهایی است که می‌تواند با ایجاد شادی همراه باشد. همانطور که شاعر بزرگ ناصرخسرو می‌فرماید:

لذت علمی چو از دانا به جان تو رسید
زان سپس ناید به چشمت لذت جسمی لذیذ

همچنین مطالعات نشان می‌دهد که روابط صمیمانه با خانواده و دوستان و به‌ویژه انسان‌های مثبت‌اندیش نیز تأثیر به‌سزایی در شادی و پیشگیری از افسردگی دارد. توانایی و هنرِ لذت بردن از چیزهای ساده در زندگی نظیر تماشای طبیعت، خوردن غذا در کنار خانواده، گفتگو با دوستان، تماشای طلوع و غروب خورشید، انجام فعالیت‌های خیرخواهانه، مراقبت از محیط زیست، مطالعه اشعار حکیمان پارسی و پرداختن به هنر از جمله عوامل قابل آموزش می‌باشد که می‌تواند موجب شادی در انسان‌ها شود [۳۲]. در واقع شعر وسیله ای برای بیان اندیشه‌های متعالی و آفرینش زیبایی است و به نوعی پیام آور شادی درونی می‌باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

عوامل و معیارهای شادی بسیار گوناگون می‌باشد که در آموزه‌های دینی، روش‌های علمی، تجربیات و سبک زندگی ملل جهان گزارش شده است که بخشی از آن در این مقاله شرح مختصر داده شده است. امروز در بعضی از مراکز علمی و دانشگاه‌ها سایر کشورها، مرکز تحقیقات شادی تأسیس شده و مطالعات علوم پایه، علوم تجربی، علوم انسانی و اجتماعی و هنر انجام می‌شود. البته لازم به ذکر است مؤسسه مطالعات سبک

زندگی و سلامت در دانشگاه تهران اخیرا فعالیت خود را شروع نموده است. شیوه‌های گوناگون و کم‌هزینه می‌تواند انسان را شاد کند و روح و روان و جسم انسان را سلامتی بخشد. یکی از محورهای اصلی شاد بودن آرامش و صلح درونی انسان، پرورش فطرت انسانی و توازن با طبیعت است و هر فردی نیاز به دانش برای اداره سبک زندگی خود دارد. یکی از محورهای مهم شناخت انسان از خود می‌تواند شناخت مولکول‌های پاداش‌دهنده درون انسان و مولکول‌های سخاوتمند در طبیعت باشد. واکنش‌ها و اندرکنش‌های جسمی و روانی انسان توسط مولکول‌ها و بیومولکول‌ها انجام می‌شود، لذا انسان نیاز مبرم به شناخت آنها دارد [۵۲]. اصلاح سبک زندگی بر مبنای پیشنهادات این مقاله می‌تواند به افزایش شادی و آرامش در افراد کمک کند و شادی و آرامش درونی منشأ آرامش بیرونی و زندگی شاد می‌باشد [٦٤]. همچنین یکی دیگر از محورهای شاد بودن تقویت ایمان به خداوند و امید است که می‌تواند موجب مقاومت و ایستادگی انسان‌ها در برابر سختی‌ها شود، بنابراین با تغییر نگرش به زندگی و افزایش ایمان و امیدواری می‌توان شادی درونی را تقویت کرد و زندگی شاد و تندرستی انعکاسی از شادی درون و برون انسان است.

کی شعر ترانگیزد خاطر که حزین باشد یک نکته از این معنی گفتیم و همین باشد (حافظ)

سپاسگزاری

از حمایت‌های دانشگاه تهران، بنیاد ملی علم ایران(صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور)، کرسی یونسکو در تحقیقات بین‌رشته‌ای در دیابت، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

[1]. M. Bartels, D.I. Boomsma, Born to be happy? the etiology of Subjective well-being, Behav. Genet. 39 (2009) 605–615. https://doi.org/10.1007/s10519-009-9294-8.

[2]. O.N. Medvedev, C.E. Landhuis, Exploring constructs of well-being, happiness and quality of life, Peer J. 2018 (2018) 1–16. https://doi.org/10.7717/peerj.4903.

[3]. M. Bartels, Genetics of Wellbeing and Its Components Satisfaction with Life, Happiness, and Quality of Life: A Review and Meta-analysis of Heritability Studies, Calcif. Tissue Int. 96 (2015) 137–156. https://doi.org/10.1007/s10519-015-9713-y.

[4]. A. Steptoe, Enjoying Life and Living Longer, Arch. Intern. Med. 172 (2012) 273. https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.1028.

[5]. D.D. Farhud, M. Malmir, M. Khanahmadi, Happiness & health: The biological factors-systematic review article, Iran. J. Public Health. 43 (2014) 1468–1477.

[6]. R. Veenhoven, Healthy happiness: Effects of happiness on physical health and the consequences for preventive health care, J. Happiness Stud. 9 (2008) 449–469. https://doi.org/10.1007/s10902-006-9042-1.

[7]. M. Lucas, R. Mekary, A. Pan, F. Mirzaei, É.J. O'Reilly, W.C. Willett, K. Koenen, O.I. Okereke, A. Ascherio, Relation between clinical depression risk and physical activity and time spent watching television in older women: A 10-year prospective follow-up study, Am. J. Epidemiol. 174 (2011) 1017–1027. https://doi.org/10.1093/aje/kwr218.

[8]. C. Baglioni, G. Battagliese, B. Feige, K. Spiegelhalder, C. Nissen, U. Voderholzer, C. Lombardo, D. Riemann, Insomnia as a predictor of depression: A meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies, J. Affect. Disord. 135 (2011) 10–19. https://doi.org/10.1016/j.jad.2011.01.011.

[9]. A. Raeisvandi, M. Amerzadeh, F. Hajiabadi, Z. Hosseinkhani, Prevalence and the affecting factors on depression, anxiety and stress (DASS) among elders in Qazvin City, in the Northwest of Iran, BMC Geriatr. 23 (2023) 1–8. https://doi.org/10.1186/s12877-023-03908-z.

[10]. S. Marwaha, E. Palmer, T. Suppes, E. Cons, A.H. Young, R. Upthegrove, Novel and emerging treatments for major depression, Lancet. 401 (2023) 141–153. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02080-3.

[11]. S. Shorey, E.D. Ng, C.H.J. Wong, Global prevalence of depression and elevated depressive symptoms among adolescents: A systematic review and meta-analysis, Br. J. Clin. Psychol. 61 (2022) 287–305. https://doi.org/10.1111/bjc.12333.

[12]. A. Isanazar, F. Joukar, S. Maroufizadeh, N. Faraji, T. Zeinali, R. Soleimani, M. Naghipour, F. Mansour-Ghanaei, Prevalence of depression and associated factors among adults: The PERSIAN Guilan cohort study (PGCS), J. Public Health (Bangkok). (2023). https://doi.org/10.1007/s10389-023-01898-1.

[13]. B.T. Johnson, R.L. Acabchuk, What are the keys to a longer, happier life? Answers from five decades of health psychology research, Soc. Sci. Med. 196 (2018) 218–226. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.11.001.

[14]. H.M. van Praag, Can stress cause depression?, Prog. Neuro-Psychopharmacology Biol. Psychiatry. 28 (2004) 891–907. https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2004.05.031.

[15]. M.B. Robinson, Acute regulation of sodium-dependent glutamate transporters: A focus on constitutive and regulated trafficking, 2006. https://doi.org/10.1007/3-540-29784-7_13.

[16]. C. Moret, M. Briley, The importance of norepinephrine in depression, Neuropsychiatr. Dis. Treat. 7 (2011) 9–13. https://doi.org/10.2147/NDT.S19619.

[17]. L.F. Mohammad-Zadeh, L. Moses, S.M. Gwaltney-Brant, Serotonin: a review, J. Vet. Pharmacol. Ther. 31 (2008) 187–199. https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.2008.00944.x.

[18]. M. Nourazaran, R. Yousefi, F. Moosavi-Movahedi, F. Panahi, J. Hong, A.A. Moosavi-Movahedi, The structural and functional consequences of melatonin and serotonin on human αB-crystallin and their dual role in the eye lens transparency, Biochim. Biophys. Acta - Proteins Proteomics. 1871 (2023) 140928. https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2023.140928.

[19]. C. Jonnakuty, C. Gragnoli, What do we know about serotonin?, J. Cell. Physiol. 217 (2008) 301–306. https://doi.org/10.1002/jcp.21533.

[20]. Y. Karaküçük, A. Beyoglu, A. Çömez, F.Ö. Orhan, M. Demir, Early effects of selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) on cornea and lens density in patients with depression, Psychiatry Clin. Psychopharmacol. 29 (2019) 387–393. https://doi.org/10.1080/24750573.2019.1673944.

[21]. F.G. Ashby, A.M. Isen, A.U. Turken, A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition, Psychol. Rev. 106 (1999) 529–550. https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.3.529.

[22]. S.D. Iversen, L.L. Iversen, Dopamine: 50 years in perspective, Trends Neurosci. 30 (2007) 188–193. https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.03.002.

[23]. N.A. Harrison, R. Morgan, H.D. Critchley, From facial mimicry to emotional empathy: A role for norepinephrine?, Soc. Neurosci. 5 (2010) 393–400. https://doi.org/10.1080/17470911003656330.

[24]. M.F. Chan, Z.Y. Wong, N. V. Thayala, The effectiveness of music listening in reducing depressive symptoms in adults: A systematic review, Complement. Ther. Med. 19 (2011) 332–348. https://doi.org/10.1016/j.ctim.2011.08.003.

[25]. H.M. Burke, M.C. Davis, C. Otte, D.C. Mohr, Depression and cortisol responses to psychological stress: A meta-analysis, Psychoneuroendocrinology. 30 (2005) 846–856. https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2005.02.010.

[26]. D. Hasin, Z.A. Pampori, O. Aarif, I.A. Bhat, K.H. Bulbul, A.A. Sheikh, Happy hormones and their significance in animals and man, Int. J. Vet. Sci. Anim. Husb. 100 (2018) 100–103. www.veterinarypaper.com.

[۲۷]. سمیه قره قومی، توماس هارتل، علی اکبر موسوی موحدی " رضایت از زندگی و آزادسازی اکسیتوسین(هورمون عصبی شیمیایی در مغز) نشریه نشا علم، مجلد۱۲، شماره۲، صفحات ۱۵۰–۱۵۸، سال ۱۴۰۱

[28]. R. Dantzer, J.C. O'Connor, G.G. Freund, R.W. Johnson, K.W. Kelley, From inflammation to sickness and depression: When the immune system subjugates the brain, Nat. Rev. Neurosci. 9 (2008) 46–56. https://doi.org/10.1038/nrn2297.

[29]. S. Bhatt, A.N. Nagappa, C.R. Patil, Role of oxidative stress in depression, Drug Discov. Today. 25 (2020) 1270–1276. https://doi.org/10.1016/j.drudis.2020.05.001.

[30]. Vezmar, Getting the balance right: Established and emerging therapies for major depressive disorders, Neuropsychiatr. Dis. Treat. (2010) 343. https://doi.org/10.2147/ndt.s10485.

[31]. F.S. Luppino, L.M. de Wit, P.F. Bouvy, T. Stijnen, P. Cuijpers, B.W.J.H. Penninx, F.G. Zitman, Overweight, Obesity, and Depression, Arch. Gen. Psychiatry. 67 (2010) 220. https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.2.

[32]. J. Sarris, A. O'Neil, C.E. Coulson, I. Schweitzer, M. Berk, Lifestyle medicine for depression, BMC Psychiatry. 14 (2014) 1–13. https://doi.org/10.1186/1471-244X-14-107.

[33]. S. Dey, R.H. Singh, P.K. Dey, Exercise training: Significance of regional alterations in serotonin metabolism of rat brain in relation to antidepressant effect of exercise, Physiol. Behav. 52 (1992) 1095–1099. https://doi.org/10.1016/0031-9384(92)90465-E.

[34]. M. Berk, P. Conus, F. Kapczinski, A.C. Andreazza, M. Yücel, S.J. Wood, C. Pantelis, G.S. Malhi, S. Dodd, A. Bechdolf, G.P. Amminger, I.B.

Hickie, P.D. McGorry, From neuroprogression to neuroprotection: Implications for clinical care, Med. J. Aust. 193 (2010).

[35]. F.N. Jacka, J.A. Pasco, L.J. Williams, E.R. Leslie, S. Dodd, G.C. Nicholson, M.A. Kotowicz, M. Berk, Lower levels of physical activity in childhood associated with adult depression, J. Sci. Med. Sport. 14 (2011) 222–226. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.10.458.

[36]. H. Cramer, R. Lauche, J. Langhorst, G. Dobos, Yoga for depression: A systematic review and meta-analysis, Depress. Anxiety. 30 (2013) 1068–1083. https://doi.org/10.1002/da.22166.

[37]. A. Sánchez-Villegas, M. Delgado-Rodríguez, A. Alonso, J. Schlatter, F. Lahortiga, L.S. Majem, M.A. Martínez-González, Association of the Mediterranean Dietary Pattern With the Incidence of Depression, Arch. Gen. Psychiatry. 66 (2009) 1090. https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2009.129.

[38]. T.N. Akbaraly, E.J. Brunner, J.E. Ferrie, M.G. Marmot, M. Kivimaki, A. Singh-Manoux, Dietary pattern and depressive symptoms in middle age, Br. J. Psychiatry. 195 (2009) 408–413. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.108.058925.

[39]. F.N. Jacka, P.J. Kremer, E.R. Leslie, M. Berk, G.C. Patton, J.W. Toumbourou, J.W. Williams, Associations between diet quality and depressed mood in adolescents: Results from the Australian Healthy Neighbourhoods Study, Aust. N. Z. J. Psychiatry. 44 (2010) 435–442. https://doi.org/10.3109/00048670903571598.

[40]. F.N. Jacka, J.A. Pasco, A. Mykletun, L.J. Williams, A.M. Hodge, S.L. O'Reilly, G.C. Nicholson, M.A. Kotowicz, M. Berk, Association of Western and Traditional Diets With Depression and Anxiety in Women, Am. J. Psychiatry. 167 (2010) 305–311. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2009.09060881.

[41]. M.E. Sublette, S.P. Ellis, A.L. Geant, J.J. Mann, Meta-analysis of the effects of Eicosapentaenoic Acid (EPA) in clinical trials in depression, J. Clin. Psychiatry. 72 (2011) 1577–1584. https://doi.org/10.4088/JCP.10m06634.

[42]. L.A. Stahl, D.P. Begg, R.S. Weisinger, A.J. Sinclair, The role of omega-3 fatty acids in mood disorders., Curr. Opin. Investig. Drugs. 9 (2008) 57–64. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18183532.

[43]. R. Walsh, Lifestyle and mental health, Am. Psychol. 66 (2011) 579–592. https://doi.org/10.1037/a0021769.

[٤٤]. مونا نورآذران، رضا یوسفی، علی اکبر موسوی موحدی. تأثیر ویتامین دی در مقابله با کووید ۱۹، علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، مجلد١٦، شماره٤، صفحات ١٢١-١٣٠، سال ١٤٠٠

[45]. E.P. Cherniack, B.R. Troen, H.J. Florez, B.A. Roos, S. Levis, Some new food for thought: The role of vitamin D in the mental health of older adults, Curr. Psychiatry Rep. 11 (2009) 12–19. https://doi.org/10.1007/s11920-009-0003-3.

[46]. L. McMillan, L. Owen, M. Kras, A. Scholey, Behavioural effects of a 10-day Mediterranean diet. Results from a pilot study evaluating mood and cognitive performance, Appetite. 56 (2011) 143–147. https://doi.org/10.1016/j.appet.2010.11.149.

[47]. J.D. Swendsen, K.R. Merikangas, G.J. Canino, R.C. Kessler, M. Rubio-Stipec, J. Angst, The comorbidity of alcoholism with anxiety and depressive disorders in four geographic communities, Compr. Psychiatry. 39 (1998) 176–184. https://doi.org/10.1016/S0010-440X(98)90058-X.

[48]. P. Clapp, S. V Bhave, P.L. Hoffman, How adaptation of the brain to alcohol leads to dependence: a pharmacological perspective., Alcohol Res. Health. 31 (2008) 310–39. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20729980%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC2923844.

[49]. J. Liappas, T. Paparrigopoulos, E. Tzavellas, G. Christodoulou, Impact of alcohol detoxification on anxiety and depressive symptoms, Drug Alcohol Depend. 68 (2002) 215–220. https://doi.org/10.1016/S0376-8716(02)00195-3.

[50]. J.A. Pasco, L.J. Williams, F.N. Jacka, F. Ng, M.J. Henry, G.C. Nicholson, M.A. Kotowicz, M. Berk, Tobacco smoking as a risk factor for major depressive disorder: Population-based study, Br. J. Psychiatry. 193 (2008) 322–326. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.107.046706.

[٥١]. علی اکبر موسوی موحدی ، سیده زهرا موسوی نژاد و رضا یوسفی , دود سیگار: تازه‌های علمی در تعدیل آسیب‌های ناشی از آن, انتشارات امیرکبیر, ۱۳۸۸

[52]. A.A.Moosavi-Movahedi,Ed. Book: Rationality and Scientific Lifestyle for Health, Springer 2021.

[53]. S.A. Berkowitz, Coffee consumption and depression risk: comment on "coffee, caffeine, and risk of depression among women"., Arch. Intern. Med. 171 (2011) 1578. https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.427.

[54]. M. Stanković , M. Nešić "Association of internet addiction with depression, anxiety, stress, and the quality of sleep: Mediation analysis approach in Serbian medical students" Current Research in Behavioral Sciences 3, 2022, 100071– https://doi.org/10.1016/j.crbeha.2022.100071

[55]. X. Yu, M. Fumoto, Y. Nakatani, T. Sekiyama, H. Kikuchi, Y. Seki, I. Sato-Suzuki, H. Arita, Activation of the anterior prefrontal cortex and serotonergic system is associated with improvements in mood and EEG changes induced by Zen meditation practice in novices, Int. J. Psychophysiol. 80 (2011) 103–111. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.02.004.

[56]. J. Radua, A. Pertusa, N. Cardoner, Climatic relationships with specific clinical subtypes of depression, Psychiatry Res. 175 (2010) 217–220. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2008.10.025.

[57]. G.W. Lambert, C. Reid, D.M. Kaye, G.L. Jennings, M.D. Esler, Effect of sunlight and season on serotonin turnover in the brain, Lancet. 360 (2002) 1840–1842. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11737-5.

[58]. D. Jonauskaite, I. Tremea, L. Bürki, C.N. Diouf, C. Mohr, To see or not to see: Importance of color perception to color therapy, Color Res. Appl. 45 (2020) 450–464. https://doi.org/10.1002/col.22490.

[59]. M. V. Sokolova, A. Fernández-Caballero, A Review on the Role of Color and Light in Affective Computing, Appl. Sci. 5 (2015) 275–293. https://doi.org/10.3390/app5030275.

[60]. H.R. Carruthers, J. Morris, N. Tarrier, P.J. Whorwell, The manchester color wheel: Development of a novel way of identifying color choice and its validation in healthy, anxious and depressed individuals, BMC Med. Res. Methodol. 10 (2010). https://doi.org/10.1186/1471-2288-10-12.

[61]. C. Jung, N.S.A. Mahmoud, G. El Samanoudy, N. Al Qassimi, Evaluating the Color Preferences for Elderly Depression in the United Arab Emirates, Buildings. 12 (2022) 234. https://doi.org/10.3390/buildings12020234.

[62]. Y.H. Lim, H. Kim, J.H. Kim, S. Bae, H.Y. Park, Y.C. Hong, Air Pollution and Symptoms of Depression in Elderly Adults, Environ. Health Perspect. 120 (2012) 1023–1028. https://doi.org/10.1289/ehp.1104100.

[63]. V.R. López-Ruiz, N. Huete-Alcocer, J.L. Alfaro-Navarro, D. Nevado-Peña, The relationship between happiness and quality of life: A model for Spanish society, PLoS One. 16 (2021) 1–15. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259528.

[٦٤]. سید کاظم علوی پناه؛ علی اکبر موسوی موحدی "منشور هفتگانه برای همزیستی در جهان آینده " نشریه نشاء علم، مجلد۱۲، شماره۱، صفحات ۹۸-۱۰۱، سال ۱۴۰۰

کشف سازوکارهای هموستاز قند خون: سرگذشت گرتی و کارل کوری

عسل ربیعی[1]، مهران حبیبی رضائی[1,2,*]

چکیده

از دستاوردهای شاخص گرتی ترزا کوری و کارل فردیناند کوری کشف مکانیسم‌های بیوشیمیایی اساسی درگیر در استفاده از انرژی توسط عضلات و کبد و نیز چگونگی سنتز و تجزیه گلیکوژن برای استفاده به‌عنوان ذخیره انرژی است. آنها توانستند در کشف فرآیند ذخیره و آزادسازی انرژی سلولی از کربوهیدرات ها و آنچه امروزه بخشی از آن را به‌عنوان «چرخه کوری» می‌شناسیم نقش آفرینی کنند. پژوهش‌های آنها منجر به پاسخ دادن به یکی از اساسی‌ترین پرسش‌ها در مورد نحوه عملکرد سامانه‌های زیستی شد. این دستاوردهای پژوهشی، دریافت جایزه نوبل پزشکی در سال ۱۹٤۷ را برای آنها به‌همراه داشت وگرتی کوری را تبدیل به اولین زن آمریکایی برنده جایزه نوبل کرد. آشنائی و شروع همکاری گرتی و کارل کوری به دوره دانشجوئی آنها در دانشکده پزشکی دانشگاه آلمانی پراگ بر می‌گردد، جایی که آنها اولین مقاله مشترک خود را در سال ۱۹۱٦ منتشر کردند. آن دو مطالعه روی بیماری‌های بدخیم را پس از مهاجرت از پراگ به آمریکا، در مؤسسه دولتی بوفالو آغاز کردند. با این حال در ادامه مطالعات آنها بر روند تبدیل گلوکز و گلیکوژن در کبد و جریان خون تمرکز یافت که منجر به دستاوردهای مهم آنها شد. همکاری مشترک و صمیمی گرتی و کارل نقش اساسی در دستیابی آنها به مکاشفات علمی و موفقیت‌های آنها داشت. آن دو پس از ٤۱ سال زندگی و همکاری علمی مشترک تا زمان درگذشت گرتی در ۲٦ اکتبر سال ۱۹۵۷ (نهم مهر ماه ۱۳۳٦) از جمله در کشف و روشنگری چگونگی ثبات فعال قند خودن با مشارکت کبد و ارتباط آن با ماهیچه‌ها سهم بسزائی در تأمین دانش جامعه بشری ایفا نمودند. به پاس قدردانی از این زوج علمی دریافت‌کننده جایزه نوبل، تصویر آنها در دی ماه ۱٤۰۱ در راهرو دانشکده زیست‌شناسی دانشگاه تهران نصب شد.

واژگان کلیدی: گلیکوژن؛ چرخه کوری؛ هموستاز؛ فسفوریلاز؛ جایزه نوبل.

*عهده دار مکاتبات: استاد. تلفن: ۰۲۱۶۱۱۱۳۲۱۴، نمابر: ۰۲۱۶۶۹۷۱۹۴۱، نشانی الکترونیکی mhabibi@ut.ac.ir

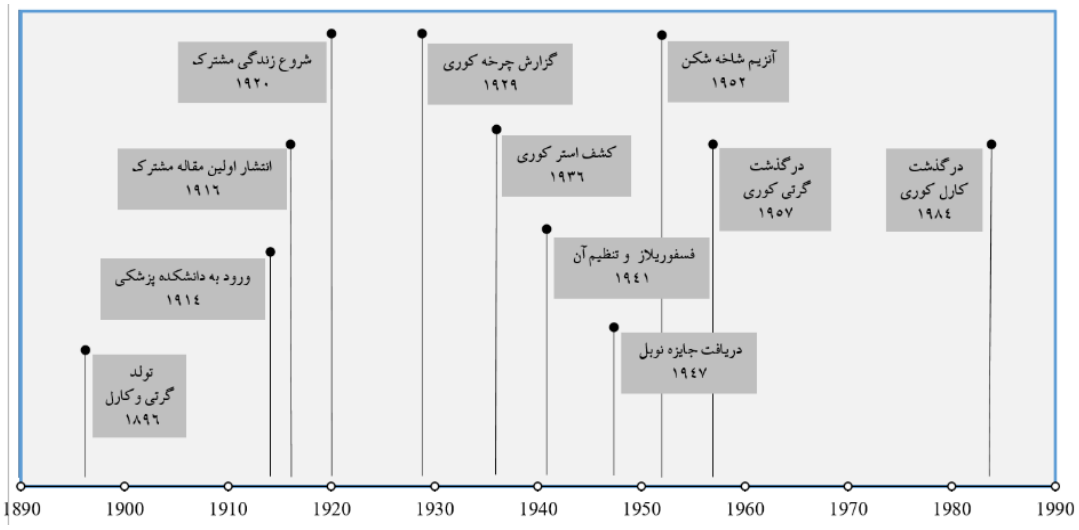
[1] دانشکده زیست شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[2] شاخه شیمی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

20.1001.1.2008935.1402.13.2.4.3

گرتی ترزا کوری[1] (پیش از ازدواج؛ گرتی ترزا رادنیتز[2]) [۱۵ آگوست ۱۸۹۶ (۲۵ مرداد ۱۲۷۵) – ۲۶ اکتبر ۱۹۵۷ (۸ آبان ۱۳۳۶)]، در پراگ که در آن زمان بخشی از امپراتوری اتریش-مجارستان بود، در خانواده‌ای یهودی از طبقه متوسط به دنیا آمد. او به واسطه عمویش که متخصص اطفال بود، از ابتدا به تحصیل در رشته پزشکی علاقه‌مند شده بود، از مدرسه دخترانه فارغ التحصیل شد. از آنجائی‌که در آن دوره مدارس دخترانه پراگ دروس لاتین، ریاضی، فیزیک یا شیمی را ارائه نمی‌دادند در نتیجه، در آن دوره تعداد کمی از فارغ التحصیلان مدارس دخترانه می-توانستند در آزمون ورودی پزشکی قبول شوند. از این‌رو گرتی برای تحصیل در رشته پزشکی از آمادگی لازم برخوردار نبود. او یک سال را صرف چیزی کرد که بعداً آن را «سخت‌ترین آزمونی که تا به حال شرکت کرده‌ام» خواند، و در سال ۱۹۱٤ (۱۲۹۳) در سن ۱۸ سالگی در دانشکده پزشکی دانشگاه آلمانی پراگ[3] ثبت‌نام کرد. در اولین سال تحصیلی خود در دانشکده پزشکی با کارل فردیناند کوری[4] [متولد ۵ دسامبر ۱۸۹۶ (۹ آذر ۱۲۷۵)– ۲۰ اکتبر ۱۹۸٦ (۷ مهر ۱۳٦۵)] که با او علایق مشترک در زمینه، علاقه‌مندی به فضای باز، کوهنوردی و شیفتگی به تحقیقات علمی پایه داشت، آشنا شد که به ازدواج آن دو در شش سال پس از اولین آشنائی انجامید. کارل در شهر تریست ایتالیا جایی که پدر او کارل ایزیدور کوری[5] به عنوان جانورشناس مدیر ایستگاه بیولوژیکی دریایی کار می‌کرد، بزرگ شده بود. در اواخر سال ۱۹۱٤ (۱۲۹۳) خانواده کارل به پراگ نقل مکان کردند و کارل وارد دانشکده پزشکی دانشگاه چارلز در پراگ شد. او در حین تحصیل در آنجا با همسر آینده خود گرتی ترزا رادنیتز آشنا شد. گرتی و کارل در حالی که دانشجو بودند، اولین مقاله تحقیقاتی مشترک خود را در سال ۱۹۱٦ (۱۲۹۵) منتشر کردند و به این ترتیب همکاری آنها آغاز شد[۱]. کارل در سال ۱۹۱٦ با آغاز جنگ جهانی اول[6] به ارتش اتریش فراخوانده شد و ناچار به قطع آموزش پزشکی شدند. گرتی دو سال بعد را به‌عنوان دستیار در دانشکده پزشکی گذراند و کارهای معمول را انجام داد. پس از جنگ و با از سرگیری تحصیل پزشکی، آنها مدرک پزشکی خود را در سال ۱۹۲۰ (۱۲۹۹) دریافت کرده و در همان سال با هم ازدواج کردند. شکل ۱ وقایع مهم این زوج علمی در روند زمانی را ارائه می کند.

آنها با روی آوردن به مشاغل تحقیقاتی، موقعیت‌هایی را در وین



شکل ۱. روند زمانی وقایع مهم در مورد گرتی و کارل کوری

[1] Gerty Theresa Cori
[2] Gerty Theresa Radnitz
[3] Carl Ferdinand University (the German university of Prague)
[4] Carl Ferdinand Cori
[5] Carl Isidor Cori
[6] ژوئیه ۱۹۱۴ تا ۱۱ نوامبر ۱۹۱۸ میلادی (۵ مرداد ۱۲۹۳ تا ۱۹ آبان ۱۲۹۷ شمسی)

پیدا کردند به طوری‌که گرتی در بیمارستان کودکان کارولینن[1] و کارل در دانشگاه وین مشغول به کار شدند. هر دو موفق به انجام تحقیقات با حداقل امکانات شدند. کارل به دانشگاه گراتس[2] دعوت شد تا با اتو لووی[3] برای مطالعه تأثیر عصب واگ بر قلب کار کند (لووی جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی را در سال ۱۹۳٦ برای این کار دریافت کرد). حال آنکه گرتی که نتوانست در آنجا موقعیتی به‌دست آورد، در وین ماند. در دهه ۱۹۲۰ پژوهش‌های مشترک این زوج روی متابولیسم تومورها متمرکز بود. در همان هنگام که اروپای شرقی در حال بهبودی از آثار جنگ جهانی بود، یهودی ستیزی افزایش پیدا کرد و اگرچه گرتی کوری پس از ازدواج با کارل تغییر دین داده بود، اما اصل و نسب یهودی او همچنان خطری برای زندگی و شغل این زوج جوان، به حساب می‌آمد. از این‌رو، در درجه اول در اثر گسترش افراطی یهودی ستیزی در اروپا، تصمیم آنها برای مهاجرت به آمریکا تقویت شد. کارل با پذیرش پیشنهاد کار در یک مؤسسه دولتی برای مطالعه بیماری‌های بدخیم در بوفالو- نیویورک[4] به‌عنوان بیوشیمیدان شروع به کار کرد. گرتی شش ماه بعد در سال ۱۹۲۲ (۱۳۰۱) پس از گرفتن سمت به‌عنوان دستیار آسیب‌شناسی در مؤسسه ایالتی نیویورک به او پیوست. در آغاز مؤسسه مخالف همکاری آن دو بود با این حال، به زودی دریافتند که همکاری آنها با هم مفید است[۲]. این دو هرگز از نظر حرفه‌ای از هم جدا نشدند.

آنها همچنان به دنبال مکان مناسب برای پرداختن به تحقیقات خود بودند اما تعداد کمی از مؤسسات با وجود دستاوردهای گرتی او را استخدام می‌کردند و موقعیتی برابر یا حقوقی برابر برای او قائل می‌شدند. در ادامه، گرتی پس از پشت سر گذاشتن برخی مشکلات اولیه، اجازه همکاری با کارل را یافت و پژوهش‌های آنها در این دوره معطوف متابولیسم کربوهیدرات‌ها شد. در این دوره مطالعات آنها بیشتر معطوف چگونگی ساخت و ذخیره انرژی در بدن بود و آنها در پی یافتن پاسخ به این پرسش پژوهشی بودند که عامل تنظیم سطح قند خون چیست، که نتیجه آن انتشار بخش عمده‌ای از هشتاد مقاله آنها در این زمینه بین سال‌های ۱۹۲۲ تا ۱۹۳۱ (۱۳۱۰) بود. در این سال‌ها آن دو همواره هم‌صدا و به‌صورت جدانشدنی فعالیت کردند. در این مورد کارل کوری در مراسم نوبل در سال ۱۹٤۷ (۱۳۲٦) اظهار داشت: «تلاش‌های ما تا حد زیادی مکمل یکدیگر بوده‌اند؛ و یکی بدون دیگری تا آنجا پیش نمی‌رفت که ترکیبی از آنها باشد». به گفته تنها فرزند آنها توماس، در بسیاری از موارد مادر او ایده‌پردازی می‌کرد، سپس پدر و مادر به آزمایشگاه می‌رفتند تا ایده را اجرا کنند. میلدرد کوهن[5]، به‌عنوان بیوشیمیدانی این زوج را از نزدیک می‌شناخت، درباره آنها نوشته است: «آنها از نظر فکری یکدیگر را تکمیل می‌کردند. او یک جمله را شروع می‌کرد و دیگری آن را تمام می‌کرد».

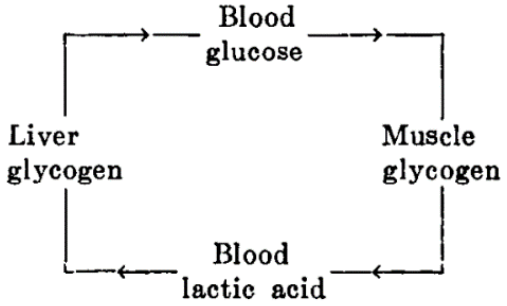
آنها در سال ۱۹۲۸ (۱۳۰۷) شهروند ایالات متحده شدند. کارل در سال ۱۹۳۱ (۱۳۱۰) در دانشکده پزشکی دانشگاه واشنگتن به مرتبه استادی و گرتی به مرتبه دانشیاری ارتقا یافتند. گرتی کوری در این باره گفته است: «من معتقدم که مزایای دو تمدن -آموزش اروپایی و به دنبال آن آزادی و فرصت‌های این کشور یعنی آمریکا- برای هر کمکی که من توانسته‌ام به علم انجام دهم ضروری بوده است».

متابولیسم قندها در تأمین انرژی لازم برای فعالیت‌های زیستی از جایگاه محوری برخوردار است. گلیکوژن، ماده نشاسته مانند در کبد، توسط فیزیولوژیست فرانسوی، کلود برنارد[6] در سال ۱۸۵۷ (۱۲۳٦) و کمی بعد از آن و در همان سال در عضلات و به مقدار کم در کلیه‌ها، توسط سونسون[7] گزارش شد. مولکول‌های گلیکوژن به‌صورت ذرات بتا به قطر ۲۰ الی ٤۵ نانومتر، بسیار شاخه‌دار متشکل از ۲۰۰۰۰ الی ۵۵۰۰۰ واحد قند گلوکز به‌ترتیب

[1] Carolinen Children's Hospital
[2] Graz University
[3] Otto Loewi
[4] Roswell Park Cancer Institute in Buffalo, New York
[5] Mildred Cohn (1913-2009)
[6] Claude Bernard (1813-1878)
[7] Sanson, M. A. "Note sur la formation physiologique du sucre dans l'economie animale." Comptes rendus des seances de l'Academie des Sciences 44 (1857): 1323-5.

در حالت‌های پروگلیکوژن[1] و ماکروگلیکوژن[2] را با مرکزیت دو مولکول پروتئین گلیکوژنین[3] تشکیل می‌دهند [۲]. ثبات و هموستاز گلوکز خون مرهون فرآیندهای سنتز گلیکوژن موسوم به گلیوکوژنز[4] و تجزیه آن به واحدهای سازنده آن موسوم به گلیوکوژنولیز[5] یعنی رهاسازی مولکول‌های گلوکز است که هر دو فرآیند متابولیکی به‌صورت عکس هم تحت کنترل هورمون‌ها از جمله انسولین، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین و گلوکاگون هستند. از آنجایی که سایر محققان ثابت کرده بودند که گلیکوژن ماهیچه سهم ناچیزی در تأمین گلوکز خون دارد، کوری به این نتیجه رسید که گلیکوژن ماهیچه باید یک ماده میانی تشکیل دهد که سپس از طریق خون به کبد گردش می‌یابد .آنها نظریه‌پردازی کردند و در نهایت نشان دادند که این مولکول میانجی اسید لاکتیک است. آنها بدین‌ترتیب نقش کبد در تأمین و ثبات گلوکز خون با سنتز و تجزیه کنترل‌شده گلیکوژن و نیز نقش عضله در تأمین گلوکز مورد نیاز برای تولید انرژی فعالیت ماهیچه‌ها در شرایط هوازی و همچنین تولید لاکتات در شرایط بی‌هوازی در ماهیچه‌ها و انتقال آن به کبد جهت شرکت در رخداد متابولیکی سنتز گلوکز در مسیر گلوکونئوژنز را که امروزه به‌عنوان «چرخه کربوهیدرات‌ها» یا «چرخه کوری[6]» شناخته می‌شود، کشف و فرآیند مزبور را به‌صورت زیر در سال ۱۹۲۹ (۱۳۰۸) به تصویر کشیدند[7] [۲] (شکل ۲).

این طرح نقطه عطفی در روشن شدن متابولیسم کربوهیدرات بود و همراه با سایر یافته‌ها در مورد هموستاز خون، به روشن شدن عملکرد اپی‌نفرین در تنظیم گلوکز خون کمک کرد. آزمایش‌های تنظیمی روی متابولیسم گلوکز در موش‌ها نشان داد که تجزیه گلیکوژن ماهیچه‌ای، منجر به تشکیل اسید لاکتیک می‌شود که پس از انتقال به کبد می‌تواند با بازتولید گلوکز، منجر به ساخته شدن گلیکوژن در کبد شود. کبد به‌نوبه خود گلوکز را به خون



شکل ۲) چرخه کامل گلوکز در بدن که امروز آن را تحت‌عنوان چرخه کوری می‌شناسیم (تصویر منتشرشده توسط گرتی و کارل کوری در سال ۱۹۲۹)[1].

آزاد می‌کند و آنها به عضله منتقل می‌شوند، جایی که در آن گلیکوژن عضله ساخته می‌شود. بدین‌ترتیب، چرخه کوری سؤالی که آنها در مورد متابولیسم گلیکوژن مطرح کرده بودند، پاسخ داد. موفقیت آنها ناشی از توسعه روش‌های تحلیلی دقیق برای تعیین گلوکز، گلیکوژن، اسید لاکتیک، فسفات‌های معدنی و آلی بود که یک نقطه قوت و مشخصه تمام کارهای آینده آنها محسوب می‌شود. یافته‌های این زوج، درک چگونگی استفاده سلول‌ها از غذا و تبدیل آن به انرژی از طریق یک فرآیند چرخه‌ای در عضلات را برای ما هموار نمود و تحقیقات برجسته آنها در مورد کربوهیدرات‌ها به توسعه درمان‌های دیابت منجر شد. اگرچه این چرخه از جمله دستاوردهای بسیار مهم و تاثیرگذار آنها محسوب می‌شد، اما دستاوردهای آنها همچنین در روشن شدن متابولیسم کربوهیدات‌ها بسیار تأثیرگذار بود. اگر چه در آن هنگام، مطالعه کامل حیوانات منجر به پیشرفت‌هایی در درک فرآیندهای تنظیمی قندها شده بود، با این حال در مورد مکانیسم‌های متابولیکی اساسی تنظیم کننده متابولیسم کربوهیدرات‌ها با تأکید بر گلیکوژن کار چندانی گزارش نشده بود. در سال ۱۹۳۱ و در آستانه انتقال به دانشگاه واشنگتن آنها مقاله مروری منتشر کردند که آنچه در آن زمان در مورد متابولیسم کربوهیدرات پستانداران شناخته شده

[1] proglycogen
[2] macroglycogen
[3] glycogenin
[4] glycogenesis
[5] glycogenolysis
[6] Cori cycle
[7] Glycogen formation in the liver from d- and l-lactic acid.J. Biol. Chem.1929, 8I:389.

بود را خلاصه کرد [۳][1]. این مقاله‌ای جهت‌گیری تحقیقات آینده آنها در مورد مکانیسم متابولیسم گلیکوژن را ترسیم می‌نمود.

در سال ۱۹۳۱، کارل پس از امتناع از سمتی در دانشگاهی که گرتی را از همکاری با او منع می‌کرد، او پیشنهاد ریاست بخش فارماکولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه واشنگتن در سنت لوئیس پذیرفت. این پیشنهاد غافلگیرکننده بود، زیرا تنها تجربه آکادمیک قبلی او به‌عنوان یک سال استادیار کمکی در دانشگاه بوفالو بود. گرتی در همان‌جا به‌عنوان دستیار پژوهشی و با یک دهم حقوق کارل مشغول به کار شد [٤]. تحقیقات آنها در مورد گلیکوژنولیز رونق گرفت. در سال ۱۹۳٦ (۱۳۱۵)، این زوج با آزمایش بر روی ماهیچه‌های اسکلتی خرد شده قورباغه‌ها و با گسترش روش‌های تحلیلی کمی در گلیکوژنولیز، یک واسطه جدید، گلوکز-۱-فسفات، را کشف کردند که بعدها استر کوری[2] نام گرفت (شکل ۲). در همان سال، گرتی تنها فرزندشان، توماس کارل را به‌دنیا آورد، اتفاقی که هیچ تغییری در تعهد آنها به کار ایجاد نکرد. آنها با همکاری سیدنی کولوویک[3]، دانشجوی فارغ التحصیل مشترک خود، ساختار ترکیب را پیدا کردند و آنزیمی را کشف کردند که تشکیل آن را کاتالیز می‌کرد و نام آن را فسفوریلاز[4] گذاشتند[5]. علاوه‌بر این، آنها نشان دادند که معکوس شدن واکنش کاتالیز شده با فسفوریلاز باعث تولید گلیکوژن می‌شود. این زوج، در همکاری با آردا گرین[6] طی انتشار چهار مقاله در سال‌های ۱۹٤۳-۱۹٤۲، آنزیم گلیکوژن فسفوریلاز را از ماهیچه به‌صورت بلور خالص‌سازی کرده، خواص شیمیایی آن را بررسی کردند. آنها همچنین با مطالعات بیشتر در زمینه فسفوریلازها و چگونگی تنظیم آنها، توانستند به یکی از مکانیسم‌های تنظیمی اصلی در فرآیندهای سلولی پی ببرند. این کشف در کمیته نوبل پزشکی یا فیزیولوژی سال ۱۹٤۷ (۱۳۲٦) با استناد به «کشف روند تبدیل کاتالیزوری گلیکوژن» به رسمیت شناخته شد و جایزه آن با فیزیولوژیست آرژانتینی برناردو هوسی[7] برای کشف نقش هورمون لوب قدامی هیپوفیز در متابولیسم قند تقسیم شد [۵]. بدین‌ترتیب گرتی کوری به‌عنوان نخستین زن دریافت‌کننده جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی، سومین زن دریافت کننده جوایز نوبل در علوم تجربی و یازدهمین زن در بین همه زنان دریافت کننده جوایز نوبل شناخته می‌شود. در سال ۱۹٤٦ کارل با رتبه استادی، به‌عنوان رئیس گروه بیوشیمی در دانشگاه واشنگتن منصوب شد و گرتی به سمت دانشیار ارتقا یافت و اندکی قبل از دریافت جایزه نوبل پزشکی در سال ۱۹٤۷ یعنی دو ماه پس از دریافت جایزه نوبل مشترک، او به درجه استادی نائل آمد. سال ۱۹٤۷ همچنین سالی بود که بیماری میلواسکلروز[8]، یک بیماری ناتوان کننده مغز استخوان، در گرتی تشخیص داده شد. با این وجود، او بی‌وقفه به تحقیقات علمی خود ادامه داد. ده سال آخر زندگی او پر بار بود، اما سخت، زیرا تسلیم بیماری خود شده بود و به جراحی، انتقال خون و در نهایت برای رفتن از اتاقی به اتاق دیگر به کمک نیاز داشت. گرتی با همراهی کارل در دهه آخر زندگی خود به تحقیقات پیشگامانه خود ادامه داد و از جمله آنزیم‌های شاخه‌ساز گلیکوژن[9] و شاخه‌شکن گلیکوژن[10] (برخوردار از دو فعالیت ترانسفرازی و گلوکوزیدازی) را کشف کردند که به‌ترتیب تشکیل و تجزیه شاخه قندی در گلیکوژن را کاتالیز می‌کنند. وی در آخرین پروژه تحقیقاتی مشترک خود با کارل، نقص آنزیمی در اشکال مختلف بیماری‌های ارثی ذخیره‌سازی گلیکوژن در کودکان را شناسایی کرد. آنها برای اولین بار ثابت کردند که فقدان یا اختلال در فعالیت یک آنزیم می‌تواند باعث بیماری شود.

---

[1] Cori, Carl F., and Gerty T. Cori. "The influence of epinephrine and insulin injections on hexosephosphate content of muscle." Journal of Biological Chemistry 94.2 (1931): 581-591.

[2] Cori ester

[3] Sydney Colowick

[4] Phosphorylase

[5] فسفوریلازها آنزیم‌هایی هستند که جدا شدن پیوند گلیکوزیدی را از طریق جایگزینی با فسفات را کاتالیز می‌کنند.

[6] Arda Green (1899-1958)

[7] Bernardo Alberto Houssay (1887-1971)

[8] Myelosclerosis

[9] Glycogen branching enzyme

[10] Glycogen debranching enzyme

آخرین مقاله مشترک این زوج در سال ۱۹۵٦ منتشر شد [٦]. این زوج جوایز زیادی دریافت کردند و به عضویت نهادهای معتبر علمی از جمله آکادمی ملی علوم، آکادمی علوم و هنر آمریکا و انجمن فلسفی آمریکا انتخاب شدند. دانشمندان از سراسر جهان به آزمایشگاه‌های تحت سرپرستی کوری‌ها با زمینه فعالیت آنزیم‌شناسی می‌آمدند تا با این زوج کار کنند. از میان کسانی که توسط آنها راهنمایی شدند، شش نفر از ایشان در سال‌های بعد جایزه نوبل دریافت کردند.

گرتی کوری پس از ٤١ سال زندگی و همکاری علمی مشترک با کارل کوری در ٢٦ اکتبر سال ۱۹۵۷ (نهم مهر ماه ۱۳۳٦) در سن ٦١ سالگی و به دلیل نارسایی کبدی درگذشت. گرتی کوری در یکی از مصاحبه های خود دیدگاه خود نسبت به دستاوردهای علمی را چنین بیان می‌کند [۷]: «لحظه‌های فراموش نشدنی زندگی من همان لحظه‌های نادری است که پس از سال‌ها کار پرفراز و نشیب به‌وجود می‌آید، زمانی که به‌نظر می‌رسد پرده از راز طبیعت ناگهان از بین می‌رود و زمانی که آنچه تاریک و آشفته بود در نور و نقشی شفاف و زیبا، ظاهر می‌شود».

شکل ۳. فتومیکروگرافی از کریستال‌های گلوکز-۱-فسفات، توسط کارل و گرتی کوری

بعد از گرتی، کارل تا سال ۱۹٦٦ در دانشگاه واشنگتن ماند، تا اینکه به‌عنوان رئیس گروه بیوشیمی بازنشسته شد. در ادامه، او به‌عنوان استاد مدعو شیمی زیستی در دانشگاه هاروارد منصوب شد و در عین حال در آزمایشگاهی در بیمارستان عمومی ماساچوست به تحقیقات خود ادامه داد. از سال ۱۹٦۸ تا ۱۹۸۳، او با ژنتیک‌شناس مشهور سالومه گلوکسون-والش[1] از کالج پزشکی آلبرت انیشتین در نیویورک همکاری کرد، تا اینکه در دهه ۱۹۸۰ بیماری مانع از ادامه کار او شد. کارل کوری نیز در سن ۸۷ سالگی در ۲۰ اکتبر ۱۹۸٤ (بیستم مهر ماه ۱۳٦۳) درگذشت.

نتیجه‌گیری

تأمل و پژوهش در سرگذشت فرهیختگان علمی می‌تواند در رمز گشائی از چرائی و چگونگی دست‌یابی آنها به موفقیت‌های علمی راه‌گشا باشد. همکاری مشترک گرتی و کارل کوری نمونه موفقی از همکاری و هم‌افزائی علمی است که با وفاداری، کوشش خستگی‌ناپذیر، تحمل سختی‌ها و با روحیه مستغنی از نیازهای روزمره مادی ضمن کشفیات علمی ارزنده، به‌عنوان عامل کلیدی پیشرفت علمی توانستند، الگوئی از تعامل و مشارکت هدفمند را به نمایش بگذارند. آنها از دانشمندان اثرگذار تاریخ علم محسوب می‌شوند که تا آخرین لحظه زیست خود همچنان تشنه علم بودند و به تعبیری گرتی کوری به‌عنوان نخستین زن دریافت‌کننده جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی، «شور زیستن خود را در لحظه‌های نادر پرده‌برداری از رازهای طبیعت و تاباندن نور علم بر تاریکی‌های نادانسته‌های بشر و متجلی ساختن نقش شفاف و زیبای هستی»، جستجو می‌کنند. آنان همواره در مسیر پر فراز و نشیب دوره ٤١ ساله زیست مشترک خود علیرغم مواجهه با دشواری‌ها و مخالفت‌های زیاد، با امید توانستند به اهداف خود جامه عمل بپوشانند. همکاری‌های علمی آن دو، با ایجاد اشتیاق کار و شکوفائی خلاقیت‌های فردی، یاری‌رسان آنها در کشف راهکارهای فیزیولوژیک و بیوشیمیائی هموستاز قند خون، سازوکارهای تبدیل کاتالیزوری و متابولیسم گلیکوژن و نقش هورمون‌ها در این فرآیندها بود که منجر به اعطای جایزه نوبل پزشکی در سال ۱۹٤۷ به آنها شد. کشف آنزیم‌های شاخه‌ساز گلیکوژن و شاخه‌شکن گلیکوژن، کشف و نامگذاری آنزیم گلیکوژن فسفوریلاز، کشف حدواسط متابولیکی استر کوری و

[1] Salome Gluecksohn-Waelsc (1907-2007)

شناسائی بیماری‌های ارثی ذخیره‌سازی گلیکوژن با منشأ نقص آنزیمی، از جمله دیگر دستاوردهای علمی این زوج علمی محسوب می‌شود. به پاس قدردانی از این زوج علمی دریافت‌کننده جایزه نوبل، تصویر آنها در دی ماه ۱۴۰۱ در راهرو دانشکده زیست شناسی دانشگاه تهران نصب شد.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه تهران، صندوق حمایت از پژوهشگران، موسسه ملی توسعه تحقیقات علوم پزشکی(نیماد)، کرسی یونسکو در تحقیقات بین رشته‌ای در دیابت تشکر و قدردانی مینمایند.

منابع

[1]. Larner, J. (1992),. Greta Theresa Cori 1896—1957, A Biographical Memoir, National Academy of Sciences Washington D.C. PP. 109-135.

[2]. Brewer M.K. and Gentry M.S. (2019) Brain Glycogen Structure and Its Associated Proteins: Past, Present, and Future, in Brain Glycogen Metabolism, edited by DiNuzzo, Mauro and Schousboe, Arne. Springer, PP. 17-82.

[3]. Cori, C.F. Cori, G.T. (1931) The Influence of Epinephrine and Insulin Injections on Hexosephosphate Content of Muscle, J. Biol. Chem. Vol. 94 PP. 581–591. https://doi.org/10.1016/s0021-9258(18)76428-4.

[4]. Cohn M. (1992),.Carl Ferdinand Cori 1896—1984, A Biographical Memoir, National Academy of Sciences, Washington D.C. PP. 79-109.

[5]. Cori, C.F. Cori, G.T. (1947) Lectures, Polysaccharide phosphorylase, Les Prix Nobel En. Vol 216 PP. 186–206.

[6]. Simoni, R.D. Hill, R.L. Vaughan, M. (2002) Carbohydrate Metabolism: Glycogen Phosphorylase and the Work of Carl F. and Gerty T. Cori, Journal of Biological Chemistry, Vol 277, PP. E1-E3

[7]. Rubin R.P. (2021) Carl and Gerty Cori: A collaboration that changed the face of biochemistry. Journal of Medical Biography. Vol. 29, PP. 143-148. doi:10.1177/0967772019866954

منابع برای مطالعه بیشتر:

- Katz, J. Tayek J.A. (1999) Recycling of glucose and determination of the Cori Cycle and gluconeogenesis. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. Vol. 277, PP. 401-407.
- Freminet, A. Poyart. C. (1975) Lactate-glucose interrelations, glucose recycling and the Cori cycle in normal fed rats. Pflügers Archiv. Vol. 361, PP. 25-31

تاریخچه جایزه نوبل پزشکی سال ۲۰۲۳ و پیشرفت‌های تغییرات پایه نوکلئوتیدی و توسعه واکسن‌های mRNA

شیدا ضرغامی[۱]، یحیی سفیدبخت[۱،*]، سینا مظفری جوین[۲،**]

چکیده

توسعه واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ (mRNA) مؤثر، علیه بیماری کووید-۱۹ یک دستاورد علمی و پزشکی بسیار مهم و قابل‌توجه است. این دستاورد بدون شک از عملکرد مشترک تیم‌های متعددی از پژوهشگران و دانشمندان در حوزه‌های مختلف به‌دست آمده است. واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ دسته جدیدی از واکسن‌ها هستند که از ماشین‌های سلولی بدن برای تولید آنتی‌ژن‌های خاص استفاده می‌کنند و در نتیجه پاسخ‌های ایمنی علیه آنتی‌ژن‌های تولید شده را تحریک می‌کنند. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی ۲۰۲۳ به کاتالین کاریکو و درو وایسمن به‌دلیل اکتشافاتشان در مورد تغییرات پایه نوکلئوتیدی که امکان ساخت واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ مؤثر علیه کووید-۱۹ را فراهم کرده بود، اعطا شد. استفاده از اِم.آر.اِن.آ اصلاح شده با نوکلئوزید برای توسعه واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ یک سؤال مهم با پیامدهای مهم برای توسعه واکسن‌ها است. واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ رویکرد امیدوارکننده‌ای هستند زیرا فرآیند تولید آنها ساده، پروفایل ایمنی بهتر از واکسن‌های حاوی دی.اِن.آ (DNA) دارند. این واکسن‌های حداکثر انعطاف‌پذیری را برای توسعه ارائه می‌دهند. تاریخچه فناوری واکسن اِم.آر.اِن.آ به دهه‌ها قبل بازمی‌گردد، زمانی‌که کمتر مورد توجه بوده است و وسپس در سال‌های اخیر شرکت‌ها و دولت‌ها مبالغ زیادی را صرف تجاری‌سازی آن کردند. جایزه نوبل پزشکی در سال ۲۰۲۳ بر تأثیر قابل‌توجه پیشرفت در تغییرات نوکلئوتیدی و توسعه واکسن اِم.آر.اِن.آ بر پزشکی و سلامت عمومی، به‌ویژه در طول همه‌گیری کووید-۱۹ تأکید می‌کند. در این مقاله، به بررسی و تحلیل پیشرفت‌های مهم و نقش آن در توسعه واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ برای مقابله با بیماری کووید-۱۹ همچنین به بررسی تاریخچه جایزه نوبل پزشکی می‌پردازیم و در آخر تاریخچه مقالات و پیشرفت‌های آن در طول زمان و کاربرد این دانش در آینده بررسی می‌گردد.

واژگان کلیدی: جایزه نوبل سال ۲۰۲۳، واکسن کووید-۱۹، اِم.آر.اِن.آ، تاریخچه، تغییرات پایه نوکلئوتیدی

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن/نمابر: ۲۹۹۰۵۰۰۳-۲۹۹۰۵۰۲۱ (۰۲۱) ، آدرس الکترونیکی y_sefidbakht@sbu.ac.ir
**عهده‌دار مکاتبات، استادیار، آدرس الکترونیکی mozaffaris@mums.ac.ir
[۱] مرکز تحقیقات پروتئین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] گروه ژنتیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

20.1001.1.2008935.1402.13.2.5.4

مقدمه

ام.آر.ان.آ (آر.ان.آ[1] پیام‌رسان) نوعی آر.ان.آ تک‌رشته‌ای است که در سنتز پروتئین نقش دارد. در طول فرآیند رونویسی از یک الگوی دی.ان.آ سنتز می‌شود [1]. اگر بخواهیم در مورد نقش ام.آر.ان.آ در سلول توضیح دقیق‌تری بیاوریم اینگونه است که نقش اصلی ام.آر.ان.آ انتقال اطلاعات پروتئینی از دی.ان.آ در هسته سلول به سیتوپلاسم سلول است، جایی‌که دستگاه پروتئین‌ساز (ریبوزوم‌ها) توالی ام.آر.ان.آ را می‌خواند و هر کدون را که از سه باز آلی تشکیل شده است به اسید آمینه مربوط به خود در یک زنجیره پروتئینی در حال رشد ترجمه می‌کند در واقع ام.آر.ان.آ به‌عنوان یک مترجم بین کد دی.ان.آ و ماشین سلولی که اسیدهای آمینه را به پروتئین‌ها مونتاژ می‌کند، عمل می‌نماید. این شکل ترجمه شده دی.ان.آ است که سلول می‌تواند آن را تشخیص دهد و برای ساختن یک موجود زنده از آن استفاده کند [۱]. ثابت شده است که ام.آر.ان.آ یک پلتفرم عالی برای توسعه واکسن است، زیرا می‌تواند به سلول‌های بدن دستور دهد تا پروتئین‌های خاصی بسازند. این ویژگی در توسعه واکسن‌های کووید-۱۹ مبتنی بر ام.آر.ان.آ استفاده شده است [۲]

وقتی کروناویروس سندرم حاد تنفسی-۲[2] در أواخر سال ۲۰۱۹ ظهور کرد و به‌سرعت به تمام نقاط جهان پخش شد، تصور کمی وجود داشت که بتوان واکسن‌هایی را به‌موقع توسعه داد تا در کنترل این بیماری جهانی رو به رشد کمک کنند. با این وجود، چندین واکسن با سرعت بی‌سابقه و با بهترین کارایی تأیید شدند، که از فناوری جدید ام.آر.ان.آ برای تولید استفاده کردند. این در حالی است که پایه توسعه این فن‌آوری اساسی در این مسیر به سال‌ها قبل و به تحقیقات بر روی مولکول‌های ام.آر.ان.آ برمی‌گردد. ایده استفاده از ام.آر.ان.آ برای واکسیناسیون و تحویل پروتئین‌های درمانی درون بدن ابتدا بیش از ۳۰ سال پیش مطرح شد، اما به‌علت وجود موانعی موجب این تأخیر در تبدیل ایده به واقعیت بالینی شد. یکی از این موانع این بود که ام.آر.ان.آ تولید شده در آزمایشگاه بعد از ترزیق باعث تحریکات التهابی غیرمطلوب و تولید نامناسب پروتئین در سلول‌های دریافت‌کننده می‌شد که این موضوع باعث کاهش کارایی واکسن‌ها می‌گشت. اما نقطه عطفی مهم در این راه به‌وجود آمد. دو محقق به نام‌های کاریکو و وایسمن[3] کشف کردند که اگر ام.آر.ان.آ با بازهای نوکلئوتیدی تغییریافته مانند سودویوریدین[4] تولید شود، می‌تواند از تشخیص سیستم ایمنی طبیعی بدن گریخته و در نتیجه عملکرد بهتری در تولید پروتئین ایجاد کند [۵-۳].

این کشف مهم، به همراه توسعه سیستم‌های کارآمد برای تحویل ام.آر.ان.آ به درون بدن، استحکام آنتی‌ژن نوکلئوزیدی اسپایک، و سرمایه‌گذاری‌های بی‌نظیر از سوی صنعت و دولت‌ها، منجر به ساخت دو واکسن بسیار موفق بر پایه‌ی ام.آر.ان.آ در سال ۲۰۲۰ شد. این کشف از اهمیت بسزایی برخوردار بود چون‌که نیاز به واکسن‌های ام.آر.ان.آ به‌شدت حس می‌شد و به‌عنوان یک مشارکت فوق‌العاده در پزشکی شناخته شد که راه را برای کاربردهای آینده ام.آر.ان.آ درمانی و واکسن‌سازی باز کرد.

قبل از این اتفاق عدم پیوستگی بین توسعه در علوم پایه با سیاست‌گذاری‌های علمی و صنعتی به‌خوبی دیده می‌شد و می‌توان گفت به‌نحوی بخش پایه‌گذار علمی با نهادهای سرمایه‌گذاری و یا تولیدکننده‌ها فاصله داشتند و ایجاد شرایط اضطراری بعد از همه‌گیری کرونا و فشار اقتصادی و انسانی ناشی از آن باعث ارتباط این دو قسمت با هم شد به‌نحوی که شاید اگه همه‌گیری رخ نمی‌داد احتمالاً توسعه این فناوری به سال‌های بیشتری نیاز داشت. امروزه گروه‌های مطالعاتی و همچنین شرکت‌های متعددی وارد توسعه بیشتر و سریعتر این موضوع شده‌اند و اکنون شرایط به‌صورت کاملاً رقابتی درآمده است. در نتیجه این تجربه نشان دهنده اهمیت شناخت زمینه‌های آینده پژوهشی و ایجاد بسترهای مناسب برای سرمایه‌گذاری از قبل را نشان می‌دهد. همچنین امروزه با تحولات هوش مصنوعی سرعت توسعه و افزایش بهره‌وری و شخصی‌سازی واکسن‌ها نیز وارد این عرصه رقابت شده‌اند که لزوم پیشرفت همه‌جانبه را به ما یادآوری می‌کند.

در جوامع جهانی امروزی مخصوصاً به‌دلیل درهم آمیختگی‌های زیست محیطی و همچنین انجام تحقیق‌های غیراستاندارد، خطر

[1] RNA
[2] SARS-CoV-2
[3] Katalin Karikó and Drew Weissman
[4] Pseudouridine(Ψ)

بروز ویروس‌های جدیدی که بیماری‌های منتقله از حیوانات به انسان‌ها (ویروس‌های زوئنوزی[1]) ایجاد می‌کنند و از طریق قطرات یا آئروسل‌ها[2] منتقل می‌شوند، بزرگتر از همیشه است. این ویروس‌ها عمدتاً عفونت‌های مجاری تنفسی ایجاد می‌کنند. توسعه و توزیع سریع واکسن‌ها برای کاهش بیماری در یک همه‌گیری فوری چالش عظیمی است که تا قبل از کووید-۱۹ چندان مورد توجه نبود. به اشتراک گذاری سریع توالی ژنوم سارس-کووید-۲، به همراه توسعه‌های گسترده پیشین در زمینه زیست‌شناسی مولکولی، تحقیقات واکسن و تحویل داروها در دهه‌های گذشته، فعالیت‌های بی‌نظیری را در میان پژوهشگران واکسن در سال ۲۰۲۰ به وجود آورد. دانشمندان در دانشگاه‌ها و صنعت با زمان‌بندی سریع و با حمایت مالی و لجستیک[3] از سوی دولت‌ها، صنعت و سازمان‌های غیرانتفاعی پروژه‌هایی را راه‌اندازی کردند. پلتفرم واکسن اِم.آر.اِن.آ جدید یکی از گزینه‌های جالبی است، با وجود این که عملکرد خوب علیه این ویروس نامعلوم بود، ولی بعد از گذشت چند سال از منظر کارشناسان مختلف تأیید گردید.

تاریخچه توسعه واکسن اِم.آر.اِن.آ

توسعه واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ سابقه طولانی دارد و به اوایل دهه ۱۹۶۰ باز می‌گردد. تحقیقات در مورد چگونگی تحویل اِم.آر.اِن.آ به سلول‌ها در دهه ۱۹۷۰ توسعه یافت. در ادامه تاریخچه مختصری از توسعه واکسن اِم.آر.اِن.آ آورده شده است:

دهه ۱۹۶۰: اِم.آر.اِن.آ پیام‌رسان کشف شد.

دهه ۱۹۷۰: تحقیق در مورد اینکه چگونه اِم.آر.اِن.آ می‌تواند به سلول‌ها تحویل داده شود، توسعه یافت.

دهه ۱۹۸۰: اولین واکسن نوترکیب تولید شده با بیان آنتی‌ژن سطحی هپاتیت ب[4] مجوز گرفت.

سال ۱۹۸۹: نشان دادن که اِم.آر.اِن.آ خارجی کدکننده لوسیفراز می‌تواند با استفاده از لیپوزوم‌ها به رده سلولی تحویل داده شود و منجر به بیان آنزیم شود که یک کشف کلیدی در مسیر واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ بود.

دهه ۱۹۹۰: اِم.آر.اِن.آ کد کننده وازوپرسین (هورمون ضدادراری[5]) به موش‌ها تزریق شد و علائم دیابت بی‌مزه[6] آنها را برطرف کرد.

اوایل دهه ۲۰۱۰: توسعه واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ برای بیماری‌های عفونی آغاز شد. محققان دانشگاه پنسیلوانیا و مؤسسه ملی بهداشت، واکسن اِم.آر.اِن.آ برای ویروس سندرم تنفسی خاورمیانه[7] تولید کردند.

۱۱ دسامبر ۲۰۲۰: اولین واکسن اِم.آر.اِن.آ مجاز برای استفاده اضطراری در انسان توسط شرکت فایزر- بایونتک[8] ساخته شد و برای استفاده اضطراری توسط سازمان غذا و داروی ایالات متحده[9] برای جلوگیری از کووید-۱۹ مجاز شد.

پس از کشف آر.اِن.آ در سال ۱۹۶۱، ۶۰ سال طول کشید تا آر.اِن.آ برای محصول مورد تأیید سازمان غذا و داروی ایالات متحده تولید شود که در این ۶۰ سال اتفاقات زیادی می‌افتد.

بنابراین کار در سال ۱۹۶۱ شروع شد، زمانی که دو مقاله در نیچر[10]، توصیف کردند که اطلاعات در ارگانیسم زنده از دی.اِن.آ به آر.اِن.آ و بعد به پروتئین منتقل می‌شود، البته دانشمندان در آن سال نتوانستند آر.اِن.آ را سنتز کنند، اما آنها شروع به جداسازی آر.اِن.آ و شروع به تجزیه‌وتحلیل آنها کردند [۶].

در سال ۱۹۷۵ آنها کشف کردند که یک ساختار کلاهک در آر.اِن.آ وجود دارد که نوکلئوزیدهای اصلاح‌شده در آن وجود دارد. اگر واکسن را از فن‌آوری فایزر تهیه کنید، این کلاهک در طول سنتز گنجانده شده است. اهمیت این کلاهک این است که برای ترجمه لازم می‌باشد و تا پایان سال برنارد ماس[11] و همکارانش نیز کشف کردند که آنزیم‌های ویروسی وجود دارند که می‌توانند این

[1] Zoonosis
[2] Aerosol
[3] Logistics
[4] Hepatitis B
[5] antidiuretic
[6] diabetes insipidus
[7] MERS
[8] Pfizer-BioNTech
[9] FDA
[10] Nature
[11] Bernard Moss

کلاهک را روی اِم.آر.اِن.آ قرار دهند و اگر واکسن مدرنا را دریافت کنید، در واقع از این آنزیم‌ها برای گرفتن آر.اِن.آ استفاده می‌کنند.

دانشمندان دیگر با آزمایشات بیشتر آنها را تجزیه‌وتحلیل کردند، اما همه آنها آر.اِن.آ ایزوله و جدا شده بودند. آر.اِن.آ را از رتیکولوسیت‌ها جدا کردند و آنها را به همه‌ی سلول‌های بزرگ قورباغه تزریق کردند و سپس ترجمه این آر.اِن.آ جدا شده را دنبال کردند.

در سال ۱۹۷۸ دو مقاله توضیح دادند زمانی که اِم.آر.اِن.آ درون یک ساختار غشایی به نام لیپوزوم قرار می‌گیرد، می‌تواند به سلول‌های موش و انسان منتشر شود و سپس بیان پروتئین را القا کند، بنابراین لیپوزوم‌ها اِم.آر.اِن.آ را بسته‌بندی و محافظت کردند و سپس با غشای سلولی ترکیب شدند تا ماده ژنتیکی را به سلول‌ها برسانند. این اولین بار بود که دانشمندان متوجه شدند شاید آر.اِن.آ می‌تواند برای نوعی درمان استفاده شود.

در سال ۱۹۸٤، پل کریگ [1] و همکارانش در دانشگاه هاروارد در کمبریج، از یک آنزیم آر.اِن.آ سنتاز (برگرفته از یک ویروس) و ابزارهای دیگر برای تولید اِم.آر.اِن.آ فعال بیولوژیکی در آزمایشگاه استفاده کردند – روشی که امروزه مورد استفاده باقی مانده است. کریگ سپس اِم.آر.اِن.آ ساخته شده در آزمایشگاه را به تخم قورباغه تزریق کرد و نشان داد که درست مانند واقعی عمل می‌کند.

در اواخر سال ۱۹۸۷، رابرت مالون [2] یک آزمایش مهم انجام داد. او رشته‌های آر.اِن.آ پیام‌رسان را با قطرات چربی مخلوط کرد تا نوعی خورشت مولکولی ایجاد کند. سلول‌های انسانی اِم.آر.اِن.آ را جذب کردند و شروع به تولید پروتئین از آن کردند.

در اواخر همان سال، آزمایش‌های مالون نشان داد که جنین‌های قورباغه می‌توانند اِم.آر.اِن.آ را جذب کنند. این اولین بار بود که کسی از قطرات چربی برای تسهیل عبور اِم.آر.اِن.آ به یک موجود زنده استفاده کرد. این آزمایش‌ها پله‌ای به‌سوی دو مورد از مهم‌ترین و سودآورترین واکسن‌های تاریخ بود: واکسن‌های مبتنی بر کووید–۱۹ که به صدها میلیون نفر در سراسر جهان داده شد.

اِم.آر.اِن.آهای امروزی دارای نوآوری‌هایی هستند که سال‌ها پس از زمان مالون در آزمایشگاه اختراع شدند، از جمله آر.اِن.آهای اصلاح‌شده شیمیایی و انواع مختلف حباب‌های چربی برای انتقال آنها به سلول‌ها. با این حال، مالون که خود را «مخترع واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ» می‌خواند، فکر می‌کند که به کارش اعتبار کافی داده نشده است.

در کل نیمه دوم دهه ۸۰ زمان بسیار هیجان‌انگیزی بود، زیرا پی.سی.آر [3] معرفی شد، زمانی که t7 و sp6 آر.اِن.آ پلیمراز در همان سال گزارش شد بنابراین دانشمندان هیجان‌زده بودند زیرا می‌توانستند از آر.اِن.آ برای درمان استفاده کنند.

در سال ۱۹۹۰، دانشمندان کشف کردند که می‌توانند به موش‌ها اِم.آر.اِن.آ و دی.اِن.آ تزریق کنند تا سلول‌های موش، پروتئین تولید کنند. این تولید پروتئین چند هفته طول کشید. در سال ۱۹۹۲، اِم.آر.اِن.آ کدکننده وازوپرسین (هورمون ضددیورتیک) به موش‌ها تزریق شد و علائم دیابت بی‌مزه را برطرف کرد. از این یافته‌ها، این نظریه مطرح شد که یک پروتئین ویروسی یا باکتریایی می‌تواند توسط سلول‌های یک حیوان زنده ایجاد شود و سپس سیستم ایمنی حیوان علیه آن واکنش نشان دهد. تنها چیزی که سد راه بود، ناپایداری ذاتی اِم.آر.اِن.آ بود.

از دهه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰، رقابت برای ایجاد راهی برای ارائه اِم.آر.اِن.آ بدون ناپایدار شدن در جریان بود. در آن زمان پیشرفت‌هایی در توسعه واکسن‌های سرطان، واکسن‌های آلرژی و واکسن‌های انگل وجود داشت.

مطالعات معروف در سال ۲۰۰۵ توسط کاریکو و وایسمن اولین مطالعاتی بود که خواص تحریک‌کننده ایمنی اِم.آر.اِن.آ را از طریق فعال‌سازی گیرنده‌های Toll مانند [4] شناسایی کرد، و همچنین نشان داد که تغییرات جزئی نوکلئوتید می‌تواند با اجتناب از سیستم ایمنی ذاتی و تولید مقدار زیادی پروتئین با مشخصات ایمنی نسبتاً بالا، اِم.آر.اِن.آ را به‌عنوان یک داروی درمانی انسانی مهندسی کند.

در سال ۲۰۰۷، موکی [5] و همکارانش یک استراتژی برای متوقف کردن پیشرفت ملانوم در مدل‌های موش از طریق تجویز

[1] Paul Krieg
[2] Robert Malone
[3] PCR
[4] TLRs
[5] Mockey

ام.آر.ان.آ کدکننده آنتی‌ژن مرتبط با ملانوم کشف کرد. این رویکرد شامل تحویل ام.آر.ان.آ به سیتوزول سلول‌های دندریتیک در شرایط آزمایشگاهی بود، که سپس پروتئین آنتی‌ژنی را تولید می‌کرد و آن را به لنفوسیت‌های تی[1] سیتوتوکسیک CD8 ارائه می‌کرد، آنها را فعال می‌کرد و آنها را قادر می‌کرد سلول‌های تومور را لیز کنند.

زمانی که همه‌گیری ویروس کرونا آغاز شد، چندین شرکت روی واکسن‌های ام.آر.ان.آ با سیستم‌های تحویل نسبتاً پایدار کار می‌کردند. به‌دلیل فوریت همه‌گیری و بودجه دولتی که دریافت کردند به آنها این امکان را داد که آزمایش‌های بالینی در مقیاس بزرگ را تقریباً همزمان با اصلاح فرمول‌های خود انجام دهند.

همانطور که دیدیم نتایج موفقیت‌آمیز برای ایجاد واکسن‌های ام.آر.ان.آ نیازمند مشارکت در حوزه‌های بسیار متفاوت، از جمله زیست‌شناسی مولکولی، شیمی لیپید، میکروبیولوژی و ایمونولوژی بود. واکسن‌های اخیر ام.آر.ان.آ کووید-۱۹، مانند فایزر و مدرنا[2]، حاصل این تحقیقات بودند که توسط دو تیم محقق ساخته شدند [۷].

تاریخچه جایزه نوبل پزشکی

جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی ۱۱٤ بار به ۲۲۷ برنده جایزه نوبل بین سال‌های ۱۹۰۱ تا ۲۰۲۳ اعطا شده است. کمیته نوبل متشکل از ۵۰ استاد در مؤسسه کارولینسکا[3]، نامزدها را ارزیابی می‌کند و جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی را اعطا می‌کند [۸].

همکاری کاریکو و وایسمن در سال ۱۹۸۸ آغاز شد، زمانی که آنها در یک صف برای دستگاه فتوکپی ملاقات کردند. کار آنها در سال ۲۰۰۵، که با ایجاد «اصلاحات پایه نوکلئوتیدی» بر یک مانع بزرگ در استفاده از فناوری آر.ان.آ پیام رسان (ام.آر.ان.آ) غلبه کرد که برای بهبود دادن پلتفرم واکسن ام.آر.ان.آ برای استفاده بالینی بسیار مهم بود. اصلاحات، ام.آر.ان.آ را پایدارتر کرده و احتمال تخریب آن توسط سیستم ایمنی بدن را کاهش می‌دهد و به آن اجازه می‌دهد تا به‌عنوان واکسن استفاده شود [۹].

نتایج منتشر شده توسط کاتالین کاریکو و درو وایسمن در مقاله مهم خود در سال ۲۰۰۵ در آن زمان مورد توجه کمی قرار گرفت، اما پایه و اساس تحولات بسیار مهمی بود که در طول همه‌گیری کووید-۱۹به بشریت خدمت کرده است بنابراین مجمع نوبل در مؤسسه کارولینسکا در سال ۲۰۲۳ یافته‌های پیشگامانه ی آنها را به رسمیت شناخت و جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی ۲۰۲۳ به کاریکو و وایسمن به‌دلیل اکتشافاتشان در مورد تغییرات باز نوکلئوتیدی، اعطا شد [۱۰] زیرا اساساً آنها درک ما را از نحوه تعامل ام.آر.ان.آ با سیستم ایمنی ما تغییر دادند و به ساخت واکسن در یکی از بزرگترین تهدیدات برای سلامت انسان در دوران مدرن کمک کردند.

کار کاریکو و وایسمن بر اساس تحقیقات قبلی دانشمندان دیگر، از جمله رالف استاینمن[4]، که جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی را برای کشف سلول‌های دندریتیک در سال ۲۰۱۱ دریافت کرد، تشکیل داده شده است. با سابقه وایسمن در ایمونولوژی و تخصص کاریکو در بیوشیمی آر.ان.آ، این دو دانشمند به‌خوبی یکدیگر را تکمیل کردند و اشتیاق مشترکی برای بهره‌برداری از ام.آر.ان.آ در کاربردهای پزشکی داشتند.

همکاری آنها تا ۲۰ سال معطوف به این بود که چگونه از این مولکول یا پلیمر حیاتی می‌توان واکسن مناسبی ساخت. کاریکو، استادیار و زیست‌شیمی‌دان، درحال تحقیق در زمینه فناوری ام.آر.ان.آ بود و وایسمن، ایمونولوژیستی بود که به تازگی از مؤسسه ملی بهداشت ملی به دانشگاه پنسیلوانیا پیوسته بود. در مدت انجام پژوهش خود نقل می‌کند که به‌سختی تلاش می‌کردند که بودجه‌های تحقیقات خود را تهیه کنند و بتوانند نتایج را نیز منتشر کنند. در ارتباط به این دوره از پژوهش‌ها دکتر وایسمن در این باره گفته است که: (ما نمی‌توانستیم بقیه را متقاعد کنیم که آر.ان.آ ایده جالبی است). با وجود عدم حمایت‌های مناسب چون به ایده خود معتقد بودند به تحقیق در این موضوع ادامه دادند. درسال ۲۰۱۵ کاریکو مجبور به بازنشستگی از دانشگاه شد ولی ۳ سال بعد با کمک همسرش به شرکت بایونتک پیوست.

[1] T lymphocytes
[2] Moderna
[3] Karolinska Institute
[4] Ralph M. Steinman

کارهای کاریکو و وایسمن علاوه‌بر جایزه نوبل، با جوایز و افتخارات متعددی از جمله جایزه بریکترو در علوم زیستی[1]، جایزه مرکز پزشکی آلبانی در پزشکی و تحقیقات زیست‌پزشکی، و جایزه تحقیقات پزشکی بالینی لاسکر-دی بیکی[2] شناخته شده است. کار آنها همچنین الهام‌بخش نسل جدیدی از دانشمندان برای کشف پتانسیل اِم.آر.اِن.آ به‌عنوان ابزاری برای درمان و پیشگیری از بیماری شده است.

نحوه همکاری علمی یک الگو

در حالی‌که کاریکو قسمت طراحی و ساخت اِم.آر.اِن.آ را پیش می‌برد وایسمن بررسی پاسخ سیستم ایمنی را بررسی می‌کرد. مقاله کلیدی این تحقیقات در سال ۲۰۰۵ در مجله ایمنی‌شناسی از سری مجله‌های انتشارات سل[3] چاپ شد [۱۱]. بعد از آن حدود ۵ مطالعه پری‌کلینیک (مطالعه واکسن بر دیگر پستانداران که می‌بایست قبل از مطالعات بالینی انجام گیرد) توسط این دو محقق انجام شد و برای آنها مشخص شده بود که این واکسن توانایی خارق العاده‌ای در تحریک سیستم ایمنی دارد و حتی دو سال قبل از کووید-۱۹ شرکت مدرنا همین واکسن را برای آنفولانزا تولید کرد. هرچند در آن زمان در رسانه‌ها مورد توجه قرار نگرفت.

خلاصه مقاله سال ۲۰۰۵ به‌شرح زیر است:

دی.اِن.آ و آر.اِن.آ از طریق فعال‌سازی گیرنده‌های تول-لایک[4] سیستم ایمنی ذاتی پستانداران را تحریک می‌کنند. اما دی.اِن.آ حاوی موتیف‌های CpG متیله‌شده تحریک‌کننده نیست. برخی از نوکلئوزیدها در آر.اِن.آهای طبیعی نیز متیله شده یا به طرق دیگر تغییر می‌کنند، اما اثرات ایمنی‌تنظیمی این تغییرات هنوز آزمایش نشده است. ما نشان می‌دهیم که آر.اِن.آ از طریق گیرنده‌های تول-لایک ۳ [5]، تول-لایک ۷ [6] و تول-لایک ۸[7] در انسان تحریک می‌شود، اما وارد کردن نوکلئوزیدهای متیله‌شده مانند m5C، m6A، m5U، s2U یا سودویوریدین این فعالیت را از بین می‌برد. سلول‌های دندریتیک[8] که به این آر.اِن.آهای تغییر یافته تعریض می‌شوند، به میزان قابل‌توجهی کمتر سیتوکین‌ها و نشانگرهای فعال‌سازی را نسبت به کسانی که با آر.اِن.آهای طبیعی تعریض شده‌اند، بیان می‌کنند. سلول‌های دندریتیک و سلول‌های دارای گیرنده‌های تول-لایک به‌شدت توسط آر.اِن.آهای باکتریایی و آر.اِن.آهای میتوکندریال تحریک می‌شوند، اما توسط آر.اِن.آ کلی پستاندار که در نوکلئوزیدهای تغییر یافته فراوان است، تحریک نمی‌شوند. از این‌رو به نتیجه می‌رسیم که تغییرات نوکلئوزیدها توانایی آر.اِن.آ را در فعال‌سازی سلول‌های دندریتیک کاهش می‌دهند. بنابراین، سیستم ایمنی ذاتی ممکن است آر.اِن.آ خالی از تغییر نوکلئوزیدی را به‌عنوان روشی برای واکنش انتخابی به باکتری‌ها یا بافت‌های نکروتیک تشخیص دهد.

تغییرات پایه نوکلئوتیدی

تغییرات پایه نوکلئوتیدی به تغییراتی اطلاق می‌شود که در ساختار نوکلئوتیدها (پایه‌ها) در آر.اِن.آ و دی.اِن.آ ایجاد می‌شود. از جمله تغییرات معروف در این زمینه تغییرات مانند سودوریدین[9] است که به‌طور طبیعی در آر.اِن.آهای مختلف وجود دارد. سودوریدین تثبیت آر.اِن.آ را افزایش می‌دهد و کارایی ترجمه‌ای آن را بهبود می‌بخشد.

نقش سودوریدین

سودوریدین به‌عنوان یک تغییر پایه نوکلئوتیدی مهم در آر.اِن.آ اهمیت زیادی در توسعه واکسن‌های اِم.آر.اِن.آ برای کووید-۱۹ دارد. این تغییر پایه نوکلئوتیدی به تثبیت آر.اِن.آ و افزایش کارایی ترجمه‌ای آن کمک می‌کند. پژوهش‌های مختلف در زمینه تغییرات پایه نوکلئوتیدی مانند سودوریدین در آر.اِن.آ به ما کمک

---

[1] Breakthrough Prize in Life Sciences
[2] Lasker-DeBakey Clinical Medical Research Award
[3] www.cell.com/immunity
[4] TLRs
[5] TLR3
[6] TLR7
[7] TLR8
[8] DCs
[9] pseudouridine یا Ψ

می‌کنند تا نحوه مهندسی مولکول‌های ام.آر.ان.آ برای دستیابی به پایداری بیشتر و کارایی ترجمه‌ای مناسبتر را در واکسن‌ها بفهمیم. تغییرات و پیشرفت‌های مهم در این ارتباط آورده شده است:

۱ .کشف سودوریدین دهه ۱۹۵۰:

سودوریدین یکی از اولین و مطرح‌ترین تغییرات پایه نوکلئوتیدی در آر.ان.آ بود که در دهه ۱۹۵۰ کشف شد. این تغییرات پایه نوکلئوتیدی معمولاً با ایزومریزه شدن اوریدین به سودوریدین تعریف می‌شود. سودوریدین به‌عنوان یک تغییر پایه نوکلئوتیدی در تی.آر.ان.آ [1] و آر.آر.ان.آ [2] شناخته شده و نقش مهمی در استحکام ساختار آر.ان.آ ایفا می‌کند.

۲ .ظهور آر.ان.آهای ایمنی‌محور دهه ۱۹۹۰:

در دهه ۱۹۹۰، تحقیقات نشان داد که برخی از مولکول‌های آر.ان.آ، به‌ویژه آر.ان.آ دابل استرند و دو رشته‌ای [3]، دارای خواص ایمنی‌محور هستند. حضور این آر.ان.آها در بدن به‌عنوان یک سیگنال خطر شناخته می‌شد که می‌توانست پاسخ ایمنی ناخودآگاهی را فعال کند. این ویژگی‌ها چالش‌هایی را برای کاربردهای درمانی آر.ان.آ ایجاد می‌کرد.

۳ .تحقیقات دکتر کاتالین کاریکو و دکتر درو وایسمن در دهه‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰:

همانطور که میدانیم دکتر کاتالین کاریکو و دکتر درو وایسمن تحقیقات پیشگامانه در زمینه تغییرات پایه نوکلئوتیدی در آر.ان.آ انجام دادند. آنها به بررسی استفاده از سودوریدین و سایر تغییرات پایه نوکلئوتیدی برای کاهش پتانسیل ایمون‌استیمولاتوری آر.ان.آ مصنوعی پرداختند. این تحقیقات نشان داد که با جایگزینی اوریدین با سودوریدین در آر.ان.آ مصنوعی، می‌توان پاسخ ایمنی ذاتی را کاهش داد و همچنان کارایی ترجمه‌ای را حفظ کرد.

٤ .توسعه واکسن‌های ام.آر.ان.آ در دهه ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰:

دانش کسب شده از تحقیقات کاریکو و وایسمن، پایه‌گذار توسعه واکسن‌های آر.ان.آ پیام رسان (ام.آر.ان.آ) شد. شرکت‌هایی چون فایزر و مدرنا از نوکلئوتیدهای تغییر یافته مانند سودوریدین در طراحی واکسن‌های کووید-۱۹ استفاده کردند. این واکسن‌ها تأثیر بسزایی در کنترل گسترش ویروس داشتند.

۵ .تأثیر جهانی واکسن‌های ام.آر.ان.آ در دهه ۲۰۲۰:

در میان جریان ویروس کووید-۱۹ در دهه ۲۰۲۰، واکسن‌های ام.آر.ان.آ به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در مبارزه با ویروس به شکل گسترده به‌کار گرفته شدند. این واکسن‌ها برای استفاده اضطراری و سپس تأیید کامل مجاز شدند و منجر به کمک به کنترل پاندمی شدند.

٦ .تحقیقات پیشرو و متنوع (در حال ادامه):

تحقیقات در زمینه تغییرات پایه نوکلئوتیدی در آر.ان.آ به‌صورت مداوم ادامه دارد. دانشمندان نه‌تنها تغییرات موجود مانند سودوریدین را مورد بررسی قرار می‌دهند، بلکه تغییرات جدیدی را نیز توسعه می‌دهند. این تغییرات امکانات و کاربردهای فراوانی در زمینه‌های مختلف پزشکی و بیوتکنولوژی از جمله درمان بیماری‌های ژنتیکی، سرطان و دیگر مداخلات درمانی را دربر دارند [۱۲].

مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی مهم در ارتباط با این فناوری به شرح زیر است:

۱- دانشگاه پنسیلوانیا:

ارتباط این دانشگاه با تحقیقات آر.ان.آ به‌خصوص به تلاش‌های دکتر کاتالین کاریکو و دکتر درو وایسمن برمی‌گردد. آنها به کشف نقش سودوریدین در تغییرات پایه نوکلئوتیدی در آر.ان.آ و توسعه روش‌هایی برای کاهش پتانسیل ایمنی آر.ان.آ مصنوعی پرداختند. تحقیقات این دانشگاه در زمینه آر.ان.آ شامل مطالعات در تی.آر.ان.آ و آر.آر.ان.آ و همچنین توسعه آر.ان.آهای درمانی جدید می‌شود.

۲- دانشگاه هاروارد:

این دانشگاه یک مرکز برجسته در تحقیقات مولکولی آر.ان.آ است و به توسعه تکنولوژی‌های جدید برای تغییرات پایه نوکلئوتیدی در آر.ان.آ می‌پردازد. پژوهشگران در دانشکده بیولوژی مولکولی هاروارد تلاش می‌کنند تا به تفهیم بهتری از تأثیر تغییرات پایه نوکلئوتیدی بر ویژگی‌های آر.ان.آ برسند و از آنها در توسعه داروها و درمان‌های جدید استفاده کنند.

۳- مؤسسه ماساچوست برای تکنولوژی:

[1] tRNA
[2] rRNA
[3] dsRNA

ام آی تی[1] به‌عنوان یکی از مؤسسات علمی و تحقیقاتی بزرگ در زمینه تکنولوژی و بیولوژی مولکولی شناخته می‌شود و تحقیقات پیشرفته در زمینه آر.ان.آ انجام می‌دهد. این مؤسسه به توسعه تکنولوژی‌های آر.ان.آ مثل تغییرات پایه نوکلئوتیدی در آر.ان.آ و بهینه‌سازی مولکول‌های آر.ان.آ برای کاربردهای درمانی اختصاص داده است.

٤- مؤسسه کالیفرنیا برای تکنولوژی پزشکی:

کالیبر[2] به‌عنوان یک مؤسسه تحقیقاتی مستقل به توسعه آر.ان.آهای درمانی و داروهای مبتنی بر آر.ان.آ اختصاص داده است. این مؤسسه به همکاری با صنعت داروسازی معتبر جهانی همچون شرکت‌های داروسازی بزرگ می‌پردازد. ارتباطات بین کالیبر و شرکت‌های داروسازی از طریق تحقیقات مشترک و همکاری‌های صنعتی در زمینه آر.ان.آ ایجاد می‌شود.

٥- دانشگاه کمبریج:

دانشگاه کمبریج در انگلستان به تحقیقات بسیاری در زمینه تغییرات پایه نوکلئوتیدی در آر.ان.آ و کاربردهای آن پرداخته است. این دانشگاه به توسعه تکنولوژی‌های جدید برای تغییر پایه نوکلئوتیدی در آر.ان.آ و کاربردهای درمانی آن می‌پردازد.

توسعه و بهبود تکنولوژی واکسن ام.آر.ان.آ

توسعه واکسن‌های پایه نوکلئوتیدی و ام.آر.ان.آ زمینه واکسیناسیون را متحول کرده است و امکان تولید سریع‌تر و هدفمندتر واکسن را فراهم کرده است. واکسن‌های مبتنی بر اجزای ویروسی منفرد، به جای ویروس‌های کامل، به لطف پیشرفت در زیست‌شناسی مولکولی در دهه‌های اخیر امکان‌پذیر شده است.

واکسیناسیون تشکیل یک پاسخ ایمنی به یک پاتوژن خاص را تحریک می‌کند و در صورت مواجهه بعدی، بدن را در مبارزه با بیماری کمک می‌کند. واکسن‌های مبتنی بر ویروس‌های کشته یا ضعیف‌شده از دیرباز در دسترس بوده‌اند که نمونه‌ای از آن واکسن‌های ضدفلج اطفال، سرخک و تب زرد است.

استفاده از ام.آر.ان.آ در ساخت واکسن چندین مزیت دارد، از جمله:

تولید سریعتر: واکسن‌های ام.آر.ان.آ را می‌توان سریع‌تر از واکسن‌های سنتی تولید کرد، زیرا نیازی به کشت ویروس یا پروتئین‌های ویروسی ندارند.

انعطاف پذیری: پلتفرم ام.آر.ان.آ را می توان به راحتی با تغییر توالی ام.آر.ان.آ برای هدف قرار دادن ویروس‌ها یا انواع مختلف سازگار کرد.

ایمنی: واکسن‌های ام.آر.ان.آ حاوی ویروس‌های زنده نیستند و در ژنوم گیرنده ادغام نمی‌شوند به‌همین دلیل استفاده از آنها را ایمن می‌سازد [12].

واکسن‌های ام.آر.ان.آ تولید شده توسط فایزر و مدرنا اولین واکسن‌های ام.آر.ان.آ بودند که برای استفاده در انسان تأیید شدند که نرخ اثربخشی آنها حدود ۹۵ درصد است. موفقیت این واکسن‌ها راه را برای کاربردهای آینده ام.آر.ان.آ در پزشکی هموار کرده است. این شامل استفاده بالقوه از واکسن‌های ام.آر.ان.آ در پیشگیری و درمان سایر بیماری‌های عفونی و همچنین در توسعه واکسن‌ها و درمان‌های شخصی‌سازی شده در سرطان می‌شود.

سرعت تولید واکسن‌های ضدکووید-۱۹ بی‌سابقه بود. در زمان نگارش این مقاله، بیش از ۱۳/۵ میلیارد دوز واکسن کووید-۱۹ تجویز شده است و بیش از ۷۰ درصد از جمعیت جهان حداقل یک دوز دریافت کرده‌اند [۱۳].

این واکسن‌ها با وارد کردن یک قطعه کوچک از ماده ژنتیکی ویروس به نام آر.ان.آ پیام رسان (ام.آر.ان.آ) به بدن عمل می‌کنند. ام.آر.ان.آ به سلول‌های بدن دستور می‌دهد تا پروتئینی را که در سطح ویروس یافت می‌شود، تولید کنند. سیستم ایمنی این پروتئین را به‌عنوان خارجی می‌شناسد و یک پاسخ ایمنی در برابر آن ایجاد می‌کند. اگر فرد بعداً در معرض ویروس قرار گیرد، سیستم ایمنی بدن او برای شناسایی و مبارزه با آن آماده شده است [١٤].

چالش‌ها در توسعه واکسن‌های ام.آر.ان.آ

توسعه واکسن‌های ام.آر.ان.آ چالش‌های متعددی را ارائه می‌کند که باید برای اطمینان از اثربخشی، ایمنی و مقیاس‌پذیری آنها برطرف شود. برخی از چالش‌های کلیدی در توسعه واکسن‌های ام.آر.ان.آ عبارتند از:

[1] MIT
[2] Calibr

کارایی تحویل: اطمینان از اینکه ام.آر.ان.آ به طور مؤثر به سلول‌های هدف تحویل داده شود، برای کارایی واکسن بسیار مهم است. محققان روی بهبود روش‌های انتقال، مانند نانوذرات لیپیدی، برای افزایش جذب ام.آر.ان.آ توسط سلول‌ها کار کرده‌اند [۱۵].

ذخیره‌سازی و پایداری: واکسن‌های ام.آر.ان.آ برای حفظ پایداری خود برای ذخیره‌سازی به سرما نیاز دارند، که می‌تواند چالش برانگیز باشد. توسعه استراتژی‌هایی برای بهبود پایداری واکسن‌های ام.آر.ان.آ در دماهای بالاتر بدون به‌خطر انداختن کارایی آنها، یک حوزه تحقیقاتی مداوم است [۱۶].

پیش بینی و تنوع آنتی‌ژن: واکسن‌های ام.آر.ان.آ بر شناسایی و انتخاب آنتی‌ژن ویروسی مناسب برای هدف قرار دادن پاسخ ایمنی متکی هستند. با این حال، سرعت جهش سریع برخی از ویروس‌ها، مانند آنفولانزا، چالشی را در پیش‌بینی و ترکیب مؤثرترین آنتی‌ژن‌ها در طراحی واکسن ایجاد می‌کند [۱۷].

پیچیدگی ساخت: در حالی‌که واکنش آزمایشگاهی برای تولید و تقویت رونوشت‌های ام.آر.ان.آ نسبتاً ساده و سریع است، فرآیندهای سنتز و خالص‌سازی برای به‌دست آوردن ام.آر.ان.آ خالص و بدون آلودگی پیچیده و زمان‌بر است. توسعه فرآیندهای تولید کارآمد و مقیاس‌پذیر برای تولید گسترده واکسن‌های ام.آر.ان.آ بسیار مهم است [۱۶].

ایمنی و پاسخ ایمنی: پاسخ ایمنی بدن به آر.ان.آ مصنوعی در ابتدا یک چالش در پیشرفت واکسن‌های ام.آر.ان.آ بود. با این‌حال، پیشرفت قابل‌توجهی در بهینه‌سازی توالی‌های ام.آر.ان.آ و سیستم‌های تحویل برای به‌حداقل رساندن واکنش‌های نامطلوب و افزایش پاسخ ایمنی مورد نظر صورت گرفته است [۱۶].

پرداختن به این چالش‌ها مستلزم همکاری بین محققان، شرکت‌های بیوتکنولوژی و داروسازی و آژانس‌های نظارتی است. توسعه و اصلاح مداوم فناوری واکسن ام.آر.ان.آ پتانسیل ایجاد انقلابی در زمینه واکسینولوژی و ارائه پاسخ‌های سریع و مؤثر به بحران‌های بهداشتی در حال ظهور را دارد [۱۲].

سیستم‌های تحویل نانوذرات لیپیدی

پیشرفت‌هایی در زمینه تکنولوژی نانوذرات لیپیدی، تحویل مؤثر و هدفمند ام.آر.ان.آ واکسن‌ها به سلول‌ها را تسهیل کرد. این بهبود در سیستم‌های تحویل نانوذرات لیپیدی تأثیر بسزایی در کارایی واکسن‌ها داشته است.

بهینه‌سازی ام.آر.ان.آ مصنوعی

بهینه‌سازی توالی ام.آر.ان.آ، از جمله استفاده از کدون‌ها، مناطق ترجمه‌نشده[1] و سایر عناصر، به بهبود ترجمه و بیان پروتئین اسپایک در واکسن‌ها کمک کرد. شرکت‌های مانند فایزر و مدرنا به تحقیقات در این زمینه پرداختند [۱۸,۱۹,۲۰].

آزمایشات پیش‌بالینی و بالینی

برای ارزیابی ایمنی و کارایی واکسن‌ها، آزمایشات پیش‌بالینی و بالینی دقیقی در مراحل مختلف انجام شد. این آزمایشات با مشارکت هزاران نفر از مشارکت‌کنندگان در سراسر جهان انجام شدند.

نتیجه‌گیری

توسعه واکسن‌های ام.آر.ان.آ علیه کووید-۱۹ نمونه‌ای از تلاش مشترک دانشمندان و پژوهشگران از سراسر جهان در مواجهه با بحران جهانی است. جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی ۲۰۲۳ به کاتالین کاریکو و درو وایسمن برای اکتشافاتشان در مورد تغییرات پایه نوکلئوتیدی که امکان ساخت واکسن‌های ام.آر.ان.آ مؤثر علیه کووید-۱۹ را می‌دهد، اعطا شد. تحقیقات پیشگامانه آنها اساساً درک ما را از نحوه تعامل ام.آر.ان.آ با سیستم ایمنی ما تغییر داده است و به‌سرعت بی‌سابقه تولید واکسن در یکی از بزرگترین تهدیدات برای سلامت انسان در دوران مدرن کمک کرده است. همکاری علمی و اعمال نتایج تحقیقات در عمل می‌تواند به رسیدن به راه‌حل‌های نوین و مؤثر در مقابله با چالش‌های بهداشت عمومی جهانی کمک کند. توسعه واکسن‌های پایه نوکلئوتیدی و ام.آر.ان.آ زمینه واکسیناسیون را متحول کرده است و امکان تولید سریع‌تر و هدفمندتر واکسن را فراهم کرده است. همچنین همکاری بین‌المللی بین دانشمندان، دولت‌ها و شرکت‌های داروسازی، توسعه تحقیقات و توزیع واکسن‌ها را سریع‌تر کرد. این همکاری‌های جهانی نشان‌دهنده توانایی علوم پایه و زیست فن‌اوری در مواجهه با چالش‌های بهداشت عمومی جهانی است.

[1] UTRs

منابع و ماخذ

[1]. James D. Watson Molecular Biology of the Gene; 7th edition.; 2004;
[2]. Schlake, T.; Thess, A.; Fotin-Mleczek, M.; Kallen, K.-J. Developing MRNA-Vaccine Technologies. RNA Biol 2012, 9, 1319–1330, doi:10.4161/rna.22269.
[3]. Karikó, K.; Weissman, D. Naturally Occurring Nucleoside Modifications Suppress the Immunostimulatory Activity of RNA: Implication for Therapeutic RNA Development. Curr Opin Drug Discov Devel 2007, 10, 523–532.
[4]. Zamani, P.; Mashreghi, M.; Rezazade Bazaz, M.; Zargari, S.; Alizadeh, F.; Dorrigiv, M.; Abdoli, A.; Aminianfar, H.; Hatamipour, M.; Zarqi, J.; et al. Characterization of Stability, Safety and Immunogenicity of the MRNA Lipid Nanoparticle Vaccine Iribovax® against COVID-19 in Nonhuman Primates. Journal of Controlled Release 2023, 360, 316–334, doi: 10.1016/j.jconrel.2023.06.025.
[5]. Pilkington, E.H.; Suys, E.J.A.; Trevaskis, N.L.; Wheatley, A.K.; Zukancic, D.; Algarni, A.; Al-Wassiti, H.; Davis, T.P.; Pouton, C.W.; Kent, S.J.; et al. From Influenza to COVID-19: Lipid Nanoparticle MRNA Vaccines at the Frontiers of Infectious Diseases. Acta Biomater 2021, 131, 16–40, doi: 10.1016/j.actbio.2021.06.023.
[6]. Dolgin, E. The Tangled History of MRNA Vaccines. Nature 2021, 597, 318–324, doi:10.1038/d41586-021-02483-w.
[7]. Casadevall, A. The MRNA Vaccine Revolution Is the Dividend from Decades of Basic Science Research. Journal of Clinical Investigation 2021, doi:10.1172/JCI153721.
[8]. Press Release. NobelPrize.Org. Nobel Prize Outreach AB 2023. Wed. 25 Oct 2023. <https://Www.Nobelprize.Org/Prizes/Medicine/2023/Press-Release/>.
[9]. Karikó, K. Modified Uridines Are the Key to a Successful Message. Nat Rev Immunol 2021, 21, 619–619, doi:10.1038/s41577-021-00608-w.
[10]. Advanced Information. NobelPrize.Org. Nobel Prize Outreach AB 2023. Wed. 25 Oct 2023. <https://Www.Nobelprize.Org/Prizes/Medicine/2023/Advanced-Information/>.
[11]. Karikó, K.; Buckstein, M.; Ni, H.; Weissman, D. Suppression of RNA Recognition by Toll-like Receptors: The Impact of Nucleoside Modification and the Evolutionary Origin of RNA. Immunity 2005, 23, 165–175, doi:10.1016/j.immuni.2005.06.008.
[12]. Schlake, T.; Thess, A.; Fotin-Mleczek, M.; Kallen, K.-J. Developing MRNA-Vaccine Technologies. RNA Biol 2012, 9, 1319–1330, doi:10.4161/rna.22269.
[13]. Edouard Mathieu and Hannah Ritchie and Lucas Rodés-Guirao and Cameron Appel and Charlie Giattino and Joe Hasell and Bobbie Macdonald and Saloni Dattani and Diana Beltekian and Esteban Ortiz-Ospina and Max Roser Coronavirus Pandemic (COVID-19). Our World in Data 2020.
[14]. Pardi, N.; Hogan, M.J.; Porter, F.W.; Weissman, D. MRNA Vaccines — a New Era in Vaccinology. Nat Rev Drug Discov 2018, 17, 261–279, doi:10.1038/nrd.2017.243.
[15]. Rosa, S.S.; Prazeres, D.M.F.; Azevedo, A.M.; Marques, M.P.C. MRNA Vaccines Manufacturing: Challenges and Bottlenecks. Vaccine 2021, 39, 2190–2200, doi: 10.1016/j.vaccine.2021.03.038.
[16]. Wadhwa, A.; Aljabbari, A.; Lokras, A.; Foged, C.; Thakur, A. Opportunities and Challenges in the Delivery of MRNA-Based Vaccines. Pharmaceutics 2020, 12, 102, doi:10.3390/pharmaceutics12020102.
[17]. Lin, L.; Pei, Y.; Li, Z.; Luo, D. Progress and Challenges of MRNA Vaccines. Interdisciplinary Medicine 2023, 1, doi:10.1002/INMD.20220008.
[18]. Polack, F.P.; Thomas, S.J.; Kitchin, N.; Absalon, J.; Gurtman, A.; Lockhart, S.; Perez, J.L.; Pérez Marc, G.; Moreira, E.D.; Zerbini, C.; et al. Safety and Efficacy of the BNT162b2 MRNA Covid-19 Vaccine. New England Journal of Medicine 2020, 383, 2603–2615, doi:10.1056/NEJMoa2034577.
[19]. Baden, L.R.; El Sahly, H.M.; Essink, B.; Kotloff, K.; Frey, S.; Novak, R.; Diemert, D.; Spector, S.A.; Rouphael, N.; Creech, C.B.; et al. Efficacy and Safety of the MRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine. New England Journal of Medicine 2021, 384, 403–416, doi:10.1056/NEJMoa2035389.
[20]. Bayani, F.; Hashkavaei, N.S.; Arjmand, S.; Rezaei, S.; Uskoković, V.; Alijanianzadeh, M.; Uversky, V.N.; Ranaei Siadat, S.O.; Mozaffari-Jovin, S.; Sefidbakht, Y. An Overview of the Vaccine Platforms to Combat COVID-19 with a Focus on the Subunit Vaccines. Prog Biophys Mol Biol 2023, 178, 32–49, doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2023.02.004.

تحلیل عوامل مؤثر بر نقش اعتماد عمومی به علم: مطالعه دوره آغازین همه‌گیری کووید-۱۹ در ایران

سیده زهرا اجاق[۱،*]

چکیده

با توجه به اهمیت اعتماد عمومی به نهاد علم در سیاست‌گذاری عمومی و علمی پژوهش حاضر با مطالعه درک مردم استان‌های تهران و البرز در طول مخاطره کووید-۱۹ درصدد است تا عوامل اثرگذار بر اعتماد عمومی به علم را بشناسد و دلالت‌های سیاست‌گذارانه آن را مشخص کند. برای این منظور از پرسشنامه استاندارد **ECOM** با توزیع آنلاین در بازه زمانی سه ماهه اردیبهشت ۱۳۹۹ استفاده کرده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که دانش مردم درباره نشانه‌ها و علایم بیماری کووید-۱۹ در سطح مناسبی بوده ولی درک مناسبی از ماهیت علم وجود ندارد. اعتماد مردم به متخصصان بیشتر از سایر سازمان‌هاست. مردم موافقند که پژوهش‌های علمی زمان‌بر هستند و ماحصل آنها موجب رفع مخاطرات می‌شود. تعداد ٤١٪ تعریف درستی از چیستی علم دارند و مابقی آن را معادل فناوری و اطلاعات در نظر می‌گیرند. تعداد ٦٦ درصد به علم اعتماد دارند یعنی باور دارند که دانشمندان صلاحیت لازم برای ارائه دعاوی صادقانه را دارند. آنها توضیحات متخصصان را کافی‌تر، قابل‌فهم‌تر، کم‌تناقض‌تر و قابل اعتمادتر از سایر نهادها می‌دانند. این پژوهش نتیجه می‌گیرد که تولید محتوا توسط متخصصان به‌صورت فردی یا در همکاری با رسانه‌ها می‌تواند اعتماد مخاطبان به علم را جلب کرده و آگاهی و درک مخاطبان را علاوه‌بر همه‌گیری درباره کلیت علم ارتقا دهد.

کلیدواژه‌ها: همه گیری کووید-۱۹، درک عمومی از علم، اعتماد به علم، ، ارتباطات مؤثر، رسانه ها

* عهده‌دار مکاتبات: دانشیار، تلفن: ۰۲۱۸۸۰۵۳۲۱۸، نمابر: ۰۲۱۶۶۴۱۳۰۶۵، نمابر: ۰۲۱۸۸۰۵۳۲۱۸ ، نشانی الکترونیکی: z.ojagh@ihcs.a.ir

[۱] گروه ارتباطات علم و فناوری، پژوهشکده مطالعات فرهنگی و ارتباطات، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، تهران، ایران.

20.1001.1.2008935.1402.13.2.6.5

مقدمه

ظهور علم در تاریخ مدرن با تقسیم کار معرفتی[1] و تمایز درک علمی و درک روزمره از جهان همراه بوده است [۱]. بخش عمده‌ای از دانش علمی، ماهیت انتزاعی دارد و این موضوع، درک آن را برای غیرمتخصص‌ها سخت کرده است. این وضع، اعتماد عمومی به علم را دشوار ساخته است. اما، در شرایط مخاطره‌آمیز مانند همه‌گیری‌ها مردم احساس نیاز به نهادی دارند که بتواند با قابل پیش‌بینی کردن امور به آنها کمک کند که بر مخاطرات فائق آیند و احساس اطمینان پیدا کنند. نهادِ علم چنین امکانی را فراهم می‌آورد و یکی از دلایل ترویج اعتماد عمومی به علم نیز همین است [۲]. به‌ویژه آنکه در شرایطی مثل همه‌گیری، مسئولیت تصمیم‌گیری بر دوش فرد نهاده می‌شود. فرد هم که به‌دلیل ناشناخته بودن وضعیت، به‌تنهایی نمی‌تواند تهدیدات را بشناسد و با آنها مقابله کند، برای درک و مدیریت بهتر وضعیت، ناچار است از جایی کمک بگیرد و به علم اعتماد می‌کند [۳]. از این‌رو، ویژگی ناشناختگی همه‌گیری کووید- ۱۹ و چشمداشت جوامع از حوزه علم برای ارائه راهکار، فرصت مناسبی برای فهم ماهیت درک علم و اعتماد عمومی نسبت به علم، و شناخت عوامل اثرگذار بر آن فراهم ساخته است. این پژوهش درصدد است براساس وضعیت ادراک عمومی از مخاطره به تحلیل درک و اعتماد علمی عموم ایرانی بپردازد.

پیشینه پژوهش

اعتماد را می‌توان سازوکاری برای کاستن از میزان پیچیدگی دانست [٤] و در شرایط خطر، نقش مهمی در پیروی از توصیه‌های بهداشتی و رعایت محدودیت‌هایی که دولت درنظر گرفته، دارد (همان). به بیان دیگر، اعتماد به علم تحت تأثیر مقوله اعتماد به حاکمیت قرار دارد. در دوران شیوع سارس در هنگ کنگ، اعتماد به حکومت پیش‌بینی‌کننده مهمی برای رفتارهای سالم مثل رعایت بهداشت و ماسک زدن بود [٥]. هنگام شیوع ابولا هم این نتیجه تکرار شده است [٦]. پژوهشی در انگلستان [٧] نیز نشان داده که اعتماد به مسئولان حکومتی احتمال پیروی از رفتارهای توصیه شده توسط آنها را افزایش می‌دهد. در دوره همه گیری H1N1 نیز در ایتالیا اعتماد زیاد به رسانه‌ها و وزیر بهداشت موجب پذیرش رفتارهای توصیه شده مثل شستشوی درست دست‌ها شد [۸]. در جریان پاندمی کووید-۱۹ هم کشورهایی با اعتماد نهادی بالاتر، مرگ‌ومیر کمتری را گزارش کردند و در این قبیل کشورها، دولت‌ها محدودیت‌های کمتری هم اعمال کردند [۹]. پژوهشی در ایتالیا [۱۰] با ذکر این که اعتماد سازه‌ای سیاسی، رابطه‌ای و روانشناسانه است، نشان می‌دهد که ۷۵ درصد شهروندان این کشور به توانایی مسئولان دولتی‌شان در مقابله با کووید-۱۹ اعتماد دارند حال آن‌که به‌طور تاریخی میزان اعتماد نهادی در این کشور کم بوده است.

در جریان کووید-۱۹ نتایج مطالعه‌ای [۱۱] نشان داد که اعتماد به علم مهمترین عامل در ارزیابی مناسب مخاطره و میزان بالای انطباق با هنجارهاست. پژوهشی نیز در آلمان [۱۲] نشان می‌دهد که ۷۳ درصد افراد به متخصصان باور دارند و ۲۷ درصد آنها به متخصصان اعتماد ندارند. گروه دوم به دو گروه شکاکان (۱۹٪) و منکران (۸٪) تقسیم می‌شوند. ویژگی‌های منکران این است که سطح مخاطره را کم ارزیابی می‌کنند، احساسات ضدنخبه‌گرایی دارند و انطباق کمی با شیوه‌نامه‌های بهداشتی دارند و شکاکان واجد این ویژگی‌ها هستند: عدم اطمینان کلی به تمایز میان دعاوی درست و غلط، و پایین بودن توانایی و سواد علمی.

درخصوص مفهوم و وضعیت اعتماد اجتماعی در ایران، مطالعاتی، عمدتاً به‌صورت پیمایشِ سازه‌هایِ اعتمادِ اجتماعی انجام شده‌اند [۱۳، ١٤]. در مطالعات مربوط به سرمایه اجتماعی [۱۵] و فساد [١٦] نیز به این مفهوم توجه شده است ولی از منظر اعتماد عمومی به علم و نقش اعتماد عمومی به نهاد علم در کنترل و مدیریت بیماری‌ها مطالعه‌ای صورت نگرفته است. مطالعه حاضر با تمرکز بر وضعیت اعتماد عمومی طی ماه‌های اولیه همه‌گیری کووید-۱۹ در ایران وضعیت اعتماد عموم به علم را ارزیابی کرده است تا علاوه‌بر فهم وضعیت، مسائل و مشکلات مرتبط با مدیریت مخاطره و درک عمومی از بیماری‌های نوظهور را هم شناسایی کند.

چارچوب مفهومی

اعتماد را می‌توان این‌طور تعریف کرد: «احتمال این که کسی عملی را انجام دهد که برای ما مفید است یا حداقل برای ما مضر نیست، آنقدر زیاد است که بتوانیم به نوعی همکاری با او فکر کنیم» [۱۷]. در ادبیات نظری، اعتماد به‌عنوان اتکا و توکل به خیرخواهی دیگری، نگرش

[1] The Division of Cognitive Labor

خوش‌بینانه و ریسک‌پذیری [۱۸] تعریف شده است. اعتماد رابطه بین سه چیز است: اعتمادکننده، اعتمادشونده، و موضوع اعتماد. در موضوع مورد بحث این مقاله، موضوع اعتماد، علم هم به‌عنوان محتوا و هم به مثابه نهاد است. آشتربرگ و همکاران [۱۹] و میلر [۲۰] نشان داده‌اند که اعتماد به علم مفهومی چندبعدی است. یعنی مردم نهادهای علمی را به‌طرز متفاوتی نسبت به اصول و روش‌های علمی ارزیابی می‌کنند. آشتربرگ و همکاران [۱۹] می‌نویسند گاهی افراد به اصول و روش‌های علمی اعتماد دارند ولی به نهادهای علمی بی‌اعتمادند.

در جهان امروزی، اغلب مخاطرات ماهیت علمی دارند. هر کس به شیوه متفاوتی مخاطرات را تشخیص داده و می‌فهمد و اغلب افراد برای شناخت چنین موقعیت‌هایی به علم و متخصصان رجوع می‌کنند. اعتماد این افراد به محتوا و نهاد علم جزء عوامل اثرگذار بر ادراک مخاطره در سه سطح کلان یا ساختاری، میانی یا ارتباطات فردی و اجتماعی، و خرد یا روانشناسانه است. در سطح کلان موضوعاتی چون فرهنگ، اطمینان به رهبران و سیاست‌گذاران یا احساس امنیت مطرح هستند. مثلاً افرادی که به رهبران جامعه خود باور دارند، بیشتر مخاطره را کنترل‌پذیر ارزیابی می‌کنند. در سطح میانی مواردی همچون فشار همانندان مطرح است. مثلاً دوستان وقتی کنار یکدیگر هستند، جرأت زیادی برای انجام رفتارهای پرخطر نشان می‌دهند یا رفتاری را انجام می‌دهند که وقتی تنها باشند جسارت انجام آن را ندارند. در سطح خرد نیز مواردی از این دست مطرحند: دانش، نگرش و مؤلفه‌هایی که بر ارزیابی شخص از مخاطره و انجام رفتار پیشگیرانه مؤثر هستند. اعتماد و درک علمی در هر سه سطحِ ادراک از مخاطره اثرگذار است ولی پژوهش حاضر بر ادراکِ مخاطره در دو سطح میانی و خرد متمرکز است تا مبتنی بر آن، سطح اعتماد عمومی به علم را ارزیابی کند. اهمیت این مطالعه در آن است که طبق نظریه انگیزه حفاظت[1] می‌توان به شناختی درباره وضعیت موجود مخاطره و روند وضعیت آن در آینده دست یافت. طبق این نظریه اگر فرد بتواند پیامدهای منفی رفتار خود را پیش‌بینی کند، بیشتر از خود در برابر مخاطره محافظت می‌کند [۲۱]. توانایی پیش‌بینی نیز با شناخت موقعیت و اعتماد به علم رابطه دارد.

اعتماد در علم به اشکال و در سطوح مختلفی مطرح است: (الف) در رویه علمی: این که پژوهشگران، داده‌ها را دستکاری نکرده‌اند و نتایج دروغین ارائه نداده‌اند. (ب) در بین پژوهشگران: متخصصان باید به داده‌ها و نتایج علمی حاصل از کار همکارانشان اعتماد داشته باشند که از آن در مطالعات خود و انجام کارشان استفاده کنند. برای توضیح باید توجه داشت که ایده‌های زیادی در بسیاری از رشته‌های علمی مطرح می‌شوند که هیچ‌کس دنبال آنها را نمی‌گیرد[2]. (ج) در بین مردم: مردم باید به علم و دانشمندان اعتماد داشته باشند که راه‌حل‌های ارائه شده توسط آنها برای حل مسائل علم محور را بپذیرند و در زندگی به‌کار گیرند[3].

هندریک و همکاران [۱] اعتماد عمومی به علم را به سه زیرمجموعه گرامیداشت علم[4]، اعتماد کلی به علم[5]، و اعتماد به برخی موضوعات علمی[6] تقسیم کرده‌اند. گرامیداشت علم به این معناست که افراد نسبت به پیامدهای علم دیدگاه مثبت و خوش‌بینانه‌ای دارند. مثلاً همه با این گزاره موافقند که علم، زندگی را ساده‌تر، سالم‌تر و راحت‌تر می‌کند. آنها می‌پذیرند که نیت دانشمندان خیر است و برای خیر بشر تلاش می‌کنند. اعتماد کلی به علم به این معناست که مردم باور دارند که دانشمندان نه‌تنها می‌توانند مردم را آگاه سازند بلکه صلاحیت لازم را دارند که دعاوی صادقانه ارائه دهند. هر چند که مردم نسبت به کلیت علم نظری دارند ولی درباره موضوعات خاص می‌توانند نظر متفاوتی داشته باشند. مثلاً به کلیت علم اعتماد داشته باشند ولی دیدگاه چندان مثبتی درباره محصولات تراریخته نداشته باشند و این مربوط به اعتماد به برخی موضوعات علمی است.

روش تحقیق

رویکرد روش‌شناسی این پژوهش کمی ـ توصیفی است و برای مطالعه درک عموم از مخاطره در مواجهه با بیماری کووید-۱۹ و سنجش اثر این وضعیت بر درک علمی، از روش پیمایش برخط استفاده کرده است. با توجه به همه‌گیری بیماری کووید-۱۹ و درگیری همه اقشار و گروه‌های سنی جامعه با این بیماری، جامعه مورد مطالعه همه شهروندان در دو استان البرز و تهران هستند. پرسشنامه مورد استفاده، پرسشنامه استاندارد ECOM (ارتباطات مؤثر در مدیریت شیوع) درباره ادراک

[1] Protection Motivation Theory
[2] Trust within science
[3] Trust in science
[4] General Appreciation of Science
[5] General Trust in Science
[6] Trust in Science in the Context of Specific Topics

ریسک از بیماری‌های واگیر است. این پرسشنامه از ابتدا تا پایان اردیبهشت ۱۳۹۹ یعنی سه ماه پس از اعلام رسمی شناسایی ویروس کرونا در کشور قابل دسترس بوده و توسط ای‌میل و واتساپ برای اشخاص مختلف ارسال شده است. طبق نظر فریکر [۲۲] این پژوهش که با هدف شناسایی مسائل اثرگذار بر اعتماد عمومی به علم طراحی شده، دوره آغازین همه‌گیری کووید-۱۹ را به‌عنوان بازه مناسبی که افکار عمومی در جستجوی دریافت پاسخ و راهکاری از سوی حوزه علم است، انتخاب می‌کند. زیرا در این شرایط می‌توان فرض کرد که اعتماد عمومی به علم در بیشترین سطحش باشد و عوامل اثرگذار در بی‌اعتمادی یا کم‌اعتمادی صریح‌تر و دقیق‌تر مشخص شوند.

این مطالعه از نوع پیمایش‌های نامحدود خود ـ گزینشی است که منطق نمونه‌گیری آن غیراحتمالی است. این شیوه، دسترسی به افراد مختلف در شرایط آغازین همه‌گیری را میسر ساخته اما امکان دسترسی به افراد فاقد اینترنت یا فاقد توانایی بهره‌برداری از اینترنت را ندارد. ولی چون این تحقیق به‌منظور بررسی موضوعات مرتبط و ایجاد زمینه‌ای برای پژوهش‌های گسترده‌تر در آینده انجام شده، و با محدودیت مالی هم مواجه بوده، بهترین شیوه محسوب می‌شود. تعداد ۱۵۳ نفر در بازه زمانی مذکور به پرسش‌ها پاسخ دادند که طبق جدول گلن[1] در ۱۹۹۲ [۲۳] و یمن[2] در ۱۹۶۷ [۲۴] با دقت بیش از +/- ۷٪ و کمتر از +/- ۱۰٪ و با سطح اطمینان ۹۵٪ نیز کفایت لازم را دارد. نکته قابل‌توجه در جداول تعداد نمونه مناسب دو نفر مذکور این است که اندازه نمونه باید شامل تعداد پاسخ‌های جمع‌آوری شده باشند. البته برای تعیین حجم نمونه مورد نیاز از فرمول کوکران برای جوامع نامحدود هم می‌توان استفاده کرد که اگر در آن، حداکثر خطای قابل قبول e (۰/۰۵)، سطح اطمینان ۰/۹۵، σ^2، ۰/۰۸ درنظر گرفته شود، حجم نمونه ۱۲۲ نفر به‌دست می‌آید.

یافته ها

عمده‌ترین مشخصات جمعیتی شرکت‌کنندگان بدین شرح است: تعداد ٪۶۰ شرکت‌کنندگان، زن و ٪۴۰ مرد بوده‌اند و طیف سنی متنوعی در پیمایش مشارکت کرده‌اند (جدول ۱). سطح تحصیلات بیشتر شرکت‌کنندگان (٪۳۶.۷) کارشناسی یا دانشجوی کارشناسی بوده است. تلویزیون رسمی رسانه اصلی کسب اطلاعات برای ٪۲۸.۲ بوده و تلگرام (۲۲.۱)، شبکه‌های خبری فارسی زبان ماهواره‌ای (۱۶.۱)، اینستاگرام (۱۴.۱)، واتساپ (۸.۱) و گوگل یا سایر موتورهای جستجو (۷.۴) در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

جدول ۱. مشخصات سنی شرکت‌کنندگان

گروه سنی	درصد مشارکت‌کنندگان
۱۵ تا ۲۰ ساله	۲ درصد
۲۰ تا ۳۰ ساله	۱۲.۲. درصد
۳۰ تا ۴۰ ساله	۴۴.۶ درصد
۴۰ تا ۵۰ ساله	۲۷ درصد
۵۰ تا ۶۰ ساله	۱۱.۵ درصد
بزرگتر از ۶۰ ساله	۲.۷ درصد

براساس محاسبات آماری همبستگی و جداول توافقی در کل، زنان، افراد در گروه‌های سنی ۲۰ تا ۵۰ سال، و افراد با تحصیلات بیشتر، دانش درست‌تری درباره بیماری کووید-۱۹ را ارائه کرده‌اند. همچنین درباره اینکه همه‌گیری معاصر در فهم تفاوت ویروس و باکتری نقش داشته یا نه، میزان پاسخ مثبت افراد تا مقطع کارشناسی و زنان بیشتر است.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که از نظر ٪۴۱.۲ پاسخگویان سرعت مطالعات دانشمندان برای شناسایی ویروس و درمان، عادی و نرمال است و ٪۲۹.۷ آن را کند می‌دانند که حکایت از آگاهی بیشتر پاسخگویان از ماهیت زمان‌بر بودن پژوهش‌های علمی دارد.

درباره چیستی علم نیز تعداد ٪۲۸ گفته‌اند که کارهایی که دانشمندان و پژوهشگران برای شناخت ویروس و روش کنترل و درمان آن انجام می‌دهند، علم است. تعداد ۹.۱ درصد گفته‌اند کشف راه درمان قطعی بیماری کووید-۱۹ علم است و از نظر ۹.۱ درصد کشف واکسن پیشگیری از بیماری کووید-۱۹ علم است. عده کمی (٪۲.۸) معتقدند همین که راه‌های کنترل بیماری کووید-۱۹ را می‌دانیم علم است و ٪۳.۵ اطلاعاتی که درباره بیماری کووید-۱۹ ارائه می‌شود را علم می‌دانند. بر اساس این، می‌توان گفت که حدود ٪۴۱ پاسخگوها تعریف درستی از علم دارند و آن را روشی برای نگریستن و شناختن پدیده‌ها تلقی می‌کنند ولی مابقی افراد علم را معادل فناوری و اطلاعات درنظر گرفته‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند در مجموع تعداد افرادی که دستورالعمل‌های بهداشتی را برای پیشگیری از ابتلا اثربخش می‌دانند

[1] Glenn
[2] Yamane

به‌طور بارزی بیش از کسانی است که برعکس فکر می‌کنند. و قطعیت رعایت شدن اقداماتی که اجرای آنها منوط به خود شخص بوده بیش از اقداماتی است که نیازمند رعایت شدن توسط چند نفر هستند. این یافته می‌تواند نشانگر وضعیت اعتماد به علم باشد ولی برای تدقیق بیشتر باید توجه داشت که تعداد ٦٦٪ افراد تمایل به انجام اقدامات پیشگیرانه دارند چون می‌خواهند از انتقال بیماری به اطرافیانشان جلوگیری کنند و تعداد ٥٦٪ گفته‌اند که چون نسبت به سلامت خود مسئولند. تعداد ٤٢.٧٪ گفته‌اند که می‌خواهند از ابتلای خودشان به بیماری پیشگیری کنند. تعداد ٣٧.٣٪ مطمئن هستند که این اقدامات کمک خواهد کرد تا بیماری برطرف شود. تعداد ١٧٪ آشکارا گفته‌اند که به توصیه‌های متخصصان اعتماد دارند. ملاحظه می‌شود که احساس مسئولیت نسبت به اطرافیان، به‌ویژه اعضاء خانواده، و سپس احساس مسئولیت نسبت به خویشتن، عامل انگیزشی مهمی در تغییر رفتار این افراد محسوب می‌شود. به‌عبارت دیگر، این افراد به توانایی علم در کمک به حفظ زندگی عزیزانشان و خودشان اعتماد دارند. ضمن اینکه اعتماد به علم در بین ١٧ درصد به‌دلیل اعتمادشان به متخصصان است. دقیق‌تر آنکه میزان اعتماد به یافته‌ها و دانش علمی بیش از اعتماد به نهاد علم است که متخصصان را در برمی‌گیرد.

در مجموع ٥٤ نفر یعنی حدود یک سوم یا ٣٤ درصد افراد تمایل به انجام اقدامات پیشگیرانه ندارند که رقم قابل‌توجهی است. مجموعه این عوامل نشان می‌دهند که یا این افراد درباره موضوع و اثربخشی اقدامات پیشگیری‌کننده شکاک هستند (٨٪) و یا این که وجود بیماری و امکان ابتلا به آن را انکار می‌کنند (٢٤٪). مثلاً اشخاصی که فکر نمی‌کنند ناقل ویروس باشند یا رفتارهای پیشگیری‌کننده را مؤثر نمی‌دانند و یا با این استدلال دستورالعمل‌های بهداشتی را رعایت نمی‌کنند که چون دیگران رعایت نمی‌کنند کاملاً در تضاد با اطلاعات منتشر شده درباره ماهیت این بیماری و عوامل کنترل‌کننده آن رفتار می‌کنند. به بیان دیگر این گروه درک درستی از مخاطره کووید-۱۹ ندارند که علاوه‌بر عدم آگاهی می‌تواند ناشی از عدم‌اعتماد به توصیه‌های علمی هم تلقی شود، به‌طوری‌که بتوان گفت ٣٤٪ شرکت‌کنندگان در این پژوهش به علم اعتماد ندارند. البته ٢٪ از این افراد در دسته منکران یا شکاکان قرار نمی‌گیرند.

نتیجه گیری

یافته‌های حاصل از این پیمایش نشان می‌دهند که همچون مطالعات قبل[٢٥] پاسخگوها دانش نسبتا خوبی درباره بیماری کووید-۱۹ و ویروس کرونا دارند اما شناخت کافی از چیستی علم ندارند. به نظر می‌رسد که تجربه این بیماری به بهبود درک علمی مردم در حوزهٔ محدود به این بیماری کمک کرده باشد زیرا بیش از نیمی از پاسخگویان گفته‌اند که به تفاوت ویروس و باکتری پی برده‌اند. همچنین ٤١ درصد از آنها تعریف درستی از علم دارند ولی بقیه علم را معادل فناوری یا اطلاعات می‌دانند. این موضوع مهمی است که با وجود تحصیلات بالای مشارکت‌کنندگان، درک از ماهیت علم نیازمند اصلاح است و باید در سیاست‌های ترویج علم مورد توجه قرار گیرد.

ادراک مخاطره افراد در سطح میانی نشان می‌دهد که سلسله مراتب اعتماد عمومی به توصیه‌های علمی و رعایت دستورالعمل‌های بهداشتی عبارتست از "خود ـ نزدیکان ـ مردم دیگر ـ علم ـ رسانه‌ها ـ دولت". این سلسله مراتب در عین حال نشاندهنده وضعیت نسبتا مناسب اعتماد عمومی به علم است اما نوع اعتماد آنها به علم با توجه به اطمینان آنها به دستاورد علم در کنترل بیماری از طریق واکسن، به شکل گرامیداشت علم است [١] یعنی به پیامد علم خوشبین هستند و جنبه نهادی ندارد. با توجه به یافته های این پژوهش، متخصصان علمی در مقایسه با رسانه‌ها از وثوق مناسبی نزد مشارکت‌کنندگان برخوردار هستند و معتبرتر ارزیابی شده‌اند، لذا رسانه‌ها می‌توانند با تنظیم رابطه مناسب با متخصصان از این ظرفیت بهره بجویند. باید توجه داشت که حدود یک سوم از شرکت کنندگان در این تحقیق، اعتمادی به اطلاعات درباره بیماری و رعایت پروتوکل‌های بهداشتی ندارند و برخلاف تحقیق رثموند و همکاران [١٢] در آلمان که تعداد شکاکان حدود ٢.٥ برابر منکران هستند، در ایران تعداد منکران ٣ برابر شکاکان هستند که خطیر بودن وضعیت را بیشتر می‌کند. زیرا به نظر می‌رسد که فاصله منکران از اعتماد بیش از شکاکان است و علت اصلی می‌تواند به درک ناکافی این افراد از مخاطره مربوط باشد.

این پژوهش به نوبه خود، اطلاعات جدیدی درباره رابطه عموم و علم، و نتایج کاربردی مفیدی را در اختیار سیاست‌گذاران ترویج علم و تولیدکنندگان محتوای علم عمومی فراهم می‌آورد. اما درباره تعمیم‌پذیری نتایج مطالعه به جمعیت بزرگ‌تر محتاط است. زیرا به دلیل برخط بودن پیمایش و ناشناس بودن پاسخ‌دهندگان، این نظرسنجی تجربه همه اقشار را ارائه نکرده است.

منابع

[1].Hendriks, F., Kienhues, D., Bromme.R. (2016). Trust in Science and the Science of Trust. In: Trust and Communication in a Digitized World. PP. 143-159.

[2].Resnik, D.B. (2011), Scientific Research and the Public Trust, Science and Engineering Ethics 17: 399-409,

([3].Beck, U Living in the world risk society, 2006) Economy and Society, 35 (3): 329-345.

[4].Siegrist, M., & Zingg, A. (2014). "The role of public trust during pandemics: Implications for crisis communication", European Psychologist, 19,1, 23-32.

[5].Tang, C. S. K. & Wong, C, (2003). "An outbreak of the severe acute respiratory syndrome: predictors of health behaviors and effect of community prevention measures in Hong Kong, China", American journal of public health, 93,11, 1887-1888.

[6]. Vinck,P., Pham,P.H., Bindu, K.K., Bedford, J., Nilles,E. (2019), Institutional trust and misinformation in the response to the 2018-19 Ebola outbreak in North Kivu, DR Congo: a population-based survey, The Lancet Infectious Diseases, 19 (5):529-536.

[7].Rubin, G James, Amlôt, Richard, Page, Lisa A, & Wessely, Simon (2009). "Public perceptions, anxiety, and behaviour change in relation to the swine flu outbreak: Cross sectional telephone survey", British Medical Journal, 339, b2651.

[8].Prati, G., Pietrantoni, L., & Zani, B. (2011). "Compliance with recommendations for pandemic influenza H1N1 2009: The role of trust and personal beliefs", Health Education Research, 26,5, 761-769.

[9].Oksanen, A., Kaakinen, M., Latikka, Rita, S., Lina, S., & Koivula, A.(2020). "Regulation and trust: 3-month follow-up study on COVID-19 mortality in 25 European countries", JMIR Public Health and Surveillance, 6,2, e19218.

[10].Falcone Rino, Colì Elisa, Felletti Silvia, Sapienza Alessandro, Castelfranchi Cristiano and Paglieri Fabio (2020). "All We Need Is Trust: How the COVID-19 Outbreak Reconfigured Trust in Italian Public Institutions", Frontiers in Psychology. 11,561747, 1-17.

[11].Plohl, N., Musil, B.(2021). "Modeling compliance with COVID-19 prevention guidelines: the critical role of trust in science", Psychology, Health and Medicine, 26, 1, 1-11.

[12].Rothmund, T., Farkhari, F., Azevedo, F., Ziemer, C.T. (2020). "Scientific Trust, Risk Assessment, and Conspiracy Beliefs about COVID-19- Four Patterns of Consensus and Disagreement between Scientific Experts and the German Public",

[۱۳]. عسگری، ح. ا.، شرافت، س. (۱۳۹۲)، "تحلیل عوامل مؤثر بر شکل گیری اعتماد اجتماعی در جوامع روستایی ـ مطالعه موردی: دهستان هجدان دشت، شهرستان مهران"، پژوهش های روستایی، ٤ (٤): ۸۵۱-۸۷۹.

[١٤]. مولایی، ج. و همکاران (۱۳۹۵)، "بررسی عوامل جامعه شناختی مؤثر بر میزان اعتماد اجتماعی (مورد مطالعه: دانشجویان دختر دانشگاه پیام نور شهر آبدانان)"، فصلنامه توسعه اجتماعی، ۱۰ (٤): ۱۰۵-۱۲۲.

[١٥]. سوری، ع. (١٣٩٤)، "بررسی تطبیقی سنجش سرمایه اجتماعی در ایران"، فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی، شماره ۲۰: ۱۰۷-۱۲۹.1

[١٦]. دهقان، م.، رحمانی فیروزجاه، ع.، و عباسی اسفجیر، ع. ا. (۱۳۹۸)، "رابطه ادراک فساد و اعتماد اجتماعی در بین شهروندان (مطالعه درباره شهرهای آمل، ساری و چالوس استان مازندران)"، مسایل اجتماعی ایران، ۱۰ (۲): ۱۵٦-۱۳۱.

[17].Huber, B., Barnidge, M.,Gil de Zuniga, H., & Liu, J. (2019), Fostering public trust in science: The role of social media, Public Understanding of Science, 28 (7): 759-777.

[18].Irzik, G., & Kurtulmus, F.(2018), What is Epistemic Public Trust in Science? British Journal for the Philosophy of Science, DOI: 10.1093/bjps/axy007

[19]Achterberg, P., de Koster, W., & van der Waal, J. (2017) A science confidence gap: Education, trust in scientific methods, and trust in scientific institutions in the United States, 2014. Public Understanding of Science ,26: 704–720. DOI: 10.1177/0963662515617367

[20]. Miller J.D. (2004) Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: What we know and what we need to know, Public Understanding of Science, 13(3): 273–294

[21].Inouye, J. (2014), Risk Perception: Theories, Strategies, and Next Steps. Campbell Institute National Safety Council: Itasca, IL, USA.

[22]. Fricker, E. (2002), Trusting others in the sciences: a priori or empirical warrant?, Studies in History and Philosophy of Science Part A, 33 (2),373-383

[23].Singh, A., & Masuku, M. (2014). "Sampling techniques and determination of sample size in applied statistics research: An Overview", International Journal of Economics, Commerce and Management, 2 ,11, 1-22.

[24].Israel, G.D. (1992), Determining Sample Size, University of Florida Cooperative Extension Service, IFAS Extension.

[۲۵]. اجاق، س. ز. (۱۳۹۸)، "بازتعریف نقش و جایگاه روزنامه نگاری علم در ایران"، مطالعات فرهنگ ـ ارتباطات، ٤٥،۲۰، ۱۰۳-۱۲٦.

نگاهی به نقش مدیریت اطلاعات در پیشگیری از آلودگی اطلاعات

زهرا دوست زاده[1،*]

چکیده

در عصر آلودگی اطلاعات یا انفجار اطلاعات روزانه، توسط اطلاعات غیرمفید مورد احاطه قرار می‌گیریم. یک مدیریت هوشمندانه جهت تصمیم‌گیری خرد و کلان می‌تواند ما را در دستیابی به صحت و درستی اطلاعات، در واقع با سازماندهی و کنترل ساختار، ترکیب و پردازش ارائه اطلاعات نقش بسیار حائز اهمیتی را ایفا کند. بنابراین شناخت مفهوم مدیریت اطلاعات در مقابله با آلوده شدن داده بسیار حیاتی به‌نظر می‌رسد.

در این مقاله بعد از بیان مفهوم آلودگی اطلاعات و آشنایی با انواع آلودگی اطلاعات و پیامدهای آن، به بیان مدیریت اطلاعات و انواع مدیریت اطلاعات که شامل مدیریت اطلاعات شخصی و مدیریت اطلاعات گروهی می‌شود، می پردازیم سپس به نقش مدیریت اطلاعات و راهکارهای مناسب آن در مهار آلودگی اطلاعات اشاره می‌شود.

هدف این است که مدیریت نمودن اطلاعات چگونه ما را در این راستا یاری می‌کند که در این مقاله به آن می‌پردازیم. بنابراین آگاهی از مسائل آلودگی اطلاعات باید گسترش یابد تا بتوان اطلاعات را به‌درستی مدیریت کرد.

واژگان کلیدی: آلودگی اطلاعات، انفجار اطلاعات، مدیریت اطلاعات، مدیریت اطلاعات شخصی، مدیریت اطلاعات گروهی

* عهده‌دار مکاتبات: دانشجوی کارشناسی ارشد ، نشانی الکترونیکی : z.doostzade@mail.sbu.ac.ir

[1] گروه علم اطلاعات و دانش شناسی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

20.1001.1.2008935.1402.13.2.7.6

مقدمه

در این مقاله به چگونگی مدیریت نمودن اطلاعات و نقش آن در پیشگیری از آلوده شدن اطلاعات می‌پردازیم. امروزه با پیشرفت دانش بشری، اطلاعات با سرعت بالا ایجاد می‌شود و در سراسر دنیا منتشر می‌گردد که باعث به‌وجودآمدن پدیده‌ای به‌نام آلودگی اطلاعات شده است. آلودگی اطلاعات به‌معنای آلودن اطلاعات درست به نادرست و از بین بردن ارزش، کیفیت صحت بر اثر دخالت اطلاعات نادرست است. مدیریت اطلاعات با حفظ بازیابی و قابل‌دسترس ساختن فوری اطلاعات درست برای به‌کارگیری در تصمیم‌گیری توصیف شده است. مدیریت اطلاعات اشتراک و ارتباط نزدیکی با مدیریت داده‌ها دارد. درواقع کار مدیریت اطلاعات، جمع‌آوری از یک یا چند منبع و ارائه آن به یک یا چند مخاطب است.

اما مسئله مهمی که باید به آن توجه کرد این است که چه میزان بین مدیریت اطلاعات و نقش آن در پیشگیری از اطلاعات رابطه وجود دارد تا اطلاعات از کیفیت بالا برخوردار شود و افراد بتوانند از اطلاعاتی که در اختیار آنها قرار می‌گیرد به‌نحوی مطلوب استفاده کنند. زیرا مهم‌ترین آسیب آلودگی اطلاعات این است که مانع تصمیم‌گیری درست می‌شود.

سرآغاز

امروزه اگرچه اطلاعات فراوانی دردسترس است اما اغلب اوقات، دستیابی به اطلاعات مفید و مرتبط در صورت نیاز دشوار است و موضوع نگران‌کننده این است که تا چه حد محتوایی که در حال پخش است ذهنیت، ادراکات و زندگی میلیاردها انسان را تغییر می‌دهد [۱]. آلودگی اطلاعات یکی از چالش‌هایی است که جوامع در عصر ارتباطات با آن درگیرند. این مسئله از آنجا آغاز می‌شود که اطلاعات به‌وفور و بیش‌ازحد نیاز دنیای پیرامون ما را احاطه کرده و سبب شده است که نتوانیم اطلاعات مفید و مورد نیاز خود را از اطلاعات زائد و نادرست بازشناخته و تحت فشار تکنیک‌های انتقال و القاء پیام، به مصرف‌کننده‌ی صرف داده‌های سرازیر شده از خروجی رسانه‌ها تبدیل شویم (۱).

شکل‌گیری شبکه‌های رایانه‌ای نظیر اینترنت و پیشرفت نشر الکترونیکی شرایط آلودگی اطلاعات را سهل‌تر کرده یا احتمال آن را افزایش داده است، زیرا به این ترتیب فرصت‌های زیادی را برای نشر اطلاعات گمراه‌کننده و نادرست پیش می‌آورد و مخاطبان نیز آنها را به‌عنوان اطلاعات مورد استناد به‌کار می‌برند [۲].

انواع آلودگی اطلاعات

آلودگی اطلاعاتی انواع مختلفی دارد که ما در این مطلب به برخی از مهم‌ترین آنها اشاره می‌کنیم.

ناقص شدن: بدین مفهوم که مجموعه‌ای از اطّلاعات که در کنار هم قرار دارند، بّه‌واسطه از بین رفتن و یا گم‌شدن یک فایل یا بیشتر، دچار نقص شود و عملکرد کاملی از خود نشان ندهد.

ناخوانا شدن: نوع دیگری از نقص در بین مجموعه‌ای از فایل‌هاست با این توضیح که فایل یا فایل‌هایی درمجموعه وجود دارند که به علتی ناخوانا ومخدوش هستند.

نامربوط بودن: اینکه اطّلاعاتی در سیستم وارد شود که به آن ارتباطی ندارد. مثلاً در تحقیقی مربوط به قارّه آسیا، اطّلاعات ناکاربردی در مورد قارّه اروپا در بین فایل‌ها موجود باشند. گاهی اوقات این نوع از آلودگی اطّلاعات مضر به‌نظر نمی‌رسد.

ناخالص بودن: بدین‌مفهوم که خلوص اطّلاعات در یک سیستم از بین برود. یعنی اطّلاعات موجود در یک سیستم با اطّلاعات سیستم‌های دیگر اختلاط پیدا کرده و نتوان تصمیمات دقیقی مبتنی بر اطّلاعات موجود در سیستم هدف اتخاذ نمود.

به‌روز نبودن: معنی و مفهوم به‌روز نبودن این است که اطّلاعات، قدیمی و در عین‌حال بی‌مصرف شده باشند. لازم به ذکر است که به هر نوع اطّلاعات قدیمی نمی‌توان برچسب به‌روز نبودن را چسباند چون ممکن است هنوز کارایی مفید خود را حفظ کرده باشند.

دروغین بودن: چیزی که امروزه در ایمیل‌های تبلیغاتی ناخواسته و هرزنامه‌ها مشاهده می‌شود، نوعی از اطّلاعات آلوده است و به این دلیل ایجاد شده است که محتوای این نوع فایل‌ها، دروغین و به‌دردنخور هستند.

چندزبانه بودن: نوعی دیگر از آلودگی اطّلاعات است که اکثر اوقات آن را به‌حساب نمی‌آوریم. فایلی به زبان فارسی را در نظر بگیرید که لغات انگلیسی فراوانی در آن به‌چشم می‌خورند، یعنی معادل‌های فارسی مناسبی برای آنها درنظر نگرفته‌ایم. این نوع فایل نیز دچار آلودگی اطّلاعات است که در اکثر موارد

نادیده گرفته می‌شود امّا در برخی سیستم‌ها ممکن است برای کاربران و تصمیم‌گیری آنها مشکلاتی را پدید آورد.

نامعتبر بودن: اگر درجه اعتبار سازنده‌ی یک فایل که میزان اعتبار محتویات آن را مشخّص می‌کند، معلوم نباشد، نمی‌توان براساس آن اطّلاعات تصمیم‌گیری نمود. فایل‌های نامعتبر، سیستم اطّلاعاتی ما را دچار آلودگی می‌کنند.

تکراری بودن: اطّلاعات تکراری، مثلاً کپی‌های متعدّد از یک فایل، فضای سیستم ما را بدون هیچ‌گونه مزیّتی، اشغال می‌کنند. بنابراین آنها را به‌عنوان نوعی از آلودگی اطّلاعات به‌حساب می‌آوریم و بایستی نسخه‌های تکراری را از سیستم حذف کنیم [۳].

پیامدهای آلودگی اطلاعات چه می‌باشند؟

آلودگی اطلاعات پیامدهای مختلفی دارد، برخی از این پیامدها عبارتند از:

۱- ایجاد مشکل در فرآیند تصمیم‌گیری صحیح، زیرا برای تصمیم‌گیری به اطلاعات نیاز است. حال اگر اطلاعات آلوده در اختیار تصمیم‌گیرنده باشد، تصمیم وی نیز دچار آلودگی می‌شود.

۲- آلودگی اطلاعات سرعت جستجو را پایین می‌آورد.

۳- دقت جستجو در اثر آلودگی اطلاعات کاهش می‌یابد.

٤- فضای زیادی برای ذخیره‌سازی فایل‌های آلوده به‌هدر می‌رود.

٥- هزینه گزافی برای نگهداری اطلاعات آلوده، بیهوده صرف می‌شود.

٦- نسخه‌های متفاوتی از اطّلاعات شکل می‌گیرند، که خود موجب سردرگمی می‌گردد [۳].

مدیریت اطلاعات

در گذشته مدیریت اطلاعات به توانایی یک سازمان در ایجاد، نگهداری، بازیابی و توزیع اطلاعات صحیح و به‌هنگام در بین افراد موردنظر با حداقل هزینه و مناسب‌ترین جهت تصمیم‌گیری اشاره شده است. امروزه مدیریت اطلاعات با به‌کارگیری فناوری‌های اطلاعات نوین دچار گسترش معنایی شده است. به کلیه امور مربوط به نحوه جذب، ایجاد نگهداری، پرورش و بازیافت و توزیع اطلاعات مرتبط می‌شود (۲).

در واقع مدیریت اطلاعات به کنترل چگونگی ایجاد، کسب، سازماندهی، ذخیره، توزیع و استفاده از اطلاعات به‌عنوان ابزاری برای ارتقاء، دسترسی کارآمد و مؤثر به اطلاعات، پردازش و استفاده توسط افراد و سازمان‌ها می‌پردازد [٤].

درکتاب فرهنگ توصیفی واژگان اطلاع‌رسانی و علوم وابسته، مدیریت اطلاعات چنین تعریف شده است: اعمال مهارتمندانه کنترل بر فراهم‌آوری، سازماندهی، ذخیره، ایمنی، بازیابی و اشاعه منابع اطلاعاتی که برای انجام موفقیت‌آمیز عملیات در یک پیشه، نهاد، سازمان، یا مؤسسه ضروری است و مستندسازی، مدیریت رکوردها و زیرساختار فنی را در بر می‌گیرد [٥].

اینجاست که به ضرورت نقش مدیریت اطلاعات در جلوگیری از این آلودگی پی می‌بریم زیرا مسئله کلیدی که مدیریت اطلاعات ایفا می‌کند، توانایی مدیریت اداره نمودن اطلاعات در یک سازمان می‌باشد که فناوری اطلاعات مدرن را به‌کار می‌برد. مفهوم سیستم‌های اطلاعات رشد سریع فناوری رایانه، اشتیاق انسان را برای به‌دست آوردن کمک رایانه در حل مسائل پیچیده و پیچیده‌تر، توسعه می‌بخشد.

مدیریت اطلاعات یکی از چالش‌هایی است که جامعه بشری از دیرباز با آن مواجه بوده است. در واقع مدیریت اطلاعات ، به‌عنوان توانایی کل سازمان در مورد ایجاد، حفظ، بازیابی و قابل‌دسترس ساختن فوری اطلاعات درست ، درمکان درست، در سازمان درست، در دست افراد شایسته با کمترین هزینه، در بهترین رسانه‌ها ، برای بّه‌کارگیری تصمیم‌گیری نقش مهم خود را ایفا می‌کند [٦].

در مدیریت اطلاعات با چگونگی تولید، سازماندهی، انتخاب و اشاعه اطلاعات مواجه هستیم. اهداف اصلی این نوع مدیریت عبارت است از:

- تأمین مدارک مناسب برای اتخاذ تصمیم
- انجام و اجرای تحلیل هزینه-سودمندی در تهیه اطلاعات
- ایجاد محیطی که از آن طریق، مدیریت اطلاعات به‌عنوان یاری‌کننده مهم در سازمان پذیرفته شود.
- کمک به ارزیابی و اجرای فناوری‌های اطلاعاتی
- تعریف مسئولیت و پاسخگویی برای مدیریت، نگهداری و کنترل اطلاعات

- ایجاد محیطی که از آن طریق مدیران سازمان بتوانند حیاتی بودن اطلاعات سازمانده شده قابل‌دسترس را برای تصمیم‌گیری‌های سازمان به درستی تشخیص دهد [۷].

مدیریت اطلاعات به‌طورکلی به دو گونه مدیریت اطلاعات شخصی و مدیریت اطلاعات گروهی تقسیم می‌شود که آنها نیز به‌طوری به روند مدیریت کردن اطلاعات کمک می‌کنند که در ذیل به آنها می‌پردازیم:

مدیریت اطلاعات شخصی

مدیریت اطلاعات شخصی گونه‌ای مدیریت اطلاعات است که یک فرد برای جمع‌آوری، طبقه‌بندی، ذخیره، جستجو، بازیابی و اشتراک اطلاعات در فعالیت‌های روزانه استفاده می‌کند. مدیریت شخصی به روش‌های سازماندهی، حفظ و بازیابی مجموعه اطلاعات شخصی اطلاق می‌گردد که افراد را در طبقه‌بندی و استفاده از این اسناد و اطلاعات کمک نماید. در عصر امروز که اطلاعات به شکل رقومی دردسترس هستند و افراد زیادی با این گونه اطلاعات سروکار دارند و از آن استفاده می‌کنند. مدیریت شخصی اطلاعات شامل فعالیت‌های ذخیره‌سازی، سازماندهی، نگهداشت و بازیابی اطلاعات است [۸].

بنابر گفته لاندسدیل مدیریت اطلاعات شخصی مراحل توصیف، جمع‌آوری، ذخیره، سازماندهی، و بازیابی فقره‌های دیجیتالی(مانند نامه‌های الکترونیکی، فایل‌ها، قرارهای ملاقات، به خاطرآوری‌ها، تماس، بوک‌مارک‌ها و غیره) را توسط یک فرد در محیط یارانش شخصی در برمی‌گیرد.

باریو ۱۹۹۵، مدیریت اطلاعات شخصی را فرایندی تعریف کرد که به گردآوری، سازماندهی و ذخیره، نگهداری، بازیابی و درونداد اطلاعات شخصی می‌پردازد. او براساس مدل سیورجل مدیریت اطلاعات شخصی را در پنج فعالیت تقسیم کرده است:

۱- گرداوری: شامل تصمیم‌گیری بر نگهداری اطلاعات شخصی در فضای شخصی اطلاعات، تعریف کردن و برچسب زدن اطلاعات

۲- سازماندهی و ذخیره: شامل طبقه‌بندی، نام‌گذاری، گروه‌بندی و قرار دادن اطلاعات در مکان مناسب برای بازیابی بعدی.

۳- نگه‌داری: روزآمد کردن اطلاعات قدیمی، پشتیبان‌گیری از اطلاعات، جابه‌جا کردن یا پاک کردن اطلاعات از فضای اطلاعات شخصی.

٤- بازیابی: فرایند پیدا کردن اطلاعات برای استفاده مجدد.

٥- برونداد: تجسم فضای اطلاعات بر اساس نیازها و اهداف کاربران [۹].

زمینه‌های ظهور مدیریت اطلاعات شخصی

جهان امروز با چالش‌های جهان اطلاعات امروزی ناگریز از استفاده از فناوری‌های مدیریت اطلاعات شخصی است. کاربران فضاهای اطلاعاتی پیچیده امروزی با چالشی تحت‌عنوان سرریزاطلاعاتی دست‌وپنجه نرم می‌کنند. این فضاها به‌دلیل فراوانی و کیفیت کم اطلاعات آنها دچار آلودگی می‌شوند و در راستای بی‌نظمی پیش می‌روند و کاربران آنها با توجه به نبود ساختار یکپارچه از داشتن دیدکلی نسبت به آن محروم می‌شوند که این امر منجر به فراموشی اطلاعات می‌گردد. درصورتی‌که با استفاده از فضای شخصی اطلاعات و مدیریت بر آن مشکلات اشاره‌شده بدین‌صورت حل خواهند شد: آنها با تدارک آشیو کوچکی برای خود از سرریز اطلاعاتی جلوگیری می‌کنند، با گزینش صرف فقره‌های مفید و ایجاد منابع شناخته‌شده ارزشمند از آلودگی پیشگیری می‌کنند، با نگهداری و سازماندهی اطلاعات بی‌نظمی را کاهش می‌دهند، با سازگاری با محیط اطلاعاتی جدید ساختار یکپارچه‌ای به‌وجود می‌آورند، با ایجاد دید شخصی نسبت به فضاهای اطلاعاتی پیچیده فقدان دید کلی را جبران می‌کند [۹].

علت‌های نیاز به مدیریت اطلاعات شخصی

یکی از علت‌های نیاز به مدیریت اطلاعات شخصی، سرریز اطلاعاتی است که در بیشتر مواقع منجر به آلودگی اطلاعات است و از جهت دیگر یکی از عوامل نیاز به مدیریت اطلاعات شخصی ماهیت غیرمجتمع اطلاعات است.

نگه داشتن یا نگه نداشتن؟ مردم به‌طور مداوم با تغییراتی در این تصمیم مواجه می‌شوند که با اطلاعات مواجه می‌شوند. درصد زیادی از اطلاعاتی که با آنها مواجه می‌شوید به وضوح بی‌فایده هستند - برای مثال ایمیل‌های ناخواسته. بخش دیگری از اطلاعات مواجه شده را می‌توان در یک مطالعه «مصرف» و دور انداخت - برای مثال، گزارش آب‌وهوا یا یک امتیاز ورزشی. که مقدار زیادی از اطلاعات را در حد وسط باقی می‌گذارد. اطلاعات ممکن است در جایی در آینده مفید باشد.

تصمیم‌گیری در مورد اینکه آیا و چگونه این اطلاعات حفظ شود، بخش مهمی از مدیریت اطلاعات شخصی است [۱۰].

به‌طور کلی هدف‌های استفاده از مدیریت اطلاعات شخصی شامل: هدف ابزاری و هدف نمادین است. هدف ابزاری با مصنوعاتی مانند سیاهه کارهای انجام دادنی و تقویم‌ها که به‌عنوان حافظه بیرونی عمل می‌کنند و کاربران را قادر به انجام کارهای روزانه خود می‌کنند، تحقق می‌یابد. هدف نمادین با مدیریت احساس دیگران در مورد کاربر محقق می‌شود به‌نحوی که با استفاده کاربر از یکی از سامانه‌های سازمان‌دهنده شخصی، گمانه‌زنی‌های دیگران در این مورد که وی یک حرفه‌ای پربار و تشکیلاتی است تقویت می‌شود.

نتایج دانشمندان مشغول در حوزه مدیریت اطلاعات شخصی تلاش برای ایجاد، استفاده و حفظ یک نگاشت میان اطلاعات و نیاز است. در این راستا، اجزا مدیریت اطلاعات شخصی از جمله فعالیت‌های مرتبط با نگهداری، سازماندهی، حفظ، یافتن و بازیافتن برای رفع شکاف دائمی میان نیاز و اطلاعات عمل می‌کنند، به‌نحوی که اطلاعات همیشه به‌سوی نیاز اطلاعاتی حرکت کند.

تخصص مدیریت اطلاعات شخصی روشهای منظمی را برای شناسایی، فهمیدن، و استفاده از اطلاعات ، همچنین رسمی کردن و دسترسی به تجارب، دانش و مهارت‌ها، ایجاد قابلیت‌های جدید، انجام اقدام‌های برتر، تشویق به ایجاد انگیزه و ارزش بیشتری برای مشتری به‌کار می‌گیرد [۱۱]. در واقع مدیریت اطلاعات شخصی فعالیتی است که در آن فرد اقلام اطلاعات شخصی را ذخیره می‌کند تا بعد آنها را بازیابی کند [۱۲].

انواع سامانه‌های مدیریت اطلاعات شخصی

سامانه‌های مدیریت اطلاعات شخصی از نظر کاربرد به مدیریت اطلاعات شخصی و مدیریت اطلاعات گروهی تقسیم می‌شود. سامانه‌های مدیریت اطلاعات شخصی را می‌توان در دو محیط خصوصی و عمومی تصور نمود. مدیریت اطلاعات شخصی در محیط‌های خصوصی، پشتیبان صرف کارهای شخصی فرد است و اطلاعات آن فقط جهت استفاده شخص است. مدیریت اطلاعات شخصی در محیط‌های عمومی نیز با سطوحی از اشتراک ذهنی ایجاد می‌شود. به این نوع مدیریت اطلاعات شخصی که در بستر و محیط مدیریت اطلاعات گروهی گفته می‌شود. به عقیده بردمن این نوع اطلاعات شخصی، مدیریت اطلاعات اشتراکی اطلاق می‌شود کارهای مرتبط به چگونگی اشتراک اطلاعات شخصی در میان یک گروه با تأکید بر هنجارهایی که آن اشتراک‌گذاری را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند و روش‌هایی که مشارکت‌کنندگان در زمینه آن هنجارها جهت رویایی با گستره‌ای از تنش‌های مذاکره می‌کنند را در برمی‌گیرد [۱۳].

مدیریت اطلاعات گروهی

فعالیت‌های مدیریت اطلاعات شخصی اغلب در زمینه‌های گروهی یا سازمانی تعبیه شده است. برای کار مؤثر در یک گروه ، یک فرد باید اطلاعات را نه‌تنها برای استفاده شخص خود، بلکه برای اشتراک گذاشتن با سایر اعضای گروه نیز مدیریت کند. بدیهی است کسی که دوست دارد از فعالیت‌های اطرافیان استفاده کند، توانایی به‌دست آوردن شماره تلفن‌های برنامه، جلسه گروهی، تعیین دردسترس بودن همتایان خود و کسب اطلاعات مهم مشترک ارزشمند است.

مدیریت اطلاعات گروهی به تمرین و مطالعه اقدامات فردی انجام شده برای حمایت از فعالیت گروهی اشاره دارد. پشتیبانی از این رفتار مدیریت اطلاعات شامل توانایی به‌دست آوردن، سازماندهی، نگهداری، بازیابی و استفاده از مصنوعاتی مانند اسناد (مبتنی بر کاغذ و دیجیتال)، صفحات وب و پیام‌های ایمیل است.گروه‌ها می‌توانند کوچک (مانند یک تیم شش یا هفت نفره) یا بزرگ (سازمان با هزاران عضو) باشند. آنها می‌توانند برخوردهای تصادفی زودگذر در یک رویداد اجتماعی یا در حال انجام یک تیم پروژه نرم‌افزاری باشند. گروه‌ها همچنین می‌توانند مرتبط با کار باشند.

مدیریت اطلاعات گروهی به نحوه اشتراک‌گذاری اطلاعات شخصی در میان یک گروه با تأکید بر هنجارهایی که زیربنای آن اشتراک‌گذاری است، و روش‌هایی که شرکت‌کنندگان در آن هنجارها را در پاسخ به انواع تنش‌ها مذاکره می‌کنند مربوط می‌شود. مدیریت اطلاعات گروهی گسترش مدیریت اطلاعات شخصی است. زیرا در حوزه‌های عمومی بیشتری عمل می‌کند ۱- در نتیجه تلاش مردم برای به اشتراک‌گذاری و مدیریت اطلاعات و ۲- یک موضوع مورد مطالعه برای محققان در

مدیریت اطلاعات شخصی و کار مشترک با پشتیبانی کامپیوتر بوده است. افراد اقلام اطلاعاتی را برای پشتیبانی از نیازهای فرد به‌دست می‌آورند، سازماندهی می‌کنند و نگهداری می‌کنند ، بازیابی می‌کنند و از آنها استفاده می‌کنند. اما این فعالیت‌های مدیریت اطلاعات شخصی اغلب در زمینه‌های گروهی یا سازمانی تعبیه می‌شود و با به اشتراک‌گذاری در ذهن انجام می‌شود. عمل اشتراک‌گذاری اطلاعات شخصی را به حوزه‌های فعالیت‌های گروهی منتقل می‌کند و همچنین تنش‌هایی ایجاد می‌کند که چگونگی و نحوه اشتراک‌گذاری اطلاعات را شکل می‌دهد. تمرین و مطالعه مدیریت اطلاعات گروهی بر این تعامل بین اطلاعات شخصی در زمینه‌های گروهی است [١٤].

راهکارهای مناسب برای پیشگیری از آلودگی اطلاعاتی

اینک که با نقش مدیریت اطلاعات آشنا شدیم دریافتیم که چگونه با مدیریت نمودن و سازماندهی می‌توان از آلوده شدن اطلاعات پیشگیری کرد، برای درک بیشتر این موضوع به‌طور مثال:

با استفاده از فضای شخصی اطلاعات و مدیریت آن می‌توان مشکلات ناشی از آلودگی اطلاعات را به این صورت حل کرد: با گزینش فقره‌های و ایجاد منابع شناخته‌شده ارزشمند می‌توان از آلودگی اطلاعات پیشگیری کرد، با نگهداری و سازماندهی اطلاعات بی‌نظمی را می‌توان کاهش داد. باسازگاری با محیط اطلاعاتی جدید، ساختار یکپارچه‌ای می‌توان به‌وجود آورد و با ایجاد دید شخصی نسبت به فضاهای پیچیده، فقدان دید کلی را جبران کرد.

مدیریت اطلاعات شخصی هم به رویه‌ها و هم به بررسی فعالیت‌هایی که افراد برای فراهم‌آوری، سازماندهی، حفظ، بازیابی و استفاده از فقره‌های اطلاعاتی‌ای چون اسناد (کاغذی و دیجیتال)، صفحات وب، و پیغام‌های پست الکترونیک در استفاده همه روز برای انجام وظایف محوله (کاری یا غیر آن) و ایفای نقش‌های چندگانه افراد انجام می‌دهند، اطلاق می‌شود. از این‌رو یکی از آرمان‌های مدیریت اطلاعات شخصی، داشتن اطلاعات مناسب در مکان و شکل مناسب به نحوی است که از نظر کمی و کیفی برای رفع نیاز موجود ما کافی باشد. مدیریت اطلاعات شخصی بهتر به معنی استفاده بهتر از منابع ارزشمند(زمان، هزینه، انرژی، و توجه) و در نهایت، کیفیت بهتر زندگی ماست [١٣].

مفهوم مدیریت اطلاعات را نشانگر برتری دقیق و قابل‌اعتماد در درون قلمرو جنگ اطلاعات دانسته‌اند و به معنی حجم اطلاعات اکتسابی نمی‌باشد بلکه نگرش اصلی اطلاعات دردسترس و تبدیل این اطلاعات به محصول مؤثر اطلاعاتی می‌باشد. درواقع مدیریت اطلاعاتی، بهره‌برداری مؤثر از اطلاعات دردسترس به‌عنوان عامل تعیین‌کننده موفقیت در جنگ اطلاعاتی است [١٥].

بنابراین یکی از مواردی که می‌تواند از بروز سرریز اطلاعاتی و در نتیجه آلودگی اطلاعات جلوگیری به‌عمل آورد، تدارک آرشیوی کوچک از اقلام مفید و ارزشمند توسط هر فرد برای خود است. اگر افراد اطلاعات شخصی خود را به درستی مدیریت کنند، به‌علت دستیابی سریع و راحت به اطلاعات و ایجاد پیوند بین اطلاعات و نیازهای خود، می‌توانند در زمان و هزینه صرفه‌جویی کنند و همچنین می‌توانند وقت زیادی نیز برای استفاده خلاق و هوشمندانه از اطلاعات به‌دست بیاورند. به‌طور کلی مدیریت اطلاعات شخصی تأثیر انکارناپذیری در مدیریت زمان، صرفه‌جویی در هزینه، افزایش کارایی افراد در برقراری ارتباطات علمی داخل و خارج کشور و مدیریت بهینه شغلی می‌شد و موجبات بهبود سواد اطلاعاتی، بهبود یادآوری، بهبود یادگیری، دستیابی سریع‌تر به اطلاعات، کاهش سردرگمی و اشفتگی افراد، جلوگیری از گم شدن و آسیب دیدن و کمک به تشخیص روابط و وابسگی اطلاعات، و در نتیجه باعث افزایش کارایی، پیشرفت و موفقیت افراد را فراهم آورد [١٥].

همچنین برای پیشگیری از الودگی اطلاعات منابع اطلاعاتی را باید اینگونه مدیریت نمود:

منابع سازمان را باید اکتساب نمود، نظم بخشید و مورد بهره‌برداری قرار داد. در مدیریت منابع اطلاعاتی لازم است زمان هرز رفتن و بیکاری منابع را به حداقل رساند و در صورت نیاز قبل از منسوخ شدن منابع یا از کار افتاده شدن آنها می‌بایست منابع جدید و مفید جایگزین شود. اطلاعات قابل‌استفاده در زمان مناسب، شکل مناسب و با ترتیب و توالی مناسب به طرز هماهنگ می‌بایستی مورد استفاده کاربران قرار گرفته و آن دسته از اطلاعاتی که تاریخ اعتبار و مصرفشان به پایان رسیده از فرایند منابع اطلاعاتی خارج شده و اطلاعات به هنگام و نو جایگزین آنان شود. به گفته مک لئود (١٩٩٤) مجموعه این

فعالیت یعنی «تحصیل اطلاعات، استقرار مؤثر از آن و صرف آن در زمان مناسب» را مدیریت اطلاعات نیز می‌نامند [۱۵].

بحث و نتیجه‌گیری

کار مدیریت اطلاعات فرایند شناخت و تولید اطلاعات و سازماندهی و ذخیره آن، اشاعه، یا انتشار اطلاعات و بهره‌برداری از اطلاعات می‌باشد. امروزه همه اشخاص نیازمند دست‌یابی به اطلاعات صحیح و درست هستند. اطمینان یافتن از دسترسی به اطلاعات مرتبط و به جا برای رشد و توسعه اجتماعی امری ضروری است.

نیاز به اطلاعات پدیده‌ای است که هیچ گریزی از آن نیست و هیچگاه جریان رشد و افزایش آن متوقف نمی‌شود. اطلاعاتی که از مجار و منابع مختلف گردآوری می‌شوند ممکن است ضدونقیض باشد. به‌طور مثال، نوشته‌های بسیاری وجود دارد که در آن داده‌های نادرست منتشر شده است. اگر اطلاعات آلوده باشد و مصرف‌کننده آن را به‌کار گیرد در این صورت وی نیز اطلاعات مواد و کالاهای آلوده تولید می‌کند. آلودگی اطلاعات را نباید یک چیز صرفاً اتفاقی در عملکرد کارهای جامعه دانست. بلکه یک امر کاملاً اساسی در تمام فرایندها و قسمتی از کل بی‌نظمی در فرایندهای اطلاعاتی جامعه است.

بنابر آنچه گفته شد آلودگی اطلاعات پدیده‌ای است که در جوامع اطلاعاتی درحال گسترش است و هر روز، بیش‌از روز قبل برای کاربران مشکل‌ساز می‌شود. به‌همین دلیل باید از وقوع آن جلوگیری کرد. برای دسترسی به اطلاعات صحیح و درست و جلوگیری از سردرگمی بین انبوهی از اطلاعات در عصر آلودگی اطلاعات نیازمند آشنایی با جایگاه و نقش مدیریت اطلاعات می‌باشیم . بنابراین جایگاه و نقش مدیریت اطلاعات در فراهم‌آوری، سازماندهی، اشاعه و کاربرد پدیده‌ای چون اطلاعات بسیار حائز اهمیت است.

این مقاله و بخشی از آن در جای دیگر به چاپ نرسیده است.

وب‌گاه های بازدید شده

(۱). رحمان پور، شیما (۱۳۹۷). الودگی اطلاعات چیست؟. [یادداشت وبلاگ] بازیابی شده در ۱۴۰۰/۸/۲۲ از https://payamedanesh.ir/?P=26091

(۲). نوری،سعید(۱۳۹۵) . اهمیت اطلاعات و مدیریت آن [یادداشت وبلاگ] بازیابی شده در ۱۴۰۱/۶/۶ از HTTPS://WWW.WEBSITEX.NET

منابع و مآخذ

[1]. Meel, P., & Vishwakarma, D. K. (2020). Fake news, rumor, information pollution in social media and web: A contemporary survey of state-of-the-arts, challenges and opportunities. Expert Systems with Applications, 153, 112986.

[۲]. باب الحوائجی، فهیمه وگرجی نژاد، نایفه (۱۳۹۰). بررسی آلودگی اطلاعات در پایگاه های مورد اشتراک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران در بازیابی اطلاعات کتابداری از دیدگاه دانشجویان تحصیلات تکمیلی، فصلنامه دانش‌شناسی، سال پنجم، شماره ۱۸، صص ۳۴-۲۱.

[۳]. عباسی رائی، علی و خان زاده، چیمن و پاک نیت، محسن (۱۳۹٤). آلودگی اطلاعات و ضرورت مقابله با آن در سازمانهای نظامی. همایش کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در مدیریت و مهندسی منابع، سال یکم، صص ۲۹-۱.

[4]. Detlor, Brian. (2010). Information Management. SunECE Direct, Vol. 30, No. 2, pp. 103-108.

[۵]. مکتبی فرد، لیلا (۱۳۸۷). مدیریت اطلاعات با رویکرد فازی، کتابداری و اطلاع رسانی، سال یازدهم ، شماره ۲، صص ۲۰٤-۱۳۸.

[٦]. حاجی زین العابدینی، محسن(۱۳۸۵). مهندسی ارزشی در کتابداری و اطلاع رسانی با تاکید بر مدیریت اطلاعات، کتابداری و اطلاع رسانی، سال نهم، شماره ٤، صص ٤٤-۳۱.

[۷]. بصیریان جهرمی، رضا و بصیریان جهرمی، حسین (۱۳۸۸). مدیریت اطلاعات: مفاهیم و کاربردها. فصلنامه علمی پژوهشی پژوهشگاه اطلاعات و مدارک علمی ایران، سال بیست و چهارم، شماره ۳، صص ۱۳٦-۱۱۷.

[۸]. آزاده، فریدون و جدیدی، زهرا و حقانی، حمید (۱۳۹٦). (PIM)بررسی میزان به کارگیری مدیریت اطلاعات شخصی توسط اعضای هیات علمی دانشکده های پیراپزشکی دانشگاه های علوم پزشکی تهران، شهید بهشتی و ایران در سال ۱۳۹۳. مجله دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، سال یازدهم، شماره ۱،صص ۵۲-٤٤.

[۹]. راک، کلثوم (۱۳۹۵) . مدیریت اطلاعات شخصی(PIM) . فصلنامه آرشیو ملی، سال دوم، شماره۷، صص ۴۹-۳۸.

[10]. Jones, W. (2004). Finders, keepers: the present and future perfect in support of · personal information management. First Monday, 9(3).

[۱۱]. مرادی، غلامرضا و آصف زاده، سعید(۱۳۸۸). مدیریت اطلاعات(دانش)، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین، سال هشتم، شماره ۱، صص ۸۵-۷۵.

[12]. Bergman, O., Beyth-Marom, R., & Nachmias, R. (2003). The user-subjective approach to personal information management systems. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 54(9), 872-878.

[۱۳]. زوارقی، رسول و صفایی، میکائیل(۱۳۹۱) . مدیریت اطلاعات شخصی (PIM) مروری بر مفاهیم. فصلنامه علمی پژوهشی پژوهشگاه اطلاعات و مدارک علمی ایران، سال بیست و هفتم، شماره ٤، صص ۱۰۵۳-۱۰۸۱.

[14]. Lutters, Wayne G., Ackerman, Mark S., & Zhou, Xiaomu. (2006). Group Information Management, pp. 236-248.

[۱۵]. عرب انصاری، مهدی (۱۳۹۳) . جایگاه مدیریت در راهبرد امنیت مرزی(با تاکید بر پلیس مرزبانی). فصلنامه دانش انتظامی سیستان و بلوچستان، سال پنجم، شماره ۱۱، صص ۳۱-٦۸.

کاربردهای چت‌جی‌پی‌تی در تحقیقات علمی و ملاحظات اخلاقی استفاده از آن

احمدرضا غفاری[1]، حسام منتظری[1,*]، علی اکبر موسوی موحدی[1]

چکیده

ChatGPT یک ابزار هوش مصنوعی محاوره‌ای است که توسط **OpenAI** توسعه یافته است و در نوامبر ۲۰۲۲ معرفی شد. این ابزار پاسخ‌های متنی انسان‌مانند تولید می‌کند. کاربردهای آن در حوزه‌های مختلفی را از جمله آموزش، پزشکی و سلامت، مسائل حقوقی، کدنویسی و عیب‌یابی برنامه‌ها و تحقیقات علمی است. در این زمینه‌ها، **ChatGPT** می‌تواند محتوا را تولید و اصلاح کند، مطالب را ساده‌سازی و خلاصه کند، به تشخیص الگوها کمک کند، داده‌ها را پردازش و تجزیه‌وتحلیل نماید، و همکاری و ارتباطات را بین محققان و عموم مردم ارتقا دهد. در استفاده از **ChatGPT** چندین ملاحظات اخلاقی از جمله حریم خصوصی و امنیت داده‌ها، مالکیت معنوی و تألیف، سوءاستفاده غیرقانونی، شفافیت و توضیح‌پذیری، اطلاعات نادرست، سوگیری‌ها، تعاملات انسان و ماشین و مسئولیت و پاسخگویی مطرح می‌شود. استفاده کنترل‌نشده از آن می‌تواند مشکلاتی ایجاد کند و محققان در تلاش هستند تا دقت و قابلیت اطمینان آن را بهبود بخشند. نظر ناشران بین‌المللی پیرامون **ChatGPT** این است که این ابزار نمی‌تواند به‌عنوان یک نویسنده در مقالات علمی باشد و فقط می‌توان از آن در بهبود نوشتار و خلاصه‌سازی استفاده کرد و هرگز نمی‌تواند جای محقق اصلی را بگیرد.

استفاده از **ChatGPT** برای تحقیقات علمی پیشرفت‌های عظیمی را به‌همراه داردکه علیرغم چندین بحث و نگرانی اخلاقی، **ChatGPT** در یک بازه زمانی بسیار کوتاه توجه دانشگاهیان را به‌خود جلب کرده است.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، مدل‌های زبانی گسترده، کاربردهای پژوهشی، تحقیقات علمی، چت‌جی‌پی‌تی، مسائل اخلاقی

* عهده‌دار مکاتبات: استادیار، تلفن: ۸۸۹۹۶۳۸۲-۰۲۱ نمابر: ۶۶۴۰۴۶۸۰-۰۲۱ نشانی الکترونیکی: hesam.montazeri@ut.ac.ir

[1] مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران

20.1001.1.2008935.1402.13.2.8.7

مقدمه

ChatGPT یکی از جدیدترین ابزارهای هوش مصنوعی در حوزه چت با تکنولوژی مدل زبانی گسترده[1] (LLM) است که از معماری‌های پیشرفته یادگیری عمیق برای تولید متون انسان‌مانند در پاسخ به سؤالات استفاده می‌کند. این ابزار در ۳۰ نوامبر ۲۰۲۲ توسط شرکت OpenAI به‌عنوان آخرین نسخه مدل‌های زبان بزرگ که قادر به مکالمات هوشمند هستند ارائه شد و کاربران با استفاده از یک ابزار هوشمند نظیر لپ تاپ یا تلفن همراه و اینترنت میتوانند از مزایای آن استفاده کنند [۱]. این سیستم برای پاسخ دادن به سؤالات کاربران و گفتگو با آنان طراحی شده است. هدف اصلی ChatGPT تولید مکالمه‌گری مبتنی بر هوش مصنوعی است که قادر به پاسخگویی در گستره وسیعی از موضوعات باشد [۲]. OpenAI یک آزمایشگاه تحقیقاتی هوش مصنوعی است، این آزمایشگاه در دسامبر ۲۰۱۵ توسط یک گروه از رهبران فناوری از جمله ایلان ماسک، سام التمان، گرگ بروکمن، الیا سوتسکور و دیگران با هدف توسعه و ترویج هوش مصنوعی تأسیس شد. تمرکز تحقیقات OpenAI بر روی توسعه فناوری‌های پیشرفته هوش مصنوعی، از جمله مدل‌های زبانی، رباتیک و یادگیری تقویتی است. این آزمایشگاه تحقیقاتی بسیار نوآورانه در این حوزه‌ها انجام داده است و همچنین ابزارها و منابع مفیدی برای محققان و توسعه‌دهندگان ایجاد کرده است [۳]. کلمه GPT مخفف عبارت GENERATIVE PRE-TRAINED TRANSFORMER به‌معنای تبدیل‌کننده مولد از پیش آموزش‌دیده است. عبارت «Generative» به قابلیت مدل برای تولید متن جدید اشاره دارد و «Pre-trained» به‌معنای آموزیده شده قبل از تنظیم برای وظیفه خاص است. همچنین، معماری «Transformer» یک مدل زبانی جدید است که ChatGPT از آن استفاده می‌کند.

پیش‌از این، GPT-1 در سال ۲۰۱۸ (رادفورد و همکاران، ۲۰۱۸)، GPT-2 (رادفورد و همکاران، ۲۰۱۹) و GPT-3 (براون و همکاران، ۲۰۲۰) با تکنولوژی GPT راه‌اندازی شده بود. GPT-3 برای انجام طیف گسترده‌ای از پردازش زبان طبیعی (NLP) مانند ترجمه زبان‌های مختلف، خلاصه‌سازی متن، و پاسخ به سؤال، تولید نوشتار خلاق (مانند شعر یا داستان) ، ایجاد محتوای متنی طولانی یا کوتاه با کیفیت بالا (مانند پست‌های وبلاگ) و... طراحی شده است. ChatGPT از مدل زبان GPT-3 ساخته شده است و موارد استفاده منحصربه‌فردی علاوه‌بر موارد ذکر شده دارد. مثلاً این ابزار در توضیح موضوعات و مفاهیم پیچیده، تولید کدهای جدید یا خطایابی کدهای برنامه‌نویسی کاربرد دارد. با این حال، منتقدان اشاره کرده‌اند که به‌عنوان یک مدل زبان بزرگ، خیلی نوآورانه و انقلابی نیست زیرا سیستم‌های مشابهی در گذشته توسعه یافته‌اند [٤].

در این مقاله، کاربردهای مختلف ChatGPT در زمینه‌های مختلف، کاربردهای بالقوه آن در تحقیقات دانشگاهی، محدودیت‌ها و چالش‌های این ابزار، ملاحظات اخلاقی پیرامون این فناوری را بررسی خواهیم کرد.

کاربرد درحوزه‌های مختلف

قابلیت‌های پیشرفته پردازش زبان طبیعی و تطبیق‌پذیری ChatGPT آن را در بسیاری از زمینه‌ها مفید ساخته است. این بخش طیف متنوعی از کاربردهای بالقوه ChatGPT را بررسی می‌کند و بر پتانسیل آن برای متحول کردن صنایع، بهبود ارتباطات و ارتقای نوآوری تأکید می‌کند. البته لازم به تأکید است که تعدادی از کاربردهایی که در ادامه ذکر خواهد شد، هنوز کیفیت مطلوب و قابل‌مقایسه با انسان را ندارند. هر چند پیش‌بینی می‌شود این ابزارها در نسخه‌های بعدی بهبود قابل‌توجهی پیدا کنند.

نوشتن و تولید محتوا خلاقانه

ChatGPT را می‌توان در حوزه نوشتن خلاق و تولید محتوا برای تولید ایده‌های داستانی، تولید خودکار محتوا برای وبلاگ‌ها و پست‌های رسانه‌های اجتماعی، ویرایش و تصحیح محتوا، و ایجاد خلاصه مقالات و کتاب‌های خبری استفاده کرد. از قابلیت‌های پیشرفته پردازش زبان طبیعی آن نیز می‌توان برای کمک به رمان و فیلمنامه‌نویسی با ارائه پیشنهادهایی برای طرح و توسعه شخصیت، و کمک به ترانه‌سرایی با ارائه ایده‌هایی برای اشعار و ملودی استفاده کرد. نوشتن وبلاگ، مطالب شبکه‌های اجتماعی و متن‌های تبلیغاتی تنها چند نمونه از کاربردهای ChatGPT در

[1] large language model

فرآیند توسعه محتوا هستند. نویسندگان برای الهام گرفتن می‌توانند از ChatGPT برای ایجاد پیشنهادهای نوشتاری نوآورانه استفاده کنند [۵].

یادگیری و آموزش

در حوزه آموزش و یادگیری از ChatGPT می‌توان برای ایجاد منابع آموزشی فردی و برنامه‌های مطالعه براساس نیازها و علایق متمایز هر یادگیرنده، راهنمایی فراگیران در طول آموزش، تولید محتوای آموزشی جذاب، مانند آزمون‌ها، تمرین‌های تعاملی، ارائه‌های چندرسانه‌ای و کمک به معلمان در ارزیابی کار دانش‌آموز استفاده کرد. این ابزارها ممکن است برای ارائه برنامه‌های آموزشی فردی به دانش‌آموزان با تجزیه‌وتحلیل اطلاعات در مورد انتخاب‌ها، توانایی‌ها و زمینه‌های بهبود در کلاس استفاده شود. ChatGPT ممکن است به فراگیران کمک کند تا با تجزیه‌وتحلیل داده‌های مربوط به دستاوردهای قبلی و نحوه یادگیری، به طور مؤثرتری مطالب را یاد بگیرند [۶،۷].

پزشکی و سلامت

این انتظار می‌رود در نسخه‌های آتی ChatGPT در حوزه پزشکی و مراقبت‌های بهداشتی در موارد زیر کمک‌کننده باشد [۸،۹]:

(۱) کمک به تشخیص با تجزیه‌وتحلیل سوابق بیمار، وضعیت سلامت، و علائم برای تولید استراتژی‌های درمانی متناسب با اطلاعات منحصر به فرد هر بیمار،

(۲) ارائه راهنمایی پزشکی به بیماران به روشی ساده و قابل درک

(۳) تریاژ بیمار: ChatGPT می‌تواند برای توسعه ربات‌های گفتگوی مورد استفاده قرار گیرد که می‌تواند به تریاژ بیمار کمک کند و به ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی کمک کند تا فوریت وضعیت بیمار و مسیر اقدام مناسب را تعیین کنند.

(۴) آموزش پزشکی: از ChatGPT می‌توان برای توسعه سیستم‌هایی استفاده کرد که می‌توانند به آموزش پزشکی کمک کنند. با ارائه اطلاعات در مورد شرایط پزشکی و گزینه‌های درمانی، ChatGPT می‌تواند به آموزش ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی و بیماران کمک کند.

(۵) مشاوره سلامت روان: از ChatGPT می‌توان برای توسعه ربات‌های گفتگو استفاده کرد که می‌توانند مشاوره سلامت روان را به بیماران ارائه دهند. با تجزیه‌وتحلیل داده‌های بیمار و ارائه توصیه‌های شخصی، ChatGPT می‌تواند به بیماران در مدیریت شرایط سلامت روان کمک کند.

(۶) مشارکت و پایبندی بیمار: ChatGPT را می‌توان برای توسعه سیستم‌هایی استفاده کرد که می‌تواند به مشارکت بیمار و پایبندی به برنامه‌های درمانی کمک کند. با ارائه توصیه‌ها و یادآوری‌های شخصی، ChatGPT می‌تواند به بیماران کمک کند تا در مسیر درمان خود باقی بمانند.

(۷) تحقیق و توسعه بالینی: ChatGPT می‌تواند برای تجزیه‌وتحلیل مقادیر زیادی از داده‌های بالینی، شناسایی الگوها و روندهایی که می‌توانند برای توسعه استراتژی‌های درمانی و بیماری‌های جدید مورد استفاده قرار گیرند، استفاده شود.

مسائل حقوقی

ChatGPT می‌تواند به وکلا در تنظیم اسناد قانونی مانند توافق نامه‌ها، درخواست‌ها و قراردادها کمک کند و همچنین برای خلاصه و ترکیب متون حقوقی و احکام دادگاه استفاده کرد. ChatGPT می‌تواند نتایج درگیری‌های حقوقی را بر اساس اطلاعات قبلی و سوابق قضایی تجزیه‌وتحلیل و پیش‌بینی کند و پاسخ‌های سریع و دقیقی را به استعلام‌های حقوقی بر اساس قوانین قابل‌اجرا و رویه قضایی ارائه دهد. محققان در زمینه حقوقی می‌توانند از توانایی ChatGPT برای تجزیه‌وتحلیل حجم عظیمی از داده‌ها، مانند قوانین و سابقه قانونی بهره‌مند شوند. اگر قراردادی دارای هر گونه تناقض است که ممکن است منجر به مشکلات قانونی شود، ChatGPT می‌تواند به شما در یافتن آنها کمک کند. با استفاده از ChatGPT، می‌توانید یک ربات چت ایجاد کنید که مشاوره حقوقی ارائه می‌دهد و به نگرانی‌های حقوقی رایج مشتریان پاسخ می‌دهد [۱۰].

کدنویسی و عیب‌یابی برنامه

ChatGPT ممکن است گزیده‌ای از اهداف برنامه‌نویسان را برای ایجاد یک برنامه بگیرد سپس اطلاعات مربوط به زبان‌های برنامه‌نویسی، عملکرد و مشخصات را تجزیه‌وتحلیل می‌کند تا گزیده کدهایی را به برنامه‌نویسان ارائه دهد که ممکن است برای ساخت ویژگی یا عملکرد مورد نظر مورد استفاده قرار گیرند.

ChatGPT با تجزیه‌وتحلیل اطلاعات در مورد زبان مورد استفاده برای برنامه‌نویسی، برنامه‌های کامپیوتری و ساختارهای داده می‌تواند به بهینه‌سازی برنامه‌ها کمک کند. ChatGPT ابزاری

است که با تجزیه‌وتحلیل کدهای برنامه نویسان از نظر عملکرد و اشکالات احتمالی به برنامه نویسان در یافتن و رفع خطاهای برنامه‌نویسی با پیشنهاد تاکتیک‌ها و رویکردهایی برای عیب‌یابی کمک می‌کند [۱۱].

کاربرد در تحقیقات علمی

ChatGPT روش تعامل و تفسیر محققان با داده‌ها را تغییر می‌دهد، همکاری و ارتباطات را تقویت کرده، تولید و آزمایش فرضیه را تسهیل نموده و به اطلاع‌رسانی عمومی و آموزش علمی کمک می‌کند. ChatGPT ثابت کرده است که یک ابزار ارزشمند در تحقیقات علمی است، زیرا می‌تواند حجم زیادی از داده‌ها را به طور کارآمد پردازش و تجزیه‌وتحلیل کند، اطلاعات مرتبط را استخراج کند، خلاصه‌سازی کند و اطلاعات را از مجموعه داده‌های پیچیده ترکیب کند، الگوها و روندها را به‌طور خودکار شناسایی کرده، و مدل‌های پیش‌بینی را توسعه دهد.

در تولید و آزمایش فرضیه، ChatGPT می‌تواند جهت‌های پژوهشی بالقوه را پیشنهاد نماید، شکاف‌ها و ناسازگاری‌ها را در دانش فعلی شناسایی کرده، ایده‌ها و مفاهیم جدید را از طریق حل خلاقانه مسئله ایجاد کند، و با پیشنهاد طرح‌ها و روش‌های تجربی مناسب به آزمون و اعتبارسنجی فرضیه کمک نماید. شناسایی عوامل مخدوش‌کننده بالقوه و منابع سوگیری، توصیه آزمون‌های آماری و رویکردهای تحلیلی برای تفسیر داده‌ها، و ایجاد توضیحات یا پیش‌بینی‌های جایگزین که می‌توانند در برابر فرضیه اصلی آزمایش شوند.

همکاری و ارتباطات مؤثر مؤلفه‌های ضروری تلاش‌های علمی موفق هستند. ChatGPT می‌تواند همکاری بین محققان را با اتصال آنها با کارشناسان و منابع مربوطه تسهیل کند، ارتباط بین محققان و غیرمتخصصان را از طریق پردازش زبان طبیعی افزایش دهد، به توسعه پیشنهادهای کمک مالی، مقالات تحقیقاتی و ارائه کنفرانس‌ها کمک کند، و ترجمه بلادرنگ انجام دهد. تولید محتوای چندزبانه ChatGPT همچنین به انتشار دانش علمی به عموم مردم و بهبود آموزش علم کمک کرده است. این می‌تواند مفاهیم علمی پیچیده را برای افراد غیرمتخصص ساده کند، مواد آموزشی جذاب و قابل‌دسترس تولید کند، مشارکت عمومی را با بحث‌ها و اکتشافات علمی تسهیل کند، و تجربیات یادگیری و تدریس خصوصی را ارائه دهد.

به طور کلی، برنامه‌های ChatGPT در پردازش و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تولید و آزمایش فرضیه‌ها، افزایش همکاری و ارتباطات، و اطلاع‌رسانی عمومی و آموزش علوم پتانسیل بهبود قابل‌توجهی کارایی و اثربخشی تحقیقات علمی را دارند و علم را در دسترس‌تر، جذاب‌تر و فراگیرتر می‌کنند. همانطور که فناوری هوش مصنوعی به پیشرفت خود ادامه می‌دهد، می‌توانیم انتظار ابزارهای پیچیده‌تر و قدرتمندتری را داشته باشیم که حوزه تحقیقات علمی را متحول کنند.

الف) پردازش و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

یکی از مهمترین جنبه‌های تحقیقات علمی، توانایی پردازش و تجزیه‌وتحلیل حجم زیادی از داده‌ها است. ChatGPT تأثیر قابل‌توجهی در تغییر نحوه تعامل و تفسیر محققان با داده‌ها، بهبود کارایی و کشف بینش‌های پنهان نشان داده است. این بخش به بررسی کاربردهای مختلف ChatGPT در پردازش و تجزیه‌وتحلیل داده می‌پردازد و پتانسیل آن را برای متحول کردن این حوزه برجسته می‌کند [۱۳،۱۲].

(۱) پردازش زبان طبیعی برای استخراج داده‌ها از متون علمی

یکی از کاربردهای اصلی ChatGPT در پردازش داده، استخراج اطلاعات مرتبط از ادبیات علمی است. با استفاده از تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی، ChatGPT می‌تواند به یافته‌ها و نتیجه‌گیری‌های کلیدی را از مقالات تحقیقاتی شناسایی و استخراج کند. این قابلیت محققین را قادر می‌سازد تا به سرعت اطلاعات را از منابع متعدد جمع‌آوری و ترکیب کنند، زمان صرف شده برای بررسی متون علمی را کاهش داده و کارایی فرآیند تحقیق را افزایش می‌دهد.

(۲) خلاصه‌سازی و ترکیب مجموعه داده‌های پیچیده

ChatGPT همچنین می‌تواند به محققان کمک کند تا با تولید خلاصه‌های مختصر و ترکیب اطلاعات از منابع داده‌های متعدد، مجموعه‌های داده پیچیده را درک کنند. با شناسایی الگوها، روندها و روابط درون داده‌ها، ChatGPT می‌تواند درک واضح و جامعی از نتایج خود را در اختیار محققان قرار دهد. این توانایی برای خلاصه‌سازی سریع و دقیق مستندات علمی پیچیده، باعث صرفه‌جویی فراوان در وقت محققان می‌شود.

(۳) شناسایی خودکار الگوها و روندها در داده‌ها

یکی از قدرتمندترین ویژگی‌های ChatGPT توانایی آن در شناسایی الگوها و روندها در مجموعه داده‌های بزرگ است. ChatGPT با استفاده از قابلیت‌های یادگیری ماشینی خود می‌تواند به طور خودکار همبستگی‌ها، ناهنجاری‌ها و دیگر روابط مهم را در داده‌ها شناسایی کند و بینش‌های ارزشمندی را در اختیار محققان قرار دهد که ممکن است بلافاصله از طریق تجزیه‌وتحلیل دستی، آشکار نشوند. این تشخیص خودکار الگو می‌تواند به محققان کمک کند تا ارتباطات جدید را کشف کنند، فرضیه‌های جدید ایجاد کنند و نوآوری علمی را هدایت کنند.

(٤) مدل‌سازی و پیش‌بینی

یکی دیگر از کاربردهای ChatGPT در پردازش و تحلیل داده‌ها، مدل‌سازی و پیش‌بینی است. با تجزیه‌وتحلیل داده‌های تاریخی و شناسایی الگوهای اساسی، ChatGPT می‌تواند پیش‌بینی‌هایی در مورد روندها و رویدادهای آینده ایجاد کند. این قابلیت پیش‌بینی می‌تواند در رشته‌های علمی مختلف، از جمله علوم آب‌وهوا، اپیدمیولوژی، و اقتصاد ارزشمند باشد، جایی که پیش‌بینی دقیق می‌تواند به تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد کمک کند.

ب) تولید و آزمون فرضیه

ChatGPT، با توانایی خود در تجزیه‌وتحلیل حجم زیادی از اطلاعات و ایجاد ارتباط بین ایده‌های به‌ظاهر متفاوت، پتانسیل قابل‌توجهی را در تسهیل تولید و آزمایش فرضیه نشان داده است. این بخش به بررسی این موضوع می‌پردازد که چگونه ChatGPT به محققان در ایجاد سؤالات و فرضیه‌های تحقیق جدید، و همچنین در پالایش و اعتبارسنجی ایده‌های آنها کمک می‌کند [١٤].

(١) پیشنهاد جهت‌های پژوهشی بالقوه بر اساس متون علمی موجود

ChatGPT می‌تواند حجم گسترده‌ای از متون علمی را برای شناسایی روندها، الگوها و مضامین تکرارشونده تجزیه‌وتحلیل کند و جهت‌های تحقیقاتی بالقوه را برای دانشمندان پیشنهاد کند. ChatGPT با پردازش مقادیر زیادی از اطلاعات کارآمدتر از محققان انسانی، می‌تواند به کشف ارتباطات پنهان و ایجاد ایده‌های جدیدی کمک کند که در غیر این صورت ممکن است نادیده گرفته شوند.

(٢) شناسایی شکاف‌ها و ناسازگاری‌ها در دانش فعلی

ChatGPT علاوه‌بر پیشنهاد جهت‌های تحقیقاتی جدید، می‌تواند شکاف‌ها و ناسازگاری‌های موجود در دانش فعلی را با مقایسه و تضاد یافته‌های مطالعات مختلف شناسایی کند. ChatGPT با مشخص کردن زمینه‌های عدم قطعیت یا تناقض، می‌تواند محققان را به سمت سؤالاتی که نیاز به بررسی بیشتر دارند راهنمایی کند و پیشرفت دانش علمی را تقویت کند.

(٣) ایجاد ایده‌ها و مفاهیم جدید از طریق حل خلاقانه مسائل

فراتر از تجزیه‌وتحلیل صرف متون علمی موجود، ChatGPT ظرفیت حل خلاقانه مسئله، ایجاد ایده‌ها و مفاهیم بدیع را دارد که می‌تواند منجر به فرضیه‌های پیشگامانه شود. ChatGPT با استفاده از پایگاه دانش گسترده و توانایی‌های تشخیص الگوی خود، می‌تواند راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را برای مشکلات پیچیده علمی پیشنهاد کند و محققان را ترغیب کند که خارج از چارچوب فکر کنند و خرد متعارف را به چالش بکشند.

هنگامی‌که یک فرضیه ایجاد شد، محققان باید به شدت ایده‌های خود را از طریق آزمایش و تجزیه‌وتحلیل آزمایش و اعتبارسنجی کنند. ChatGPT می‌تواند در این فرآیند با موارد زیر کمک کند:

- پیشنهاد طرح‌ها و روش‌های تجربی مناسب
- شناسایی عوامل مخدوش‌کننده بالقوه و منابع سوگیری که ممکن است بر نتایج تجربی تأثیر بگذارد
- پیشنهاد آزمون‌های آماری و رویکردهای تحلیلی برای تفسیر داده‌ها
- ایجاد توضیحات یا پیش‌بینی‌های جایگزین که می‌توانند در برابر فرضیه اصلی آزمایش شوند

ChatGPT با حمایت از محققان در فرآیند آزمون فرضیه و اعتبارسنجی، می‌تواند به اطمینان از استحکام و قابلیت اطمینان یافته‌های علمی کمک کند.

ج) تقویت همکاری و ارتباطات

همکاری و ارتباطات مؤثر، مؤلفه‌های ضروری تلاش‌های علمی موفق هستند. ChatGPT، با قابلیت‌های پردازش زبان طبیعی خود، در ساده‌سازی تبادل ایده‌ها و اطلاعات در جامعه علمی و همچنین بین محققان و عموم مردم نویدبخش است. این بخش به بررسی نقش ChatGPT در افزایش همکاری و ارتباطات در جنبه‌های مختلف تحقیقات علمی می‌پردازد [١٥].

(۱) افزایش ارتباطات بین محققان و عموم مردم از طریق پردازش زبان طبیعی

یکی از چالش‌های کلیدی در تحقیقات علمی، انتقال مؤثر ایده‌ها و یافته‌های پیچیده به افراد غیرمتخصص است. توانایی ChatGPT برای ساده‌سازی مفاهیم علمی و ایجاد توضیحات در دسترس می‌تواند به پر کردن شکاف ارتباطی بین محققان و عموم مردم و همچنین سیاست‌گذاران، شرکای صنعتی و سایر ذینفعان کمک کند. این ارتباطات تقویت‌شده برای ایجاد اعتماد عمومی به علم، اطلاع‌رسانی درباره تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد، و تقویت همکاری بین دانشگاه و سایر بخش‌ها ضروری است.

(۲) کمک به توسعه پیشنهادهای کمک هزینه، مقالات تحقیقاتی و ارائه کنفرانس

محققان اغلب زمان قابل‌توجهی را صرف تهیه پیشنهادات کمک هزینه، نوشتن مقالات تحقیقاتی و ایجاد ارائه کنفرانس می‌کنند. ChatGPT می‌تواند به این کارها کمک کند:

- ایجاد طرح کلی یا پیش‌نویس اسناد بر اساس ورودی ارائه شده یا الزامات خاص
- پیشنهاد بهبود در زبان، ساختار و وضوح محتوای نوشتاری
- ایجاد نمایش‌های بصری از داده‌ها، مانند نمودارها، برای بهبود ارائه یافته‌های تحقیق
- ترجمه بلادرنگ و ارتباطات چندزبانه

ماهیت جهانی تحقیقات علمی، ارتباط موثر در میان موانع زبانی را ضروری می‌کند. توانایی ChatGPT برای انجام ترجمه بلادرنگ و تولید محتوای چندزبانه می‌تواند به محققان کمک کند تا راحت‌تر با همکاران و مخاطبان بین‌المللی همکاری کرده و اطلاعات را به اشتراک بگذارند. با غلبه بر موانع زبان، ChatGPT می‌تواند به رشد جامعه علمی جهانی فراگیرتر و مرتبط‌تر کمک کند.

برنامه‌های ChatGPT در تقویت همکاری و ارتباطات این پتانسیل را دارد که روش تعامل و اشتراک‌گذاری اطلاعات توسط محققان را هم در جامعه علمی و هم با عموم مردم تغییر دهد. ChatGPT با استفاده از قدرت هوش مصنوعی برای ساده‌سازی فرآیندهای ارتباطی و تسهیل همکاری، می‌تواند نقش مهمی در پیشبرد پیشرفت علمی و نوآوری داشته باشد.

ملاحظات اخلاقی

در این بخش به ملاحظات اخلاقی پیرامون استفاده از ChatGPT پرداخته می‌شود.

(۱) حریم خصوصی و امنیت داده‌ها: با افزایش استفاده از هوش مصنوعی در پردازش و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، نگرانی‌ها در مورد حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها بیشتر می‌شود. تضمین حفاظت از اطلاعات حساس مانند سوابق پزشکی، داده‌های مالی و پیام‌های خصوصی و استفاده اخلاقی از داده‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است [٦].

(۲) مالکیت فکری و تألیف: از آنجایی که مدل‌های هوش مصنوعی مانند ChatGPT به تولید ایده‌های تحقیقاتی، فرضیه‌ها و حتی محتوای نوشتاری کمک می‌کنند، سؤالاتی در مورد حقوق مالکیت معنوی و انتساب تألیف مطرح می‌شود که بیان جزئیات آن خارج از قلمرو این نوشته است.

(۳) سوءاستفاده غیرقانونی: ChatGPT می‌تواند برای اهداف مخرب مانند انتشار اطلاعات نادرست، تولید اخبار جعلی و جعل هویت افراد مورد استفاده قرار گیرد. پرداختن به این خطرات و اطمینان از استفاده مسئولانه و اخلاقی از ChatGPT بسیار مهم است. از مدل‌های پیچیده زبان مانند ChatGPT می‌توان برای ایجاد هرزنامه، اخبار جعلی، محتوای عمیق جعلی یا درگیر شدن در آزار و اذیت سایبری سوءاستفاده کرد. ایجاد حفاظت‌هایی مانند فیلتر کردن محتوا، تأیید کاربر و نظارت می‌تواند به کاهش خطر استفاده مخرب کمک کند. علاوه‌بر این، پرورش یک جامعه قوی از توسعه‌دهندگان، محققان و کاربران متعهد به استقرار اخلاقی هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از سوءاستفاده داشته باشد [٧].

(٤) شفافیت و توضیح‌پذیری: ChatGPT یک مدل پیچیده و مبهم است که درک و توضیح آن دشوار است. به این‌ترتیب، مهم است که اطمینان حاصل شود که مدل شفاف و قابل‌توضیح است، به‌ویژه در زمینه‌هایی که تصمیمات آن می‌تواند تأثیرات قابل‌توجهی بر افراد و جامعه به‌عنوان یک کل داشته باشد.

(٥) اطلاعات نادرست: ChatGPT می‌تواند اطلاعات نادرست یا گمراه‌کننده ایجاد کند که می‌تواند پیامدهای منفی در زمینه‌هایی مانند آموزش، بهداشت عمومی و... داشته باشد [١٦].

جدول ۱: نظرات ناشران بین‌المللی پیرامون ChatGPT

ناشر	خط مشی تألیف به روز شده	نقطه نظر	منابع
Springer-Nature (2023)	LLMها، مانند ChatGPT، معیارهای نویسندگی را برآورده نمی‌کنند. با این حال، اگر محققین از این ابزارها استفاده می‌کنند، باید استفاده از آنها را در بخش مناسب مقاله، مانند بخش روش ذکر کنند.	ChatGPT نمی‌تواند یک نویسنده یا نویسنده کمکی باشد.	[20]
& Taylor Francis (2023)	نویسندگان باید پاسخگوی کار تحقیقاتی خود بر اساس توافق‌نامه انتشار باشند. از آنجایی‌که ابزارهای هوش مصنوعی قادر به پذیرش این مسئولیت نیستند، بنابراین ابزارهای هوش مصنوعی نمی‌توانند در یک مقاله دانشگاهی نویسنده یا کمک نویسنده باشند. با این حال، اگر یک محقق از این ابزارها استفاده کرد، باید کاربرد آنها را در قسمت مربوطه ذکر کند.	ChatGPT نمی‌تواند یک نویسنده یا نویسنده کمکی باشد.	[21]
Elsevier (2023)	از ابزارهای هوش مصنوعی و فناوری‌های آن می‌توان برای بهبود کیفیت و خوانایی متن استفاده کرد اما جایگزین محققان نمی‌شوند. بنابراین، محققان اجازه ندارند هوش مصنوعی و فناوری‌های آن را به‌عنوان نویسنده یا کمک نویسنده فهرست کنند.	ChatGPT نمی‌تواند یک نویسنده یا نویسنده کمکی باشد.	[22]
Science (2023)	متن تولید شده از هوش مصنوعی، یادگیری ماشین یا ابزارهای الگوریتمی مشابه را نمی‌توان در مقالات منتشر شده در مجلات Science استفاده کرد، همچنین تصاویر، تصاویر یا گرافیک‌های مورد استفاده در مقالات نمی‌توانند محصول این ابزارها باشند مگر با اجازه صریح ویراستاران.	یک برنامه هوش مصنوعی نمی‌تواند نویسنده مقاله مجله علمی باشد.	[23]

(٦) خودمختاری: از ChatGPT می‌توان برای تأثیرگذاری بر رفتار و تصمیم‌گیری انسان استفاده کرد، که نگرانی‌هایی را در مورد استقلال و عاملیت فردی ایجاد می‌کند.

(۷) تعاملات شبیه انسان: ChatGPT می‌تواند متنی را تولید کند که از متن تولید شده توسط انسان قابل‌تشخیص نیست، که این سؤال را در مورد اینکه آیا کاربران از تعامل با یک ماشین آگاه هستند و اینکه آیا این فریب اخلاقی است، ایجاد می‌کند.

(۸) مسئولیت و پاسخگویی: با قدرتمندتر و گسترده‌تر شدن ChatGPT، تشخیص اینکه چه کسی مسئول اقدامات و تصمیمات اتخاذشده توسط مدل است، مهم است. این شامل مسائلی از قبیل اینکه چه کسی داده‌های مورد استفاده برای آموزش ChatGPT را در اختیار دارد، چه کسی مسئول خروجی تولیدشده توسط مدل است و چه کسی مسئول هرگونه پیامدهای منفی استفاده از ChatGPT است [۱۷].

(۹) تعصب و سوگیری: مدل‌های زبان هوش مصنوعی، از جمله ChatGPT، بر روی مجموعه داده‌های بزرگی آموزش داده می‌شوند که ممکن است حاوی تعصبات، کلیشه‌ها و زبان تعصب‌آمیز باشند. در نتیجه، مدل ممکن است ناخواسته این سوگیری‌ها را بیاموزد و پاسخ‌هایی تولید کند که توهین‌آمیز باشد. پرداختن به این موضوع مستلزم پالایش داده‌های آموزشی، بهبود معماری مدل و اعمال دستورالعمل‌هایی برای تضمین عدالت و خروجی‌های بیطرفانه است [۱۸].

مقابله با این نگرانی‌های اخلاقی نیازمند رویکردی فعال از سوی توسعه‌دهندگان، محققان و جامعه گسترده‌تر هوش مصنوعی است. با همکاری برای شناسایی، درک و رسیدگی به مسائل بالقوه، می‌توانیم اطمینان حاصل کنیم که مدل‌های زبان هوش مصنوعی مانند ChatGPT با مسئولیت‌پذیری توسعه یافته و مورد استفاده قرار می‌گیرند و مزایای آن‌ها را به حداکثر می‌رسانند و در عین حال آسیب‌های احتمالی را به حداقل می‌رسانند.

آیا ChatGPT می‌تواند یک نویسنده یا یک نویسنده مشترک باشد؟

استفاده از ChatGPT، در تحقیقات دانشگاهی و انتشار، بحث‌هایی را در مورد تأثیر و استفاده مناسب از آنها برانگیخته است. برخی از نویسندگان ChatGPT را به‌عنوان یکی از نویسندگان همکار خود درنظر گرفته‌اند که منجر به تجدیدنظر ناشران در سیاست‌های تألیف خود شده است. برخی از ناشران اجازه ذکر استفاده از ChatGPT را در بخش روش‌شناسی یا قدردانی می‌دهند، اما نمی‌توان آنها را به عنوان نویسنده فهرست کرد. برخی دیگر بیان می‌کنند که ChatGPT فقط می‌توانند زبان نوشتاری و درک مطلب را بهبود بخشند، نه تفسیر داده‌ها یا یافته‌های علمی. نویسندگان انسانی در فرآیند تحقیقات دانشگاهی محور باقی می‌مانند و ممکن است سیاست‌ها و دستورالعمل‌های جدیدی معرفی شوند [۱۹]. جدول ۱ نظرات ناشران بین‌المللی پیرامون ChatGPT را ارائه می‌دهد.

نتیجه‌گیری

ChatGPT یک ابزار قدرتمند هوش مصنوعی است که کاربردهای گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف از جمله تحقیقات علمی دارد. با این حال، این ابزار محدودیت‌هایی دارد که استفاده کنترل‌نشده از آن می‌تواند باعث مشکلاتی برای کاربران این ابزار به‌ویژه پژوهشگران شود. به‌عنوان مثال، ChatGPT ممکن است قادر به تشخیص اطلاعات نادرست یا ساختگی نباشد و همچنین در استنتاج دقیق مطالب از متون ارائه شدن به ابزار محدودیت داشته باشد. برای رفع این محدودیت‌ها، محققان حوزه پردازش زبان طبیعی در حال تلاش برای بهبود دقت و قابلیت اطمینان این ابزار هستند. در کنار این محدودیت‌های فنی، در استفاده از ChatGPT و دیگر ابزارهای هوش مصنوعی باید به ملاحظات اخلاقی نیز توجه کرد. این ملاحظات شامل حفاظت از حریم خصوصی و امنیت داده‌ها، احترام به مالکیت فکری و تألیف، و رعایت قواعد مطرح شده توسط مجلات علمی، ... است که در این مقاله مورد بحث قرار گرفت. در مجموع، استفاده از ChatGPT و دیگر ابزارهای هوش مصنوعی برای تحقیقات علمی پیشرفت‌های عظیمی را به همراه دارد، اما باید به محدودیت‌ها و ملاحظات اخلاقی آن توجه کرد. اخلاق گوهر وجودی انسان است که می‌باید در کودکی آموزش داده شود تا این پیکره بزرگ آدمیت در ذات انسان رسوخ نماید در این صورت انسان هر تکنولوژی را به‌آسانی سوار می‌شود و از آن بهره‌مند می‌گردد.

تقدیر و تشکر

از کلاس درس روش و منطق تحقیق سپاسگزاری می‌نماییم که این موضوع در این کلاس مورد توجه خاص قرار گرفت.

منابع و مؤاخذ

[1]. H.-W. Cheng, "Challenges and Limitations of ChatGPT and Artificial Intelligence for Scientific Research: A Perspective from Organic Materials," AI, vol. 4, no. 2, pp. 401–405, May 2023, doi: 10.3390/ai4020021.
[2]. A. Tlili et al., "What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education," Smart Learn. Environ., vol. 10, no. 1, pp. 1–24, Dec. 2023, doi: 10.1186/S40561-023-00237-X/FIGURES/13.
[3]. R. D. Taylor, "Quantum Artificial Intelligence: A 'precautionary' U.S. approach?," Telecomm. Policy, vol. 44, no. 6, p. 101909, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.TELPOL.2020.101909.
[4]. "What is ChatGPT? | OpenAI Help Center." https://help.openai.com/en/articles/6783457-what-is-chatgpt (accessed Jun. 24, 2023).
[5]. M. Wölfel and V. Taecharungroj, "'What Can ChatGPT Do?' Analyzing Early Reactions to the Innovative AI Chatbot on Twitter," Big Data Cogn. Comput. 2023, Vol. 7, Page 35, vol. 7, no. 1, p. 35, Feb. 2023, doi: 10.3390/BDCC7010035.
[6]. E. Kasneci et al., "ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education," Learn. Individ. Differ., vol. 103, no. March, p. 102274, 2023, doi: 10.1016/j.lindif.2023.102274.
[7]. Y. K. Dwivedi et al., "'So what if ChatGPT wrote it?' Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy," Int. J. Inf. Manage., vol. 71, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642.
[8]. R. Vaishya, A. Misra, and A. Vaish, "ChatGPT: Is this version good for healthcare and research?," Diabetes Metab. Syndr. Clin. Res. Rev., vol. 17, no. 4, p. 102744, Apr. 2023, doi: 10.1016/J.DSX.2023.102744.
[9]. R. A. Khan, M. Jawaid, A. R. Khan, and M. Sajjad, "ChatGPT - Reshaping medical education and clinical management," Pakistan J. Med. Sci., vol. 39, no. 2, p. 605, Mar. 2023, doi: 10.12669/PJMS.39.2.7653.
[10]. P. Gandhi, V. T.-I. J. M. Sci, and undefined 2023, "Artificial intelligence and ChatGPT in the

legal context," ijmsweb.com, vol. 75, doi: 10.25259/IJMS_34_2023.
[11]. N. Surameery, M. S.-I. J. of, and undefined 2023, "Use chat gpt to solve programming bugs," journal.hmjournals.com, vol. 03, no. 01, pp. 2455–5290, 2022, doi: 10.55529/ijitc.31.17.22.
[12]. S. S. Biswas, "Potential Use of Chat GPT in Global Warming," Ann. Biomed. Eng., vol. 51, no. 6, Jun. 2023, doi: 10.1007/S10439-023-03171-8.
[13]. M.-A. Sicilia, N. Bessis, M. Trovati, H. Hassani, and E. S. Silva, "The Role of ChatGPT in Data Science: How AI-Assisted Conversational Interfaces Are Revolutionizing the Field," Big Data Cogn. Comput. 2023, Vol. 7, Page 62, vol. 7, no. 2, p. 62, Mar. 2023, doi: 10.3390/BDCC7020062.
[14]. Y. J. Park et al., "Can ChatGPT be used to generate scientific hypotheses?," Mar. 2023, Accessed: Jun. 24, 2023. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2304.12208v1
[15]. J. Huang and M. Tan, "The role of ChatGPT in scientific communication: writing better scientific review articles," Am. J. Cancer Res., vol. 13, no. 4, p. 1148, 2023, Accessed: Jun. 24, 2023. [Online]. Available: /pmc/articles/PMC10164801/
[16]. M. Liebrenz, R. Schleifer, A. Buadze, D. Bhugra, and A. Smith, "Generating scholarly content with ChatGPT: ethical challenges for medical publishing," Lancet Digit. Heal., vol. 5, no. 3, pp. e105–e106, Mar. 2023, doi: 10.1016/S2589-7500(23)00019-5.
[17]. C. Stokel-Walker and R. Van Noorden, "What ChatGPT and generative AI mean for science," Nature, vol. 614, no. 7947, pp. 214–216, Feb. 2023, doi: 10.1038/D41586-023-00340-6.
[18]. E. A. M. van Dis, J. Bollen, W. Zuidema, R. van Rooij, and C. L. Bockting, "ChatGPT: five priorities for research," Nat. 2023 6147947, vol. 614, no. 7947, pp. 224–226, Feb. 2023, doi: 10.1038/d41586-023-00288-7.
[19]. C. Stokel-Walker, "ChatGPT listed as author on research papers: many scientists disapprove," Nature, vol. 613, no. 7945, pp. 620–621, Jan. 2023, doi: 10.1038/D41586-023-00107-Z.
[20]. "Tools such as ChatGPT threaten transparent science; here are our ground rules for their use," Nature, vol. 613, no. 7945, p. 612, Jan. 2023, doi: 10.1038/D41586-023-00191-1.
[21]. "Taylor & Francis Clarifies the Responsible use of AI Tools in Academic Content Creation - Taylor & Francis Newsroom." https://newsroom.taylorandfrancisgroup.com/taylor-francis-clarifies-the-responsible-use-of-ai-tools-in-academic-content-creation/# (accessed Jun. 24, 2023).
[22]. "The use of AI and AI-assisted writing technologies in scientific writing." https://www.elsevier.com/about/policies/publishing-ethics/the-use-of-ai-and-ai-assisted-writing-technologies-in-scientific-writing (accessed Jun. 24, 2023).
[23]. H. H. Thorp, "ChatGPT is fun, but not an author," Science (80-.)., vol. 379, no. 6630, p. 313, Jan. 2023, doi: 10.1126/SCIENCE.ADG7879.

تحلیل کارآیی بخش ثبت اختراع نظام مالکیت فکری ایران با رویکرد تطبیقی

محمدمهدی اخلاقی*[۱،۲]، محمود صادقی**[۳]

چکیده

وجود و قوت نظام مالکیت فکری موجب افزایش نوآوری و درنتیجه رشد و پیشرفت اقتصادی کشورها می‌شود. در همین خصوص کارایی نظام ثبت اختراعات در کشور اهمیت پیدا می‌کند. یکی از دلایل عدم پیشرفت و توسعه کشور در زمینه توسعه فناوری مشکلات نهادی حوزه‌های مرتبط است. با وجود گذشت نزدیک به یک قرن از اولین قوانین مربوط به مالکیت فکری در کشور، همچنان نظام مالکیت فکری با مشکلات مختلفی روبروست. در این مطالعه به بررسی کارایی بخش ثبت اختراعات نظام مالکیت فکری با رویکرد تطبیقی و مقایسه با دو کشور هند و ویتنام پرداخته شده است. ایران، هند و ویتنام سه کشور برتر از منظر شاخص‌های نوآوری در میان کشورهای با درآمد متوسط به پایین در گزارش‌های سالانه شاخص جهانی نوآوری سازمان جهانی مالکیت معنوی هستند. طبق بررسی به‌عمل‌آمده علی‌رغم تعداد زیاد اختراعات ثبت شده در کشور، گواهی‌های ثبت اختراع از کیفیت قابل‌قبولی برخوردار نیستند. با بررسی به‌عمل‌آمده مشخص شد که قوانین مکمل در راستای حمایت از مخترعین و هزینه‌های پایین ثبت اختراع در ایران منجر به افزایش تقاضای ثبت اختراع در ایران شده است. از طرف دیگر وجود ضعف در سازوکار ارزیابی اختراعات منجر به کیفیت پایین ثبت اختراعات در ایران است. در همین خصوص تقویت نظام ثبت اختراعات با افزودن نظام اشیا مفید، باز تنظیم هزینه‌های ثبت اختراع و تدوین نظام ارزیابی چندمرحله‌ای و سازوکار ارزیابی مناسب به‌عنوان راه‌حل‌های پیشنهادی مطرح شد.

واژگان کلیدی: اشیا مفید، نظام ارزیابی اختراع، ثبت اختراع، حقوق نوآوری، مالکیت فکری

۱

* عهده‌دار مکاتبات: پژوهشگر، تلفن: ۰۹۱۰۴۵۶۹۳۹۵، نشانی الکترونیکی: m_akhlaghi@modares.ac.ir
** عهده‌دار مکاتبات: دانشیار، تلفن: ۰۲۱۸۲۸۸۴۲۹۲، نشانی الکترونیکی: sadegh_m@modares.ac.ir
[۱] پژوهشگاه نیرو، تهران، ایران
[۲] گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۳] گروه حقوق مالکیت فکری، دانشکده حقوق، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

20.1001.1.2008935.1402.13.2.9.8

مقدمه

اهمیت نوآوری و توسعه فناوری در پیشرفت کشورها بر کسی پوشیده نیست، به دلیل این اهمیت مطالعات زیادی پیرامون سیاستگذاری صحیح و ارتقای ابزارهای سیاستی در راستای افزایش سطح نوآوری و توسعه فناوری صورت گرفته است. نظام مالکیت فکری و ثبت اختراعات موجب رشد نوآوری و توسعه فناوری در کشورهای پیشرو بوده و تقویت نظام مالکیت فکری و افزایش ارتباطات بین‌المللی به طرق مختلف زمینه‌ساز توسعه و انتقال دانش در نظام‌های نوآوری می‌شود [۱].

اولین قانون مالکیت فکری ایران در سال ۱۳۰٤ تحت‌عنوان قانون ثبت علائم تجارتی ایران تصویب شده است[۲]. در سال ۱۳۱۰ با بازنگری آن قانون ثبت علائم و اختراعات به‌تصویب رسید [۳]. پس از آن در سال ۱۳۸٦ قانون جدید ثبت اختراع، علامت تجاری و طرح‌های صنعتی توسط مجلس شورای اسلامی تصویب و اجرایی شد [٤،٥].

با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات مختلفی حول اهمیت و تأثیر نظام مالکیت فکری بر رشد اقتصادی و توسعه و انتقال دانش صورت‌گرفته است [٦،٧]. همچنین مطالعات زیادی به جنبه‌های حقوقی ماجرا پرداخته‌اند[۸]، در مطالعات صورت‌گرفته بر این نکته تأکید شده است که تقویت نظام مالکیت فکری موجب افزایش سرمایه‌گذاری خارجی[۹]، رشد نوآوری[۱۰]، رشد اقتصادی و صنعتی کشورها می‌شود[۱۱] و با بررسی تأثیر نظام مالکیت فکری بر نوآوری در کشورهای درحال توسعه[۱۲] و تأثیر این نظام بر مهاجرت نخبگان [۱۳،۱٤] به بحث نظام مالکیت فکری مناسب برای کشورهای در حال توسعه[۱۵] پرداخته‌اند. با توجه به اهمیت مسئله در مطالعات همچنین به بحث ارزیابی نظام مالکیت فکری ایران[۱٦] و راهکارهای حقوقی بهبود آن[۱۷] پرداخته‌اند. علاوه‌بر این در مطالعات راهکارهای سیاستی تقویت نظام مالکیت فکری[۱۸] نیز پیشنهاد شده است. از جنبه دیگر روابط نهادی در گواهی‌های ثبت اختراع ایران نیز تحلیل شده است [۱۹]. همچنین در مطالعات به بررسی روش‌های ارزیابی ماهوی اختراع[۲۰] اعم از نوآوری، گام ابتکاری [۲۱،۲۲] و کاربرد صنعتی[۲۳] در ارزیابی درخواست اختراع پرداخته شده است.

نحوه اجرای قوانین مالکیت فکری در کشور نیز در قوت و ضعف قانون مؤثر است. از آنجایی که یکی از ابزارهای مهم تحلیلی که مورد استفاده سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران کشورهای مختلف قرار می‌گیرد، ابزار تحلیل گواهی‌های ثبت اختراع است؛ بینش‌های حاصل از این ابزار تحلیلی موجب ایجاد درک سطح نوآوری و سطح زیرساخت دانشی موجود در کشور می‌شود و بر مبنای همین درک، سیاست‌های آتی پیشنهاد و اجرایی می‌شوند. بنابراین تقویت اجرای قانون زمینه‌ساز تولید اطلاعات باکیفیت‌تر و در نتیجه تقویت نظام تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری کشور خواهد شد. همچنین تقویت اجرای قوانین مرتبط با ثبت اختراع موجب استفاده بیشتر اختراعات ثبت شده در صنعت، اثرگذاری بیشتر اختراعات در رشد کشور و جلوگیری از شکل‌گیری عارضه احتکار اختراع[۲٤] خواهد شد. اهمیت موارد فوق بر بررسی کارایی نظام ثبت اختراعات تأکید می‌کند و همچنین با در نظر داشتن این نکته که تاکنون مطالعه‌ای به این امر نپرداخته است، این مطالعه به بررسی این موضوع می‌پردازد.

بررسی کارایی نظام ثبت اختراع ایران

در این بخش به بررسی وضعیت ثبت اختراعات ایران و کارایی بخش ثبت اختراع قانون مصوب سال ۱۳۸٦ پرداخته خواهد شد. در آخرین گزارش منتشر شده توسط این نهاد بین‌المللی، کشور ایران پس از هند و ویتنام سومین کشور برتر از حیث شاخص‌های جهانی نوآوری در میان کشورهای با درآمد متوسط به پایین قرار دارد. برای مقایسه بهتر این دو کشور با ایران باید شاخص‌هایی را تعریف کرد که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد.

نسبت تعداد گواهی‌های اختراع اعطا شده به شهروندان هر کشور در خارج از آن کشور به کل تعداد گواهی‌های اختراع اعطا شده نشان دهنده این است که نوآوری‌های ارائه شده توسط شهروندان چقدر در خارج از آن کشور پذیرفته شده است و توانایی نوآوری آن کشور را در سطح جهانی نشان می‌دهد. این نسبت برای کشور ایران بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۱ از زیر یک درصد تا حدود ٤.۳۵ درصد افزایش پیدا کرده است[۲۵]. این نسبت برای کشور ویتنام از ۷ تا ٤۰ درصد متغیر بوده است. همچنین این نسبت برای کشور هند در همین بازه زمانی مابین ٥٤ تا ۷۹ درصد متغیر

بوده است. یعنی توانایی صادرات نوآوری کشور کمتر از کشورهای هم‌گروه خود بوده است.

نسبت تعداد گواهی اختراع صادر شده به درآمد ناخالص ملی نشان‌دهنده این است که به ازای هر یک میلیارد دلار درآمد ناخالص ملی چند گواهی اختراع یا به تعبیری چند نوآوری ارائه و ثبت شده است. این شاخص برای کشور ایران بازه زمانی مذکور از ۲.۰۸ تا ٤.٦٧ گواهی متغیر بوده، برای کشور هند از ۰.٦٢ تا ۱.٦١ و برای کشور ویتنام از ۰.۰۹ تا ۰.۲۷ گواهی متغیر بوده است. از نظر این شاخص ایران بیش از دو برابر کشورهای هم‌گروه به‌ازای هر یک میارد دلار درآمد سرانه گواهی ثبت اختراع صادر کرده است.

اگر گواهی‌های ثبت اختراع صادر شده را به جمعیت کشور تقسیم کنیم شاخص تعداد گواهی‌ها به ازای هر یک میلیون نفر مشخص خواهد شد. این نسبت برای کشور ایران بین ۳۱.٤٦ تا ٤١.٥٤ گواهی ثبت اختراع بوده است. در کشور هند به‌ازای هر یک میلیون نفر بین ٦.٢٣ تا ۱۱.۱۲ گواهی و برای کشور ویتنام ۲.۰۱ تا ۲.٥٩ گواهی صادر شده است. این شاخص نشان می‌دهد که تقاضای گواهی ثبت اختراع در کشور ایران بیش از دو برابر این شاخص در دو کشور هند و ویتنام بوده است.

نسبت تعداد گواهی‌های اختراع ثبت‌شده بر تعداد تقاضانامه‌های ثبت اختراع توسط افراد مقیم هر کشور با تقریب خوبی نشان‌دهنده درصد پذیرش تقاضانامه‌های ثبت اختراع در هر کشور است. این نسبت برای کشور ایران بین ۲۰.۸۳ تا ٤٩.۲ درصد متغیر بوده است. برای کشور هند این عدد بین ٥.٥٦ تا ۲٦.۰۱ درصد و برای ویتنام بین ۷.۳٩ تا ۲۳.٤۷ متغیر بوده است. کنار هم قرار دادن این شاخص با شاخص‌های قبلی نشان دهنده این نکته است که فرایند ارزیابی گواهی ثبت اختراع در ایران نسبت به دو کشور هم‌گروه آسان‌تر است.

مجموع شاخص‌های مطرح شده نشان می‌دهد که نرخ تولید گواهی ثبت اختراع در ایران به نحو معناداری از کشورهای هم‌گروه بیشتر است. در کشور ایران هم نسبت تقاضای گواهی ثبت اختراع بالا بوده است و هم نسبت پذیرش تقاضانامه‌ها. این مهم در حالیست که نسبت گواهی‌های اختراع با قابلیت ثبت در خارج از کشور در ایران نسبت به هند و ویتنام پایین‌تر است. درواقع کیفیت گواهی‌های ثبت اختراع در ایران از کیفیت گواهی‌های ثبت اختراع در کشورهای هم‌گروه کمتر است.

چالش‌های اجرایی قانون ثبت اختراعات

بررسی اثر سایر قوانین و مقررات

اعطای تسهیلات، پاداش و سایر امتیازات مادی و غیرمادی نظیر تخصیص نمره برای گواهی ثبت اختراع در آیین‌نامه‌های ارتقا اعضا هیأت علمی دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی، اعطای امتیاز در مصاحبه‌های دکتری و غیره موجب تمایل افراد برای ثبت اختراع و بهره‌مندی از این امتیازات خواهد شد. هرچند در سال‌های اخیر تغییراتی در این قوانین داده شده و بهبود پیدا کرده است، این امر نشان‌دهنده این است که سیاست‌گذاران به این امر واقف شده‌اند که بسیاری از گواهی‌های ثبت اختراع با هدف دریافت امتیازات دریافت می‌شود اما برای ارزیابی ارزش گواهی ثبت اختراع هیچ آیین‌نامه‌ای وجود ندارد و هر گواهی ثبت اختراعی فارغ از کیفیت آن امتیاز مربوطه را اخذ خواهد کرد.

بررسی فرایند ارزیابی و داوری اظهارنامه ثبت اختراع

همانطور که پیش‌از این بررسی شد یکی از مشکلات نظام مالکیت فکری که منجر به تولید گواهی‌نامه‌های ثبت اختراع با کیفیت کمتر از سطح انتظار می‌شود، فرایندهای ارزیابی و داوری اظهارنامه‌های ثبت اختراع در ایران است. فرایندهای ارزیابی و داوری اختراع در حال‌حاضر در کشور به این شرح است که پس از ثبت و تکمیل پرونده اظهارنامه در مرکز مالکیت معنوی پرونده برای داوری به یکی از مراکز استعلام جهت ارزیابی ارجاع می‌شود و این موضوع به اطلاع متقاضی رسانده می‌شود. متقاضی پس از آن به دانشگاه یا پژوهشگاه مربوطه مراجعه کرده و پس از پرداخت هزینه‌های ارزیابی، معمولاً دانشگاه مربوطه پرونده را به یکی از اعضا هیأت علمی خود ارجاع می‌دهد. پس از تأیید داوری و صدور گواهی ثبت اختراع، متقاضی باید سالانه مبالغی را بابت حفظ اعتبار گواهی‌نامه اختراع در وجه مرکز مالکیت معنوی واریز نماید. با بررسی فرایند ثبت اختراع مشخص می‌شود که مباحث هزینه‌ای و مباحث فرایندی بر روند ارزیابی پرونده مؤثر است.

الف) بررسی تطبیقی هزینه‌های ثبت اختراع

برای اینکه بتوان هزینه‌های مربوط به ثبت اختراع در ایران را با سایر کشورها مقایسه کرد هزینه‌ها به‌صورت دلاری نیز در جدول مربوطه مشخص شده است. همچنین با بررسی هزینه‌های ارزیابی اختراع در سایت دانشگاه‌های کشور و تفاوت هزینه‌های ارزیابی

پایه در هر دانشگاه، بازه هزینه مربوطه احصا شده است. لازم به ذکر است با توجه به اینکه هزینه‌ها در ابتدای هر سال محاسبه و ابلاغ می‌شود، مبنای محاسبه نرخ دلار به ریال، نرخ مربوطه در ابتدای سال ۱٤۰۱ بر مبنای نرخ نیمای اعلامی بانک مرکزی (هر یک دلار معادل ۲٤۰۷۳۹ ریال) بوده است. برای مقایسه این اعداد و ارقام، هزینه ثبت اختراع در هند و ویتنام بررسی خواهد شد. به‌همین منظور لیست هزینه‌های ثبت اختراع کشورهای هند و ویتنام از سایت نهاد مربوطه در آن کشور استخراج شده و با تبدیل به دلار در جدول درج شده است. در جدول ۱ هزینه‌های ارزیابی ثبت اختراع برای کشورهای هند، ایران و ویتنام درج شده است.

جدول ۱: مقایسه هزینه‌های ثبت اختراع در ایران، هند و ویتنام

اقلام هزینه (دلار)	نوع درخواست	ایران	هند	ویتنام
هزینه ثبت گواهی ثبت اختراع افراد حقیقی	افراد حقیقی	۱.۴۲	۴۸	۴۴.۱
	افراد حقوقی	۷.۲	۲۴۰	
هزینه ارزیابی	افراد حقیقی	۳۳.۲۳-۱۰.۳۲	۴۸	۵۵.۴۴
	افراد حقوقی		۲۴۰	
هزینه تجمیعی تمدید گواهی ۵ سال اول	افراد حقیقی	۲.۱	۲۸.۸	۱۰۰.۸
	افراد حقوقی	۲۱	۴۸۰	
هزینه تجمیعی تمدید گواهی در ۵ سال چهارم	افراد حقیقی	۸.۳	۱۴۴	۸۴۴.۲
	افراد حقوقی	۸۳	۲۴۰۰	

نتایج بررسی نشان می‌دهد که هزینه‌های ثبت اختراع در ایران به‌قدری ناچیز است که در برخی موارد کمتر از یک سی‌ام همان هزینه‌ها در هند و ویتنام است.

ب) بررسی تطبیقی فرایند ارزیابی

طبق ماده ۱۳ قانون ثبت اختراع، علامت تجاری و طرح‌های صنعتی مصوب سال ۱۳۸٦، مرجع ارزیابی و بررسی اظهارنامه مرکز مالکیت معنوی است. همچنین طبق ماده ۲۸ آیین‌نامه اجرایی این قانون مرکز مالکیت معنوی باید ظرف مدت ٦ ماه اظهارنامه را از حیث انطباق با شرایط شکلی و ماهوی مندرج در قانون و آیین‌نامه بررسی کند. در تبصره ۱ این ماده تصریح شده است که در صورت ضرورت این اداره می‌تواند از مراجع ذیربط اعم از خصوصی یا دولتی و یا از متخصصان و کارشناسان امر برای احراز شرایط ماهوی اختراع استعلام و کسب نظر نماید و مدت زمان استعلام و اعلام نظر ۳ ماه درنظر گرفته شده است.

همچنین در تبصره ۲ همین ماده تأکید شده که این اظهار نظر صرفاً جنبه مشورتی دارد و مطابق تبصره ۳ مرکز مالکیت معنوی جهت این استعلام می‌تواند با مراجع استعلام قرارداد منعقد کند. مراکز استعلام شامل دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، پارک‌های علم و فناوری و برخی از سازمان‌ها و ادارات دولتی هستند. فرایند ارزیابی اختراع نیز در هر یک از سازمان‌های پیش‌گفته با دیگری تفاوت‌هایی دارد. پس از بررسی اولیه و تماس با متقاضی جهت تکمیل فرم‌ها و پرداخت هزینه‌های ارزیابی، اظهارنامه عمدتاً برای اعضا هیأت علمی دانشگاه یا پژوهشگران مراکز تحقیقاتی جهت ارزیابی ارسال می‌شود.

بررسی اسامی مراکز استعلام نشان از این دارد که رویکرد مرکز به‌سمت انتخاب دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به‌عنوان مراجع استعلام بوده است. با توجه به اینکه برنامه آموزشی اجباری برای ارزیاب‌های مراکز استعلام وجود ندارد و همچنین در خصوص توانمندی و صلاحیت و آشنایی ارزیاب‌ها با قوانین ثبت اختراع اطلاعاتی موجود نیست، در خصوص وضعیت ارزیابی جدید بودن، گام ابتکاری و قابلیت صنعتی شدن اختراعات باید به صورت موردی به پرونده‌های مختلف مراجعه کرد. شبیری و نجفی به چند مورد از این نظریات پرداخته‌اند.[۲۲]

با توجه به اینکه تعداد زیادی از مراکز استعلام را دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی تشکیل می‌دهند و همچنین با در نظر داشتن اینکه معمولاً دانشگاه‌ها در لبه علم، تحقیقات به‌عمل می‌آورند و نحوه ارتباط بین صنعت و دانشگاه در کشور، وضعیت ارزیابی قابلیت صنعتی شدن اظهارنامه اختراعات نیاز به تقویت دارد. صادقی و نجفی در مطالعه خود با بررسی تطبیقی شرط قابلیت صنعتی شدن اختراع، بر این نکته تأکید کرده‌اند که به دلیل نبود زیرساخت‌های مناسب ارزیابی، بررسی شرط کاربرد صنعتی بیشتر بر اظهار متقاضی متکی بوده است [۲۳]. عدم اشاره اظهار نظر مراجع استعلام به شرط کاربرد صنعتی در نظرات خود نیز مؤید این موضوع است.

طبق ماده ۲ قانون مصوب سال ۱۳۸٦، «ابتکار جدید عبارت است از آنچه که در فن یا صنعت قبلی وجود نداشته و برای دارنده مهارت عادی در فن مذکور معلوم و آشکار نباشد». در این خصوص نجفی و مدنی به تفصیل با بررسی این موضوع در کشورهای دیگر لزوم تعریف شخص با مهارت عادی در فن مذکور را ذکر کرده‌اند و فرد با مهارت عادی را فردی با دانش

میانه بین یک کارگر عادی و یک متخصص در یک حوزه دانسته‌اند [۲۱]. به‌نظر می‌رسد در رویه جاری یک استاد دانشگاه یک فرد با مهارت عادی در فن مذکور فرض شده است.

طبق اعلام مراجع استعلام، در صورتی‌که متقاضی از اعضا هیأت علمی همان دانشگاه باشد یا دانشگاه بر درصدی از اظهارنامه مالکیت داشته باشد، هزینه‌های ارزیابی مشمول تخفیف خواهد شد. همین نکته نشان دهنده تعارض منافع در فرایند ارزیابی اختراعات است. علاوه‌بر این رویه جاری ارزیابی در مراکز استعلام که موجب برخورد و آشنایی ارزیاب با مخترع/مخترعین می‌شود می‌تواند زمینه‌ساز ایجاد محیطی برای چانه‌زنی با ارزیاب و ایجاد خلل در فرایند ارزیابی شود.

طبق اطلاعات درج شده در تارنمای سازمان مالکیت فکری ویتنام، فرایند ارزیابی در ویتنام درون خود سازمان مالکیت فکری ویتنام انجام می‌شود. در خصوص تعداد و تخصص ارزیاب‌های سازمان مالکیت فکری ویتنام اطلاعاتی در دسترس نیست. در کشور هند نیز فرایند ارزیابی در سازمان مالکیت فکری هند انجام می‌شود. ۱۶۰۰ نفر ارزیاب اختراع در این سازمان مشغول به فعالیت‌اند.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با بررسی به‌عمل‌آمده مشخص شد که بخش ثبت اختراعات نظام مالکیت فکری ایران، به‌دلایل مختلفی که پیش‌از این مطرح شد، نیاز به تقویت دارد. از منظر جامعه‌شناسی نیز مسئله ثبت اختراعات ایران قابل‌بررسی است و حاوی نکات بسیار ارزشمندی برای سیاستگذار است. با نگاه جامعه‌شناسی به این موضوع و برمبنای نظریات بوردیو[۲۶]، در واقع ثبت اختراع در ایران بیش‌از این که منجر به ابزاری برای خلق ثروت و رشد اقتصادی کشور شود، تبدیل به یک سرمایه فرهنگی شده است. افراد برای کسب سرمایه فرهنگی به ثبت اختراع روی می‌آورند. قوانین مکمل و حمایت‌کننده نیز در راستای تبدیل این سرمایه فرهنگی به سرمایه اقتصادی کمک می‌کند. آمیزه سیاستی در این حوزه در کشور به گونه‌ای بوده است که دولت با هدف تشویق افراد به نوآوری، ضمن تسهیل فرایند ثبت اختراع انواع پاداش‌های فرهنگی و اجتماعی را به افراد مخترع اختصاص داده است، بنابراین افراد با هدف درج ثبت اختراع در سوابق تحقیقاتی خود و در ادامه دریافت پاداش و بورس تحصیلی به سمت ثبت اختراع هدایت شده‌اند. ارزان بودن فرایند ثبت اختراع و سهولت فرایند ارزیابی موجب سهولت دریافت گواهی ثبت اختراع در ایران در مقایسه با سایر کشورها شده است.

مسئله هزینه پایین ثبت اختراع یکی از محرک‌های افراد برای تلاش در راستای ثبت اختراع است. فرد اگر موفق به ثبت اختراع شود، امتیازی (سرمایه فرهنگی) به‌دست می‌آورد و اگر موفق به ثبت اختراع نشود نیز هزینه‌های انجام‌شده ناچیز است. بنابراین نیازی به اطمینان نسبت به موفقیت تجاری نوآوری خود نمی‌بیند و در هر سطحی از نوآوری از منظر خود اقدام به ارسال اظهارنامه می‌کند.

برای حل این مشکل و افزایش کارایی نظام ثبت اختراعات ایران، باید چندین برنامه را به طور موازی و هماهنگ پیش برد. اضافه کردن ساختار اشیا مفید[1] به قانون ۱۳۸۶ و همچنین ساختارمند کردن نظام ارزیابی ماهوی ثبت اختراع در ایران و تعیین هزینه‌های مناسب ثبت و ارزیابی اختراعات. ساختار اشیا مفید یکی از ساختارهایی است که در نظام‌های ثبت اختراع دنیا وجود دارد. یکی از علل و عوامل توسعه نوآوری در کشورهای پیشرفته مانند آلمان، ساختار کامل نظام ثبت اختراعات بوده است[۲۷]. به همین منظور در پژوهش‌های متعددی به تبیین وضعیت توسعه این نظام در کشورهای در حال‌توسعه پرداخته‌اند [۲۸]. در خصوص تفاوت این نظام با نظام ثبت اختراع مطالعات زیادی صورت گرفته است [۲۹]. به‌نظر می‌رسد بیشتر اختراعات فعلی کشور از جنس اشیا مفید باشند. بنابراین افزودن این ساختار به ساختار فعلی نظام ثبت اختراع منجر به هدایت نوآوری‌های با کیفیت بیشتر به سمت ثبت اختراع خواهد شد [۳۰].

در خصوص هزینه‌های ثبت اختراع نیاز است تا هزینه‌ها افزایش یابد. محدودیتی بابت افزایش هزینه‌ها در قانون مربوطه درج نشده است و با تفسیر قانون فعلی هزینه ارزیابی اختراع را نیز می‌توان به هزینه‌های اعلامی مرکز مالکیت معنوی افزود. افزایش هزینه‌های ثبت اختراع موجب این خواهد شد که مخترعین به سمت جذب سرمایه‌گذار جهت حمایت از اختراع خود سوق پیدا کنند و طبعاً از طریق همین سازوکار موجب ثبت اختراعاتی خواهد شد که قابلیت خلق ثروت دارند. این مسئله از منظر

[1] Utility Model

سیاست‌گذاری موجب تفکیک بین کارکردهای فرد نوآور و توسعه‌دهنده محصول می‌شود.

ایجاد سازوکار ارزیابی چندمرحله‌ای اختراعات مهمترین اقدام مرکز مالکیت معنوی در راستای تقویت نظام اختراعات خواهد بود. در سازوکار ارزیابی چندمرحله‌ای، ارزیاب مقدماتی نظر خود را اعلام می‌کند، ارزیاب سطح بالاتر نیز پس از بررسی نظر ارزیاب مقدماتی، نظر ارزیاب را تأیید یا رد می‌کند. در نهایت تأیید یا رد نهایی اظهارنامه بر عهده کارشناسان مرکز مالکیت معنوی خواهد بود. در این راستا در وهله اول باید ارزیاب‌های اختراع به طور مستقیم با مرکز در تماس باشند نه از طریق مراکز استعلام. به این ترتیب مرکز بر ارزیاب‌ها نظارت بیشتری خواهد داشت. ارزیاب‌های مرکز می‌توانند در استخدام مرکز نباشند و در صورت داوری اختراع حق‌الزحمه دریافت کنند. مرکز باید به صورت مرتب دوره‌های آموزشی ارزیابی اختراع برگزار کند و ارزیاب‌ها باید ملزم به شرکت در دوره‌های تخصصی مرکز باشند، همچنین تدوین نظام رتبه‌بندی ارزیاب‌ها و اعطای گواهی مخصوص به آنها از اهمیت بالایی برخوردار است.

منابع و ماخذ

[1]. Lai, E.L.-C., International intellectual property rights protection and the rate of product innovation. Journal of Development economics, 1998. **55**(1): p. 133-153.

[2]. Iran, N.P.o., Iranian Trademark Registration Law. 1925.

[3]. Iran, N.P.o., Trademarks and Inventions Registration Law. 1931.

[4]. Iran, I.P.o., Patent, trademark and industrial design law. 2007.

[5]. Iran, I.P.o., Executive Regulations of Patent, Trademark and Industrial Designs Law. 2009.

[6]. Schneider, P.H., International trade, economic growth and intellectual property rights: A panel data study of developed and developing countries. Journal of Development Economics, 2005. **78**(2): p. 529-547.

[7]. Abbasinejad, H., y. gudarzi farahani, and M. Hossein Ghiassi, The Effect of Protection of Intellectual Property and Patent on Iran's Economic Growth. The Economic Research (Sustainable Growth and Development), 2014. **14**(1): p. 27-58.

[8]. Ahmadian, A., The role of intellectual property protection in economic development with the approach of Iranian law. Journal of Civil and Legal Sciences, 2021(16): p. 727-740.

[9]. Seyoum, B., Patent protection and foreign direct investment. Thunderbird International Business Review, 2006. **48**(3): p. 389-404.

[10]. Glass, A.J. and X. Wu, Intellectual property rights and quality improvement. Journal of Development Economics, 2007. **82**(2): p. 393-415.

[11]. Dehgan, A., et al., Investigating the Effect of Innovation and Intellectual Property on the Production Growth of High- Tech Industries (Case Study: Selected Middle Eastern Countries). فصلنامه پژوهش های اقتصاد صنعتی, ۲۰۲۲. ۵(۱۸): p. 889-100.

[12]. Lai, E.L.-C. and L.D. Qiu, The North's intellectual property rights standard for the South? Journal of International Economics, 2003. **59**(1): p. 183-209.

[13]. McAusland, C. and P. Kuhn, Bidding for brains: Intellectual property rights and the international migration of knowledge workers. Journal of Development Economics, 2011. **95**(1): p. 77-87.

[14]. Shahabadi, A., H. Sepehr Doust, and A. Jamebozorgi, The Effect of Protection of Intellectual Property Rights on Brain Drain from Selected Developing and Developed Countries. Journal of Science and Technology Policy, 2012. **5**(1): p. 87-98.

[15]. Bozorgi, V., Appropriate Intellectual Property Rights Regime for Developing Countries: With Suggestions for Iran. Iranian Journal of Trade Studies, 2018. **22**(88): p. 115-154.

[16]. Mahdinezhad Noori, M., et al., Developing Assessment Indicators for Iranian Intellectual Property Rights System (IPRS). Strategic Management Studies of National Defence Studies, 2020. **10**(38): p. 160-121.

[17]. Salami, S.R. and M. Goodarzi, The Role of Intellectual Property Rights in Technological Development Some Suggestions and Policy Implications for Iran. Industrial Management Studies, 2003. **1**(3): p. 73-95.

[18]. Mashayekh, J., Policy Recommendations for Promoting Intellectual Property System in Iran. Science and Technology Policy Letters, 2019. **09**(2): p. 15-30.

[19]. Hatami, M., Inter-institutional collaboration of Iranian patents indexed in international patent databases. Scientometrics Research Journal, 2016. **2**((Issue 2, Autumn & Winter)): p. 39-48.

[20]. Jafarzadeh, M. and A. Mahmoudi, The substantive conditions of patent protection from the point of view of the judicial procedure and the Patent Office. Legal Research Quarterly, 2006. **8**(42).

[21]. Najafi, H. and M. Madani, Explanation of Tools of Establishment of Inventive Step Requirement in Inventions (Prior art, Person Having Ordinary Skill in the Art). Journal of Legal Research, 2018. **17**(34): p. 141-160.

[22]. Shobeir, S.H. and H. Najafi, A Comparative Study of the Assessment of Inventive Step in

Inventions. Comparative Law Researches, 2012. **15**(4): p. 35-.
[23]. Sadeghi, M. and H. Najafi, Industrial application requirement in patent law (comparative study). Comparative Studies on Islamic and Western Law, 2016. **3**(1): p. 135-160.
[24]. Jafarzadeh, M. and S. Hajizadeh, The Patent Misuse of Patent Trolls. Comparative law Research Quarterly, 2016. **19**(4): p. 25-48.
[25]. WIPO, Global Innovation Index. 2012-2021.
[26]. Jafary Nedooshan, F., The Analytic Pieer Bourdiue's Capital Theory. Journal of Sociological Researches, 2007. **1**(3): p. 37-.
[27]. Heikkilä, J. and A. Lorenz, Need for speed? Exploring the relative importance of patents and utility models among German firms. Economics of Innovation and New Technology, 2018. **27**(1): p. 80-105.
[28]. Suthersanen, U., Utility models and innovation in developing countries. Vol. 13. 2006: International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD).
[29]. Habiba, S. and Z. Shakeri, LEGAL ASPECTS OF UTILITY MODELS. Law Quarterly, 2011. **41**(1): p. 185-201.
[30]. Habiba1, S. and H. Shahbabai2, Protection of Utility Model for Supplement of Patent System. Comparative law Research Quarterly, 2012. **16**(3): p. 51-74.

معرفی الگوهای تقلیدی و مکانیسم‌های دفاعی در جانوران: درس‌هایی از طبیعت

سعید شفیعی ثابت[1,*]، آناهیتا علیزاده[1]

چکیده

جهت حفظ بقا، جانوران باید از خود در برابر شکارگران دفاع کنند. به همین دلیل، یک سری توانایی‌ها و سازگاری‌هایی در آن‌ها برای دفاع از خود تکامل یافته است. نشانه‌های ضد شکارگری، مانند تقلید و استتار، به جانوران برای جلوگیری از شکار شدن کمک می‌کند و در این مقاله مورد بحث قرار خواهد گرفت. گونه‌ها برای ارسال علامت‌های هشدار به شکارگران خود از رنگ‌آمیزی آپوسماتیک، تقلید مولری و تقلید باتسی استفاده می‌کنند. در اثر الگوهای تقلیدی و استراتژی‌های مرتبط، جانوران و فرزندانشان شانس بیشتری برای افزایش بقا و انتقال ژن‌های خود دارند. استتار کارآمد یکی از روش‌هایی است که برای جلوگیری از شناسایی شدن توسط شکارگران استفاده می‌شود و در بسیاری از گونه‌ها رایج است. درک بیشتر مکانیسم‌های مربوط به الگوهای تقلیدی و استتار در جانوران، پتانسیل توسعه بیشتر در علم و بسیاری از زمینه‌های تحقیقاتی را فراهم می کند. به عنوان مثال روش‌های استتار را می‌توان در صنایع نظامی به کار برد و استفاده کرد. به این ترتیب، «درس‌هایی از طبیعت» می‌تواند به توسعه روش‌های صلح‌آمیز و پیشگیرانه برای پدافند غیرعامل کمک کند.

واژگان کلیدی: شکارگر، الهام زیستی، استتار، ضد شکارگری، بوم‌شناسی، صنایع نظامی

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن: ۴۴۳۲۳۵۹۹ (۰۱۳)، نمابر: ۴۴۳۲۳۶۰۰ (۰۱۳) ،آدرس الکترونیکی s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

20.1001.1.2008935.1402.13.2.10.9

مقدمه

روند رشد جمعیت، توسعه شهرنشینی و پیشرفت در صنعت و حمل‌ونقل در دهه‌های اخیر به‌صورت تصاعدی گسترش‌یافته است. این مؤلفه‌ها می‌توانند باعث معرفی انواع آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در محیط‌زیست گردند. از طرفی جایگزینی نیروی اسب بخار به‌جای نیروی کار انسانی و بهره‌برداری از منابع طبیعی و سوخت‌های فسیلی، همگی در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی موجبات تخریب و آلودگی محیط‌زیست، جدایی جغرافیایی زیستگاه‌های طبیعی، تغییرات بوم‌شناسی در محیط‌های خشکی و زیستگاه‌های آبی را فراهم نمودند [٤-١]. تمامی این تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی در کوتاه‌مدت و به‌ویژه در بلندمدت می‌تواند سطح سلامتی و بقاء جوامع بشری را تحت تأثیرات منفی خود قرار دهد [٥]. اثرات منفی فعالیت‌های انسانی می‌تواند همچنین بر سایر گونه‌های جانوری و اجتماعات آنها نیز گسترش پیداکرده و نظم و تعادل موجود در طبیعت را دچار اختلال نماید که در مواردی همچون از بین رفتن کامل زیستگاه‌های گیاهی و جانوری ممکن است منجر به انقراض نسل گونه‌ها و اثرات جبران‌ناپذیر شود [٦]. بنابراین لزوم بهینه‌سازی روش‌های بهره‌برداری و حصول بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی و ذخیره‌های زیستی در کنار کاهش نسبی اثرات منفی ناشی از توسعه فعالیت‌های انسانی بر محیط‌زیست، نقش بااهمیتی دارد.

همچنین به‌نظر می‌رسد که جهت بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی و هم‌زمان مراقبت و حفاظت از ذخایر ارزشمند زیستی و حفظ تنوع زیستی گونه‌های جانوری به‌طور عملی و کاربردی با نتایج ملموس، نیاز به هم‌افزایی، هم‌گرایی‌های علمی بین‌رشته‌ای و ارتباط بین جوامع علمی به‌صورت ملی و بین‌المللی است. بهترین راهکارها تلاش برای رسیدن به یک دیدگاه واحد و اتخاذ تصمیم‌های برمبنای خرد دسته‌جمعی بر پایه الگوگیری و یادگیری از مادر طبیعت است. با توجه به اینکه در مطالعات پژوهشی بین‌رشته‌ای و تخصص‌های متنوع علمی، بررسی و درک ارتباطات بین رشته‌های علمی دارای اهمیت ویژه‌ای است، این امر خود می‌تواند با تبیین نظریه‌های نوین و توسعه روش‌ها منجر به تولید دانش جدید گردد [٧].

در این راستا، علم بیومیمتیک می‌تواند راهگشا و آغازگر تحولات بنیادین در توسعه پایدار و بهره‌برداری بهینه از منابع خدادادی در طبیعت باشد. علم بیومیمتیک یا زیست‌الگو به معنی الگوبرداری از طبیعت است [٥] تا به‌واسطه فناوری‌های خلاقانه بتواند با اتخاذ و استفاده از روش‌های دوستدار طبیعت، زندگی بشر را در عرصه‌های مختلف و به‌طور گسترده‌ای بهبود ببخشد [٨،٩]. تفکر و برنامه‌ریزی به‌عنوان گام‌هایی در جهت ادامه ایجاد یک نگرش روبه‌جلو درخصوص بهره‌برداری از علوم سایر گونه‌های جانوران که خداوند در نهاد آنها قرار داده است برای استفاده و ایده‌گیری در رشد امور مختلف جامعه بشری، افزایش رفاه و توسعه صلح جهانی پیشنهاد می‌گردد.

در مقاله حاضر به‌مرور اجمالی از علم بیومیمتیک یا دانش زیست الگو و الهام زیستی می‌پردازیم. همچنین در ادامه به‌روزرسانی محتوای علمی در جهت توسعه پیشرفت‌های پژوهشی در مرزهای دانش و معرفی اصطلاحات علمی_تخصصی درزمینه الگوهای تقلیدی و مکانیسم‌های دفاعی در جانوران مرور می‌شود. برخی از مهم‌ترین عملکردهایی که در رابطه با الگوهای تقلید جهت حفظ بقا و جلوگیری از شکار شدن بیان می‌گردد. البته قطعاً بهینه‌سازی عملکردهای زیستی در گونه‌های جانوری فراتر از بحث شکار و شکارگری و مراقبت و حفاظت خود در برابر گونه‌های مهاجم است و به‌علت وسعت و گستردگی این موضوع در این مقاله به آنها پرداخته نشده است.

معرفی علم بیومیمتیک: دانش زیست الگو[1] و الهام زیستی[2] از طبیعت

الهام گرفتن از طبیعت برای حل مشکلات انسان ایده‌ای است که در محتوای علم بیومیمتیک قرار دارد [١٠-١٢]. در تعریفی دیگر از علم بیومیمتیک بیان‌شده است که شامل طراحی[3]، سازگاری[4] و برگرفته‌شده[5] به‌عنوان الهام زیستی از طبیعت می‌باشد [١٣]. باگذشت زمان، تکامل دانش بشری منجر به پیشرفت‌های علمی باورنکردنی شده است، از ماشین‌های فتوسنتزی در گیاهان گرفته تا چشم انسان.، دانشمندان با برداشتن برگی از کتاب طبیعت، فناوری‌هایی را توسعه داده‌اند که به‌دنبال تقلید برخی از نوآوری‌های منحصربه‌فرد زندگی است.

[1] Biomimetic
[2] Bioinspiration
[3] Design
[4] Adaptation
[5] Derivation

20.1001.1.2008935.1402.13.2.10.9

در چند دهه اخیر، با الهام از سطوح عملکردی معمول جانوران، تعداد زیادی از سطوح چندمنظوره ساخته شد که خصوصیات مختلفی دارند؛ به‌عنوان‌مثال:

- پوسته سوسک‌های *(Carabidae)* که در سطوح مختلف بستر خاک زندگی می‌کنند، سطح بدن کرم خاکی (*Lumbricidae*) [۱٤] و صدف‌های دریایی مانند *S. Subcrenata* [۱۵] با خاصیت ضدسایش
- پای آب‌پیمایان (*Gerroidea*) با خاصیت فوق آب‌گریزی [۱٦] و سطوح بالای بال حشراتی مانند *Tabanus chrysurus* با خاصیت آب‌گریزی و تمیز شوندگی خودبه‌خودی [۱۷]
- پوسته پای *Gekko gecko* با خاصیت چسبندگی هوشمند [۱۸،۱۹] و پوست حیوانات حفار (نقب‌زن خاک) با خاصیت ضدچسبندگی [۲۰]
- فلس کوسه‌ماهیان مانند *Carcharhinus galapagensis* [۲۱،۲۲] و کپور ماهیان [۲۳،۲٤] و بال پرندگان [۲۵] با خاصیت کاهش کشیدگی و اصطکاک
- بال پروانه *Trogonoptera Brookiana* با خاصیت جذب سطوح نوری [۲٦] و چشم شب‌پره با خاصیت ضد انعکاس نسبت به نور مرئی [۲۷]
- چشم پشه *C.pipiens* با خاصیت جلوگیری از کاهش دید در مه [۲۸]
- بال انواع گونه‌های جغد مانند *Bubo bubo* با خاصیت کاهش صدا [۲۹]
- ناحیه پشتی بال سوسک *Stenocara sp.* با خاصیت جذب آب [۳۰،۳۱]

البته گونه‌های مختلف جانوری نیز با استفاده از شناخت و درک محیط اطراف خود و انتخاب بهترین پاسخ‌ها به تغییرات عوامل زیستی و غیرزیستی، تلاش در بهینه‌سازی تولیدمثل، انتقال ژن‌های خود به نسل‌های بعدی و بقا دارند. به‌طوری‌که طی میلیون‌ها سال گونه‌های جانوری به سطح هوش بالاتری برای درک محیط اطراف خود رسیده‌اند [۱۳]. یکی از عرصه‌های مهم درزمینه بقا در محیط، شناسایی به هنگام عوامل خطر و گونه‌های شکارگر و پاسخ‌دهی متناسب به آن است [۳۲].

رفتارهای ضد شکارگری می‌توانند به افراد یک‌گونه جانوری کمک کنند که در برابر گونه‌های شکارگر تقابل داشته باشند، با آنها مواجه شوند و بتوانند مکانیسم‌های مرتبط در جهت حفظ بقاء خود را به‌درستی اتخاذ نمایند. بدون تردید گونه‌های شکارگر در شناسایی گونه‌های شکار[1]، حمله بردن به گونه‌های شکار[2]، صید کردن و گرفتن شکار[3] و سرانجام مصرف و تغذیه[4] شکار، بسیار باتجربه هستند. با توجه به اهمیت و اولویت بقا برای گونه‌های شکار به‌نظر می‌رسد که گونه‌های شکار همواره در تقابل و کشمکش با تلاش‌های شکارگرانشان در هر یک از مراحل شناسایی، حمله، صید و مصرف و تغذیه‌شان می‌باشند. برای مثال، شاپرک‌های جغدی شکل[5] حساسیت‌پذیری بسیار بالایی به امواج فراصوت[6] دارند و در مواردی می‌توانند از شناسایی شدن توسط گونه‌های شکارگر مثل خفاش‌ها جلوگیری کنند که این به‌واسطه عکس‌العمل سریع چرخشی‌شان قبل از اینکه خفاش شکارگر موفق به شکار آنها شوند، است. علاوه‌بر این، زمانی که یک شاپرک در معرض شکار قرار می‌گیرد همچنان ممکن است بتواند به‌واسطه قدرت ضد شکارگری و قابلیت ضد ره‌گیری از گونه شکارگر دوری کند و این شانس را داشته باشد تا برای روزهای بیشتری زنده بماند و تولیدمثل کند.

تنوع سازگاری‌ها و انطباق‌های ضد شکارگری

سازگاری‌های ضد شکارگری در گونه‌های جانوری مختلف به‌صورت‌های متفاوتی ظاهر می‌شود. برای مثال وقتی‌که جوجه‌های مرغ‌های ماهی‌خوار جوان، صداهای مرتبط با هشدار والدین خود را می‌شنوند و رفتارهای تدافعی شنا را می‌بینند که نشان‌دهنده نزدیک شدن گونه‌های شکارگر به محل لانه است، جوجه‌ها در لانه‌های خود به‌صورت نیم‌خیز، تدافعی و بدون حرکت قرارگرفته و استتار می‌کنند. البته سطح بدن جوجه‌ها با کرک‌های خاکستری و قهوه‌ای‌رنگ پوشیده شده که تقریباً به‌طور کامل امکان استتار آنها را در محل لانه‌شان مقدور می‌سازد و به این روش، فرایند شناسایی جوجه‌ها توسط گونه‌های شکارگر مهاجم بسیار سخت‌تر و وقت‌گیرتر خواهد شد. بسیاری دیگر از گونه‌های جانوری که از رنگ‌های استتاری پنهانی استفاده می‌کنند، فرایند استتار و پنهان شدن را با انتخاب صحیح رنگ محیط زمینه

[1] Detecting
[2] Attacking
[3] Capturing
[4] Consuming
[5] Noctuid moth
[6] Ultrasound

اطراف، انجام می‌دهند. این رویداد انطباقی در بین بسیاری از گونه‌ها نیز متداول است.

برای بیان اهمیت استتار یک‌گونه در یک محل مناسب زیستی، می‌توان به شاپرک فلفلی[1] (*Biston betularia*) اشاره داشت. در برخی از مناطق جغرافیایی شامل انگلستان و ایالات‌متحده آمریکا، جمعیت شاپرک‌های دارای رنگ‌دانه‌های تیره ملانین بسیار محدود و کم بوده است که باگذشت زمان جمعیت این شاپرک‌ها در محدوده سال‌های ۱۸۵۰ تا ۱۹۵۰ زیاد شد [۳۳]. بسیاری از دانشجویان زیست‌شناسی می‌دانند که علت اصلی گسترش جمعیت شاپرک‌های دارای رنگ‌دانه‌های تیره ملانین چه بوده. موضوع ازاین‌قرار بوده که آلودگی‌های صنعتی باعث تیره و کدر شدن تنه درختان جنگلی در مناطق شهری شدند. این تغییرات اساسی باعث شد که شاپرک‌های بارنگ‌های روشن که در آن مناطق زندگی می‌کردند، بسیار بیشتر برای پرندگان حشره‌خواری که از آن‌ها تغذیه می‌کردند، قابل‌رؤیت باشند و این پرندگان از شاپرک‌های سفید موجود در منطقه به‌طور عمده شکار و تغذیه می‌کردند و بنابراین باعث شد ذخیره و ساختار ژنتیکی برای تولید این الگوهای رنگی کاملاً ازدست‌رفته و حذف شوند که این موضوع علمی به‌صورت گسترده‌ای توسط آزمایش‌های معروف Kettlewell مورد تائید قرار گرفت [۳٤]. اگرچه در تحقیقات اخیر ادعاهای متفاوت و متقابل نیز ارائه‌شده است [۳۵] ولی همچنان نظریه و طرح قبلی مورد تائید و قابل‌استناد است [۳٦]. محقق نام‌برده دو شکل از شاپرک‌های فلفلی را بر روی تنه درختان قرارداد تا به این نتیجه برسد که کدام‌یک از این دو گروه با الگوها و تنوع رنگی متفاوت، بیشتر توسط انسان‌ها قابل‌تشخیص و تمایز می‌باشند و همچنین سریع‌تر توسط پرنده‌ها شناخته‌شده و مورد شکار و تغذیه قرار می‌گیرند.

گونه‌های جانوری با استفاده از مکانیسم‌های غیرفعال دفاعی[2] توانایی جلوگیری از مورد تغذیه قرار گرفتن و شکار شدن را دارا می‌باشند. ازجمله این روش‌های غیرفعال دفاعی در برابر گونه‌های شکارگر می‌توان به پنهان شدن[3] اشاره کرد. البته روش‌های دفاعی فعال هم همانند فرار کردن[4] یا دفاع کردن[5] از خود در برابر شکارگر را می‌توان نام برد. در بسیاری از گونه‌های جانوری، فرار کردن متداول‌ترین پاسخ ضد شکارگری است. این پاسخ فرار می‌تواند به‌صورت حرکت‌های گیج‌کننده و با الگوهای پیچیده باشد و یا یک حرکت مستقیم و برگشتی به داخل پناهگاه باشد. معمولاً دفاع فعال در برابر گونه شکارگر در گونه‌های جانوری کمتر متداول است. اگرچه برخی از گونه‌های پستانداران بزرگ‌تر در چمنزارها و محیط‌های خشکی از فرزندان و زاده‌های خود در برابر گونه‌های شکارگر همچون شیرها دفاع می‌کنند. البته شکل‌های دیگر دفاعی بر پایه تغییرات رنگی است که در بسیاری از گونه‌های جانوری به‌صورت مکرر در زمینه‌های مختلفی توسعه و تکامل پیداکرده است.

استتار[6]

استتار که به‌نوعی رنگ‌آمیزی پنهان[7] در علوم مرتبط با بوم‌شناسی[8] نامیده می‌شود، یک روش دفاعی غیرفعال اساسی است که احتمال شناسایی یک‌گونه شکار را نسبت به محیط زمینه‌ی رنگی توسط گونه شکارگر دشوار می‌کند. یک‌گونه جانوری که استتار کرده، فقط لازم است در پس‌زمینه همانند و شبیه، ساکن و بدون تحرک در جای خود باقی بماند تا از خطر شناسایی و شناخته شدن توسط گونه شکارگر در امان باشد. شکل و ظاهر گونه جانوری نیز می‌تواند به ایجاد یک استتار موفق کمک کند و دارای اهمیت ویژه‌ای باشد. برای مثال در این شیوه، شباهت محافظ[9] برای جلوگیری از شکارشان استفاده می‌شود. در نوع شباهت محافظتی خاص تقلید یا شباهت[10] کل ساختار ظاهری و شکل بدن جانور شبیه به یک شیء دیگر می‌گردد. به‌عنوان‌مثال کرم کاترپیلار با این شیوه شباهت محافظ شبیه شاخه‌چوب خشک و یا به شکل مواد دفعی پرندگان است. در شباهت حفاظتی کلی دیدگریزی[11] بافت حیوان با پس‌زمینه تنظیم می‌شود. به‌عنوان‌مثال، رنگ و طرح پروانه باپوست درخت تنظیم می‌شود. پروانه‌ها به دلیل الگوهای رنگین‌کمانی درخشانشان جذابیت جهانی دارند که این رنگ‌ها اهداف بسیاری را در گروه‌های جانوری حشرات انجام می‌دهند،

[1] Peppered moth
[2] Passive defence
[3] Hiding
[4] Escaping
[5] Defending
[6] Camouflage
[7] Cryptic colouration
[8] Ecology
[9] Protective resemblance
[10] Mimesis
[11] Crypsis

ازجمله استتار، که برای فرار از شکارگران استفاده می‌شود. همچنین این الگوهای رنگی به‌عنوان علامت هشداردهنده و نوعی تقلید از پروانه‌های بدمزه و سمی استفاده می‌شود [۳۷] که در ادامه به آنها می‌پردازیم. از طرفی پدیده استتار برای گونه‌های شکارگر نیز دارای اهمیت است. به‌طوری‌که برای شکار کردن، برخی از جانوران باید ساختارهای عملکردی عالی را ایجاد کنند که تکامل‌یافته‌تر و برتر از طعمه‌ها یا گونه‌های شکار آنها باشند. ازیک‌طرف، برخی از جانوران در طول پرواز خود ساکت می‌شوند، مثلاً پرواز بی‌صدای جغد. بسیاری از گونه‌های جغدها توانایی پرواز بی‌صدا رادارند. جغد آرام در هر دو حالت پرواز فرود آمدن و بال زدن، در بسامدهای پایین زیر ۲ کیلوهرتز صدا تولید می‌کند که پایین‌تر از محدوده شنوایی طعمه و شکارش (۲ کیلوهرتز تا ۲۰ کیلوهرتز) است [۲۹]. البته برخی از جانوران نیز از استراتژی دیگری برای شکار موفق استفاده می‌کنند. برای مثال گونه‌ای از حشرات متعلق به خانواده آب‌بازان (*Gerridae*) در طول حرکت خود به سمت طعمه‌های خود بسیار سریع‌تر و حساس‌تر می‌شوند. در مطالعه‌ای نشان داده شد که یک پای این‌گونه آب‌باز می‌تواند وزنی معادل ۱۵ برابر وزن بدن خود را تحمل کند و این درحالی است که غرق نمی‌شود [۱۶،۳۸]. سرعت سرخوردن آن در ثانیه می‌تواند ۱۰۰ برابر فاصله بدنش باشد که معادل شنا کردن یک نفر با قد ۱.۸ متر با سرعت ۴۰۰ مایل در ساعت است که تقریباً معادل سرعت ۶۴۳.۷۴ کیلومتر بر ساعت است. همه این‌ها تضمین می‌کند که این‌گونه آب‌باز می‌تواند به‌سرعت روی سطح آب سر بخورد و با سرعت بسیار بالا برای شکار طعمه انعطاف‌پذیر باشد. اگرچه برای گونه‌هایی که این توانایی در ایجاد شرایط استتار را ندارند، روش‌ها و مکانیسم‌های دیگری جهت کاهش حداکثری احتمال شکار شدن بعد از رؤیت شدن توسط گونه شکارگر در جهت حفظ بقا مورداستفاده قرار می‌گیرد که در ادامه به برخی از این موارد اشاره می‌گردد.

نشانه‌ها و علائم فریب‌دهنده[1]

نشانه‌ها و علائم فریب‌دهنده شکل دیگری از رنگ‌آمیزی تطبیقی[2] است که می‌تواند به‌طور ویژه برای گونه‌هایی که در معرض خطر شکار شدن قرار دارند مورداستفاده قرار گیرد. برای مثال چشم‌های تقلبی[3] بزرگ و یا سرهای دروغین[4] ظاهراً می‌توانند به‌طور لحظه‌ای شکارگران را فریب دهند و به طعمه اجازه فرار دهند و یا در حالتی دیگر می‌توانند باعث ترغیب شکارگران به حمله به بخش‌های غیرحیاطی و بی‌اهمیت بدنشان شده و به‌این‌ترتیب از خطر شکار شدن و مرگ رهایی یابند. وجود چنین ساختارهای چشم مانندی برای مثال در برخی از گونه‌های پروانه‌ها (پروانه‌سانان *Lepidoptera*) به‌عنوان یک ساختار ضد شکارگری و عامل اصلی حفظ بقا به‌حساب می‌آید [۳۹]. همچنین در اختاپوس‌ها نیز مکانیسم‌های تقلیدی جهت استتار، تغییر شکل فیزیکی و دیدگریزی برای دوری از گونه‌های شکارگر و موفقیت در شکارگری به‌صورت کارآمدی مورداستفاده قرار می‌گیرد [۴۰]. استفاده از این استراتژی ضد شکارگری همچنین در ماهی‌ها نیز دیده‌شده است [۴۱]. بنابراین این مکانیسم‌های مورداستفاده نام‌برده شده به‌طور موفق منجر به افزایش کارایی در بقاء گونه‌ها در دسته‌بندی‌های تاکسونومیک مختلف گردیده است. البته نشانه‌ها و علائم فریبنده همچنین می‌توانند در گونه‌های شکارگر نیز منجر به افزایش کارایی و راندمان شکارگری گردد [۴۲].

علائم هشداردهنده[5]

در کنار استفاده از نشانه‌ها و علائم فریب‌دهنده در برخی از گونه‌های شکار، سایر گونه‌های شکار به‌روشی دیگر احتمال خطر شکار شدنشان توسط گونه‌های شکارگر را کاهش داده‌اند. ازآنجایی‌که بیشتر جانوران در شبکه‌های غذایی طعمه و شکار سایر گونه‌ها هستند، راهکارها و رفتارهای هشداردهنده گسترده است. گونه‌های جانوری که به‌راحتی قابل‌مشاهده و دستیابی توسط شکارگران هستند، روش‌های مقابله و دفاعی مکانیکی و یا شیمیایی در برابر گونه‌های شکارگر انتخاب نمودند. به‌همین دلیل بسیاری از گونه‌های شکارگر قویاً از حمله به جوجه‌تیغی و راسوها صرف‌نظر می‌کنند. برخی از حشرات به‌صورت غیرفعال توانایی دفاع شیمیایی را به‌دست می‌آورند که به‌واسطه تجمع سموم گیاهان سمی مورد تغذیه در بدنشان است. برای مثال پروانه‌های شهریار[6] با اسم علمی (*Danaus plexippus*) از راسته *Lepidoptera*، سموم کاردیاک و مرتبط با قلبی-عروقی

[1] Deceptive markings
[2] Adaptive colouration
[3] Fake eyes
[4] False heads
[5] Alarming signals
[6] Monarch butterflies

را از گیاهان گل‌دار علف شیر[1] از جنس *Asclepias* که در مراحل لاروی از آنها تغذیه می‌کنند را جذب و در بدن ذخیره می‌کنند [۴۳]. این سموم پس از دگردیسی در بدن پروانه‌های بالغ شهریار باقی می‌مانند. بدن این‌گونه از پروانه در برابر سموم مقاوم است ولی این ترکیبات برای بسیاری از گونه‌های جانوری خطرناک و ناخوشایند است. پرندگانی که پروانه‌های شهریار را مورد تغذیه قرار می‌دهند مجدد از مسیر دهانی آنها را دفع می‌کنند و به‌سرعت یاد می‌گیرند که از تغذیه آن‌گونه حشره خاص دوری کنند [۴۴،۴۵]. معمولاً گونه‌های جانوری که دارای مکانیسم‌های دفاعی فیزیکی و یا شیمیایی هستند غالباً ازنظر رنگی، بدنشان به رنگ روشن است. این نوع اعلام‌خطر به گونه‌های شکارگر به‌واسطه مشخص بودن رنگ بدن تحت عنوان آپوسماتیسم[2] یا رنگ‌آمیزی هشدار[3] است. آپوسماتیسم (ریشه یونانی، apo= دور، sematic=نشانه) استفاده از رنگ هشداردهنده برای اطلاع دادن به شکارگران احتمالی است که علامت‌دهنده سمی یا خطرناک بودن گونه جانور است [۴۶]. رنگ هشدار اصطلاحی است در زیست‌شناسی به‌طوری‌که برخی جانوران در رویارویی با خطر حمله جانوری دیگر رنگ بدن خود را بسیار پررنگ کرده یا به رنگ‌هایی خاص درمی‌آورند که شیوه‌ای از پیام‌دهی در زیست‌شناسی محسوب می‌گردد و برای جانور شکارگر، می‌تواند حامل پیام هشدار یا بازدارندگی باشد. به‌نظر می‌رسد این نوع رنگ‌آمیزی اعلام‌خطر به‌صورت تطبیقی[4] باشد، به این خاطر که گونه‌های شکارگر خیلی سریع یاد می‌گیرند که باید از گونه شکار زیان‌آور که به‌شدت نمایان هستند، اجتناب و دوری کنند. برای مثال برخی از حشرات و عنکبوت‌های بدون خطر ازنظر ظاهری بسیار شبیه به مورچه‌های گزنده و نیش‌دار هستند و نحوه رفتارهای حرکتی خودشان را نیز همانند مورچه‌های گزنده و نیش‌دار مشابه نموده‌اند [۴۷].

تقلید یا وانمودسازی[5] در گونه‌های جانوری

یک‌گونه شکارگر یا شکار با به‌کارگیری الگوهای تقلیدی می‌تواند مزایای قابل‌توجهی به‌ترتیب برای افزایش کارایی شکار و افزایش قدرت بازدارندگی و دوری از گونه شکارگر کسب کند. پدیده‌ای که در آن تقلید شباهت سطحی و ظاهری به‌گونه‌ای دیگر به‌عنوان مدل و الگو انجام می‌شود. در گونه طعمه اغلب تقلید تدافعی و وانمودسازی با استفاده از مکانیسم‌های رنگ‌آمیزی هشداری یک ویژگی متداول است که در بسیاری از بی‌مهرگان، ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان و پرندگان وجود دارد [۴۸]. قورباغه‌های سمی (*Dendrobatidae*) یکی از شناخته‌شده‌ترین نمونه‌های وقوع هم‌زمان رنگ‌آمیزی و سمیت هشداردهنده هستند [۴۹]. جانور گونه ضعیف‌تر و شکار با تغییر رنگ پوست خود این پیام را القا می‌کند که بدنی سمی یا خطرناک دارد [۴۹]. پیام‌های[6] رنگ هشدار در درجه اول، دیداری‌اند[7] و از رنگ‌های روشن با تباین بالا به همراه الگوهای راه‌راه استفاده می‌کنند. این پیام‌های هشدار، نشانه‌های صادقانه‌ای از مضر بودن طعمه هستند [۵۰]. بنابراین این استراتژی کاملاً با استراتژی قبلی که استتار بوده است و در آن جانور گونه شکار تا جایی که امکان داشت رنگ و ساختار بدن خود را بسیار مشابه با محیط زمینه همسان می‌ساخت، متفاوت و قابل‌تمایز است. در تقلید/ وانمودسازی از نوع مولری[8] برخی جانوران سمی هستند و با استفاده از رنگ هشدار این پیام را به‌درستی به شکارگر منتقل می‌کنند و با این کار جان شکارگر نیز حفظ می‌شود. درحالی‌که در تقلید/وانمودسازی از نوع باتسی[9] برخی جانوران دیگر بدون اینکه سمی باشند این رنگ‌ها را به خود گرفته و پیام را بدون این‌که درست باشد به‌منظور بازدارندگی القا می‌کنند. البته در تعریفی دیگر عملکرد رنگ‌آمیزی هشداری برای جلوگیری از حمله شکارگران حاوی پیامی مهم است مبنی‌بر اینکه «من یک‌گونه شکار سمی هستم». هشداری که صریح و به‌راحتی قابل‌تشخیص است، یک مکانیسم دفاعی اولیه قابل‌مشاهده است و سایر انواع دفاع‌های غیرقابل مشاهده از نوع ثانویه هستند [۵۱].

نتیجه‌گیری

گونه‌های جانوران در رده‌های مختلف با ساختار بدنی ابتدایی و تکامل اولیه تا گونه‌هایی با تکامل بالاتر، در طی میلیون‌ها سال

[1] Milkweed
[2] Aposematism
[3] Aposematic colouration
[4] Adaptive
[5] Mimicry
[6] Signal
[7] Visual
[8] Mullerian mimicry
[9] Batesian mimicry

توانایی‌های بی‌بدیلی در جهت حفظ بقاء خود در شرایط محیط طبیعی زندگی خود اتخاذ کرده‌اند. از این توانایی‌ها می‌توان به قابلیت‌های انواع استتار، پیام‌های هشداردهنده به روش‌های متنوع قابل‌درک و همچنین تقلید و وانمودسازی اشاره کرد. انسان‌ها می‌توانند بامطالعه و ژرف‌نگری در این قابلیت‌ها و توانایی‌های گونه‌های مختلف جانوری که خداوند در وجود آنها قرار داده است به‌عنوان «درس‌هایی از طبیعت» الگوبرداری نموده و با استفاده از علوم نوین و مدل‌سازی‌ها در جهت افزایش سطح رفاه و زندگی جامعه بشری اقدام نماید. بدون شک بررسی مکانیسم‌های استتار و الگوهای دفاعی در جانوران می‌تواند در زمینه‌های صنایع نظامی و علوم وابسته به آن و در توسعه پیشرفت‌های پدافند غیرعامل نیز موردتوجه قرار گیرد.

فایل ضمیمه مقاله در فرمت PDF قابل دریافت می باشد.

منابع و مؤآخذ

[1]. Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., ... & Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems, Science advances, Vol 1, No. 2, e1500052.

[2]. Francis, C. D., Ortega, C. P., & Cruz, A. (2009). Noise pollution changes avian communities and species interactions, Current biology, Vol. 19, No. 16. PP. 1415-1419.

[3]. Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., ... & Wittemyer, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife, Biological Reviews, Vol. 91, No. 4. PP. 982-1005.

[4]. Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. (2010). A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish, Trends in ecology & evolution, Vol. 25, No. 7. PP. 419-427.

[٥]. زینب موسوی موحدی،"فنآوری های جدید برمبنای دانش زیست الگو و الهام زیستی" فصلنامه نشاء علم، مجلد ٧، شماره ١، صفحات ٦١-٥٣، سال ١٣٩٥

[6]. Blickley 1, J. L., & Patricelli 2, G. L. (2010). Impacts of anthropogenic noise on wildlife: research priorities for the development of standards and mitigation, Journal of International Wildlife Law & Policy, Vol .13, No. 4. PP. 274-292.

[٧]. علی‌اکبر موسوی موحدی " زیست الگو: همگرایی در علم و حکمت"فصلنامه نشاء علم، مجلد ٤، شماره ١، صفحات ٩-٦، سال ١٣٩٢.

[8].Sejnowski, T. J. (2018). Living machines: a دستینه of research in biomimetic and biohybrid systems. Oxford University Press.

[9]. Benyus, J. M. (1997).Biomimicry,William Morrow New York.

[10]. Kumar, C. S. (Ed.). (2010). Biomimetic and bioinspired nanomaterials. John Wiley & Sons.

[11]. Bar-Cohen, Y. (2005). Biomimetics: biologically inspired technologies. CRC press.

[12]. Mukherjee, A. (Ed.). (2010). Biomimetics: Learning from Nature. BoD–Books on Demand.

[13]. Han, Z., Mu, Z., Yin, W., Li, W., Niu, S., Zhang, J., & Ren, L. (2016). Biomimetic multifunctional surfaces inspired from animals. Advances in Colloid and Interface Science, Vol. 234. PP. 27-50.

[14]. Tong, J., Zhang, Z., Ma, Y., Chen, D., Jia, B., & Menon, C. (2012). Abrasive wear of embossed surfaces with convex domes. Wear, 274, 196-202.

[15]. Tian, X., Han, Z., Li, X., Pu, Z., & Ren, L. (2010). Biological coupling anti-wear properties of three typical molluscan shells—Scapharca subcrenata, Rapana venosa and Acanthochiton rubrolineatus. Science China Technological Sciences, 53, 2905-2913.

[16]. Gao, X., & Jiang, L. (2004). Water-repellent legs of water striders. nature, 432(7013), 36-36.

[17]. Byun, D., Hong, J., Ko, J. H., Lee, Y. J., مانَک, H. C., Byun, B. K., & Lukes, J. R. (2009). Wetting characteristics of insect wing surfaces. Journal of Bionic Engineering, 6(1), 63-70.

[18]. Bhushan, B., & Sayer, R. A. (2007). Surface characterization and friction of a bio-inspired reversible adhesive tape. Microsystem Technologies, 13, 71-78.

[19]. Bhushan, Bharat & Sayer, R.A. (2007). Gecko Feet: Natural attachment systems for smart adhesion. Applied Scanning Probe Methods VII. 7. 41-76.

[20]. Ren, L. Q., Tong, J., Li, J. Q., & Chen, B. C. (2001). Soil adhesion and biomimetics of soil-engaging components: a review. Journal of Agricultural Engineering Research, 79(3), 239-264.

[21]. Bechert, D. W., Bruse, M., & Hage, W. (2000). Experiments with three-dimensional riblets as an idealized model of shark skin. Experiments in fluids, 28(5), 403-412.

[22]. Bai, X., Zhang, X., & Yuan, C. (2016). Numerical analysis of drag reduction performance of different shaped riblet surfaces. Marine Technology Society Journal, 50(1), 62-72.

[23]. Liu, M., Wang, S., Wei, Z., Song, Y., & Jiang, L. (2009). Bioinspired design of a superoleophobic and low adhesive water/solid interface. Advanced Materials, 21(6), 665-669.

[24]. Liu, K., & Jiang, L. (2011). Bio-inspired design of multiscale structures for function integration. Nano Today, 6(2), 155-175.

[25]. Fang, Y., Sun, G., Cong, Q., Chen, G. H., & Ren, L. Q. (2008). Effects of methanol on wettability of the non-smooth surface on butterfly wing. Journal of Bionic Engineering, 5(2), 127-133.
[26]. Han, Z., Niu, S., Shang, C., Liu, Z., & Ren, L. (2012). Light trapping structures in wing scales of butterfly Trogonoptera brookiana. Nanoscale, 4(9), 2879-2883.
[27]. Genzer, J., & Efimenko, K. (2006). Recent developments in superhydrophobic surfaces and their relevance to marine fouling: a review. Biofouling, 22(5), 339-360.
[28]. Gao, X., Yan, X., Yao, X., Xu, L., Zhang, K., Zhang, J., ... & Jiang, L. (2007). The dry style antifogging properties of mosquito compound eyes and artificial analogues prepared by soft lithography. Advanced Materials, 19(17), 2213-2217.
[29]. Chen, K., Liu, Q., Liao, G., Yang, Y., Ren, L., Yang, H., & Chen, X. (2012). The sound suppression characteristics of wing feather of owl (Bubo bubo). Journal of Bionic Engineering, 9(2), 192-199.
[30]. Parker, A. R., & Lawrence, C. R. (2001). Water capture by a desert beetle. Nature, 414(6859), 33-34.
[31]. Zhai, L., Berg, M. C., Cebeci, F. C., Kim, Y., Milwid, J. M., Rubner, M. F., & Cohen, R. E. (2006). Patterned superhydrophobic surfaces: toward a synthetic mimic of the Namib Desert beetle. Nano Letters, 6(6), 1213-1217.
[32]. Aminifard, M., Shafiei sabet, S. (2022). The Importance of Behavioural Studies and Bioacoustics of Aquatic Animals, Science Cultivation, Vol. 12, No. 2. PP. 191-197.
[33]. Grant, B. S., Owen, D. F., & Clarke, C. A. (1996). Parallel rise and fall of melanic peppered moths in America and Britain, Journal of Heredity, Vol. 87, No. 5. PP. 351-357.
[34]. Kettlewell, H. B. D. (1955). Selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. Heredity, Vol. 9. No.3. PP. 323-342.
[35]. Coyne, J. A. (1998). Not black and white. https://www.nature.com/articles/23856
[36]. Grant, B. S. (1999). Fine tuning the peppered moth paradigm. https://www.jstor.org/stable/2640740
[37]. Han, Z., Wu, L., Qiu, Z., & Ren, L. (2009). Microstructure and structural color in wing scales of butterfly Thaumantis diores. Chinese Science Bulletin,Vol. 54, NO. 4. PP. 535-540.
[38]. Gorb, S. N. (2011). Insect-inspired technologies: insects as a source for biomimetics. Insect Biotechnology, 241-264.
[39]. Stevens, M. (2005). The role of eyespots as anti-predator mechanisms, principally demonstrated in the Lepidoptera. Biological Reviews, 80(4), 573-588.
[40]. Hanlon, r. t., Forsythe, j. w., & Joneschild, d. e. (1999). Crypsis, conspicuousness, mimicry and polyphenism as antipredator defences of foraging octopuses on Indo-Pacific coral reefs, with a method of quantifying crypsis from video tapes. Biological Journal of the Linnean Society, 66(1), 1-22.
[41]. Lönnstedt, O. M., McCormick, M. I., & Chivers, D. P. (2013). Predator-induced changes in the growth of eyes and false eyespots. Scientific Reports, 3(1), 2259.
[42]. Stevens, M. (2016). Cheats and deceits: how animals and plants exploit and mislead. Oxford University Press.
[43]. Brower, L. P. (1984). Chemical defence in butterflies. In symposia of the royal entomological society of London.
[44]. van Zandt Brower, J. (1958). Experimental studies of mimicry in some North American butterflies: Part I. The monarch, Danaus plexippus, and viceroy, Limenitis archippus archippus. Evolution, PP. 32-47.
[45]. Brower, J. V. Z. (1958). Experimental studies of mimicry in some North American butterflies: Part II. Battus philenor and Papilio troilus, P. polyxenes and P. glaucus. Evolution, PP. 123-136.
[46]. Breed, M. D., & Moore, J. (2016). Animal Behavior, 2nd ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, PP. 326-355.
[47]. Mclver, J. D., & Stonedahl, G. (1993). Myrmecomorphy: morphological and behavioral mimicry of ants. Annual Review of Entomology, Vol. 38, No. 1. PP. 351-377.
[48]. Komarek, S. (1998). Mimicry, aposematism and related phenomena in animals and plants. Bibliography 1800-1990. Vesmir.
[49]. Santos, J. C., Coloma, L. A., & Cannatella, D. C. (2003). Multiple, recurring origins of aposematism and diet specialization in poison frogs. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100(22), 12792-12797.
[50]. Maan, M. E., & Cummings, M. E. (2012). Poison frog colors are honest signals of toxicity, particularly for bird predators. The American Naturalist, 179(1), E1-E14.
[51]. Ruxton, G. D., Allen, W. L., Sherratt, T. N., & Speed, M. P. (2019). Avoiding attack: the evolutionary ecology of crypsis, aposematism, and mimicry. Oxford university press.

ساعت زیستی بدن: رونمایی از ریتم‌های حیات

میترا پیرحقی*[1] و علی اکبر موسوی موحدی[1]

چکیده

ساعت زیستی سلول، یک مکانیسم اساسی و پیچیده ذاتی در همه موجودات زنده است که مجموعه‌ای از فرآیندهای فیزیولوژیکی و رفتاری را با دقت قابل‌توجهی اداره می‌کند. اساس مولکولی ساعت زیستی سلولی حول فعل و انفعال پیچیده بین ژن‌های هسته ساعت و محصولات پروتئینی آنها می‌چرخد و حلقه‌های بازخورد رونویسی-ترجمه‌ای را تشکیل می‌دهد که ریتم‌های تقریباً ۲٤ ساعته ایجاد می‌کند. این مقاله به بررسی هماهنگی ساعت‌های سلولی با نشانه‌های محیطی، از جمله نور می‌پردازد، و اینکه چگونه این سیگنال‌های خارجی ریتم‌های داخلی را برای همسویی با چرخه شبانه‌روزی همگام می‌کنند. تأکید ویژه‌ای بر نقش هسته سوپراکیاسماتیک (SCN) در مغز پستانداران شده است که به‌عنوان ضربان‌ساز اصلی برای همگام‌سازی ساعت‌های محیطی در سراسر بدن عمل می‌کند. علاوه‌بر این، تأثیر عمیق اختلال شبانه‌روزی بر سلامت انسان را بررسی می‌شود و دخالت آن را در اختلالات مختلف، از بیماری‌های متابولیک گرفته تا اختلالات خلقی، نشان داده شده است. این مقاله تلاش‌های تحقیقاتی فعلی را با هدف کشف مکانیسم‌های زیربنایی ساعت زیستی سلولی برجسته می‌کند. درک عملکرد پیچیده این زمان‌سنج داخلی پتانسیل قابل‌توجهی برای توسعه رویکردهای کرونوتراپی و بهینه‌سازی راهبردی درمانی برای اختلالات مختلف دارد. در نهایت به ارائه راهکارهایی جهت تنظیم دقیق و بهینه ساعت زیستی بدن و ریتم شبانه‌روزی می‌پردازد.

واژگان کلیدی: ساعت زیستی، ریتم شبانه‌روزی، هسته سوپراکیاسماتیک، کرونوتراپی

*عهده‌دار مکاتبات: دکترای‌بیوفیزیک، شماره‌همراه:۹۸۹۱۴۹۵۴۹۳۴۹، نمابر:۰۲۱۶۶۴۰۴۶۸۰،آدرس‌الکترونیکی mitra_p.hagh@ut.ac.ir

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

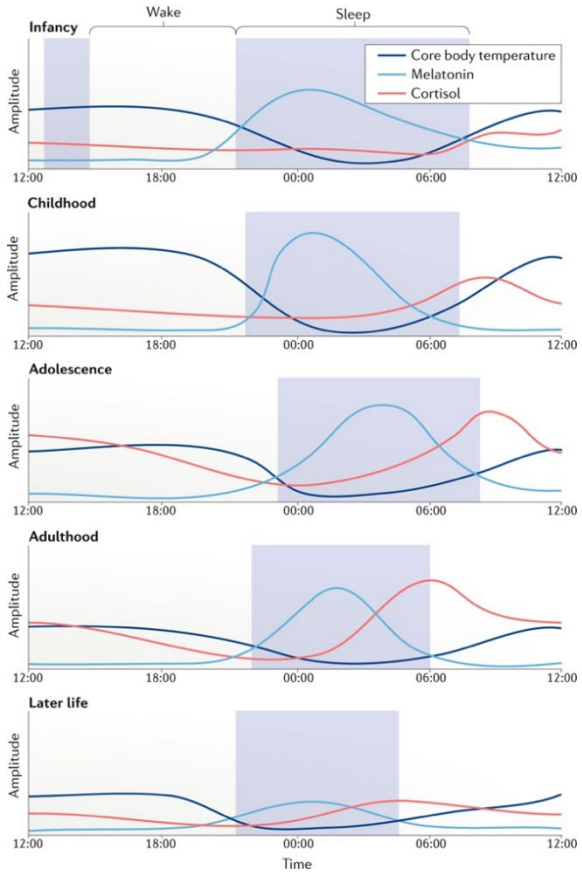
20.1001.1.2008935.1402.13.2.11.0

مقدمه

سلول‌های ما یاد گرفتند که «زمان» را قبل از ما تشخیص دهند. هر سلول بدن ساعت مخصوص به خود را دارد. برخلاف ساعت‌هایی که به آنها عادت کرده‌ایم، ساعت‌های سلولی ما هیچ دنده یا چرخ‌دنده‌ای ندارند و با رویدادهای بیوشیمیایی درون سلول‌ها تنظیم می‌شوند. این «ساعت‌های» داخلی نیازی به عملکرد پیچیده ماهیچه‌ها یا سیستم‌های عصبی ندارند، زیرا در اکثر گیاهان و حیوانات تک‌سلولی یافت می‌شوند [۱, ۲]. متناوب شدن چرخه روز و شب زمین به قدری قابل‌اعتماد است که جای تعجب نیست که حیوانات، گیاهان و باکتری‌ها رفتار و فیزیولوژی خود را تنظیم کنند. ریتم‌های شبانه‌روزی[1]، سازگاری همه‌جانبه همه موجودات با قابل پیش‌بینی‌ترین چالش‌های محیطی است.

ریتم شبانه‌روزی

ریتم شبانه‌روزی، کمک به بهینه‌سازی فرایندهای نقاط مختلف بدن در یک چرخه ۲٤ ساعته می‌کند [۳]. اصطلاح شبانه‌روزی (circadian) از عبارت لاتین «circa diem» گرفته شده است که به‌معنای «حدود یک روز» است. تقریباً همه اشکال حیات –از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها، گیاهان، مگس‌های میوه، ماهی‌ها، موش‌ها و انسان‌ها– دارای ریتم شبانه‌روزی هستند [۱]. برای اکثر موجودات، فرکانس ریتم پایدار از ۲۳ تا ۲۷ ساعت متغیر می‌باشد. از آنجایی که این ریتم‌ها دارای فرکانس نزدیک به ۲٤ ساعته هستند، آنها را ریتم شبانه‌روزی نامیده‌اند. ریتم شبانه‌روزی به گل‌ها کمک می‌کند در زمان مناسب باز و بسته شوند و حیوانات شب‌زی را از ترک پناهگاه خود در طول روز که در معرض شکارچیان بیشتری قرار می‌گیرند [۱]، باز می‌دارند. ساعت‌های حیوانات شب‌زی باعث افزایش فعالیت در شب، و خواب در روز می‌شوند. با ردیابی تغییرات در طول نور روز، گیاهان و حیوانات می‌توانند ریتم سالانه و همچنین روزانه را دنبال کنند. از گل‌هایی که در بهار شکوفا می‌شوند تا پروانه‌های شهریار (مونارک) که قبل از زمستان مهاجرت می‌کنند، ساعت‌های زیستی مسئول هستند. به‌جز در تاریک‌ترین غارها و عمیق‌ترین اقیانوس‌ها، جایی که نور خورشید هرگز به آنها نمی‌رسد، تمام زندگی در سیاره ما با چرخش زمین هماهنگ است [٤]. ریتم‌های شبانه‌روزی،



شکل ۱. شکل شماتیک ریتم شبانه‌روزی که از دوران نوزادی، نوجوانی، بزرگسالی و سن بالاتر تغییر می‌کند. در دوران شیرخوارگی، ریتم خواب و بیداری فوق‌العاده است و در سال اول رشد تثبیت می‌شود. از دوران کودکی تا نوجوانی، یک تغییر مشخص از زمان‌بندی اولیه به دیررس وجود دارد که متعاقباً در بزرگسالی زودتر می‌شود، با مدت خواب کوتاه‌تر. ریتم‌ها با افزایش سن دچار کاهش تدریجی دامنه می‌شوند. ریتم‌های دما در دوران کودکی به اوج خود می‌رسد و دامنه آن در طول پیری به‌طور پیوسته کاهش می‌یابد. ریتم ملاتونین در دوران نوجوانی به تأخیر می‌افتد و سطح کلی آن در دوران کودکی به اوج خود می‌رسد و در طی افزایش سن به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. ریتم کورتیزول در اوایل صبح در دوران کودکی به اوج خود می‌رسد و با افزایش سن، به تدریج گسترش می‌یابد و دامنه کلی آن کاهش می‌یابد. دامنه بیان ریتمیک ژن در مغز و سایر بافت‌ها در طول پیری کاهش می‌یابد و بر هموستاز و عملکرد بافت تأثیر می‌گذارد (نشان داده نشده است) [۷].

[1] circadian rhythm

سیستم‌های ذهنی و فیزیکی را در سراسر بدن انسان هماهنگ می‌کند [۵]. سیستم گوارش پروتئین‌هایی را برای مطابقت با زمان معمول وعده‌های غذایی تولید می‌کند و سیستم غدد درون‌ریز هورمون‌ها را متناسب با مصرف انرژی طبیعی تنظیم می‌کند. ریتم شبانه‌روزی چرخه خواب و بیداری ما را با چرخه روشنایی تاریکی هماهنگ می‌کند، به‌طوری که در طول روز بیدار و در شب احساس خواب آلودگی می‌کنیم. روده را برای هضم غذا در طول روز آماده می‌کند اما به ما کمک می‌کند هنگام خواب شب احساس گرسنگی نکنیم. تعیین می‌کند که چه زمانی بیشتر هوشیار باشیم (اواسط صبح)، چه زمانی بیشترین هماهنگی را داریم (اوایل بعدازظهر) و چه زمانی بیشترین قدرت عضلانی را داریم (اواخر بعدازظهر). دمای بدن و فشار خون نیز در طول روز افزایش و کاهش می‌یابد [۱, ٦] (شکل ۱).

مکانیسم‌های زیربنایی سیستم‌های زمان‌سنجی زیستی و پیامدهای بالقوه شکست آنها از جمله موضوعاتی است که محققان در زمینه زیست‌شناسی کرونوبیولوژی[1] به آن پرداخته‌اند [۸]. در گسترده‌ترین مفهوم خود، کرونوبیولوژی شامل تمام حوزه‌های تحقیقاتی با تمرکز بر زمان‌بندی زیستی می‌شود، از جمله چرخه‌های با فرکانس بالا (به‌عنوان مثال، ترشح هورمون در پالس‌های مشخص در طول روز)، چرخه‌های روزانه (مانند چرخه‌های فعالیت و استراحت)، و چرخه‌های ماهانه یا سالانه (به‌عنوان مثال، چرخه‌های تولیدمثل در برخی گونه‌ها). چرخه‌های روزانه به عنوان ریتم شبانه‌روزی شناخته می‌شوند.

ویژگی‌های ریتم شبانه‌روزی

یکی از ویژگی‌های مهم ریتم‌های شبانه‌روزی، ماهیت خودپایه[2] آن است. بنابراین، تقریباً ریتم‌های روزانه که در شرایط طبیعی اتفاق می‌افتند، در شرایط آزمایشگاهی بدون هرگونه عوامل زمان‌دهنده خارجی (به‌عنوان مثال، در نور ثابت یا تاریکی ثابت) به چرخه خود ادامه می‌دهند. تداوم ریتم‌ها در غیاب چرخه نور-تاریکی یا سایر سیگنال‌های زمانی برون‌زا، به‌وضوح نشان‌دهنده وجود نوعی مکانیسم زمان‌سنجی داخلی یا ساعت زیستی است [۱].

دومین ویژگی این چرخه‌ها این است که با دوره‌ای نزدیک به ۲٤ ساعت، اما نه دقیقاً، ادامه می‌یابند. اگر ریتم‌ها به‌طور برون‌زا هدایت می‌شدند، باید با دوره‌ای دقیقاً ۲٤ ساعته باقی بمانند. با این حال، عدم دقت ظاهری یکی از ویژگی‌های مهم ریتمیک است. انحراف از یک چرخه ۲٤ ساعته در واقع وسیله‌ای را برای سیستم زمان‌سنجی داخلی فراهم می‌کند تا به‌طور پیوسته با محیط روشن-تاریک همسو و هماهنگ شود [۱].

سومین ویژگی مشخصه ریتم‌های شبانه‌روزی، توانایی آنها برای همگام‌سازی توسط نشانه‌های زمانی خارجی، مانند چرخه روشنایی-تاریکی است. بنابراین، اگرچه ریتم‌های شبانه‌روزی می‌توانند در غیاب نشانه‌های زمانی خارجی باقی بمانند (به این معنی که توسط محیط هدایت نمی‌شوند)، معمولاً چنین نشانه‌هایی وجود دارند و ریتم‌ها با آنها همسو می‌شوند. بر این اساس، اگر تغییری در نشانه‌های خارجی اتفاق بیفتد (به‌عنوان مثال، پس از سفر در مناطق زمانی)، ریتم‌ها با نشانه‌های جدید هماهنگ می‌شوند. به این تراز، دنباله‌روی[3] می‌گویند [۱]. علاوه‌بر زمان قرار گرفتن در معرض نور، شدت نور می‌تواند دوره‌های این چرخه را در موجودات تغییر دهد. بنابراین، قرار گرفتن در معرض شدت نور روشن‌تر می‌تواند دوره را در برخی گونه‌ها طولانی‌تر و در گونه‌های دیگر کوتاه‌تر کند. این پدیده را «قانون آشوف[4]» نامیده‌اند [۸].

اگرچه چرخه روشنایی-تاریکی به‌وضوح مهمترین عامل اصلی برای همه موجودات است، عوامل دیگر - مانند تعاملات اجتماعی، فعالیت یا ورزش، و حتی دما - نیز می‌توانند فاز یک چرخه را تغییر دهد. تغییر دما می‌تواند بر فاز یک چرخه تأثیر بگذارد، بدون اینکه به طور قابل‌توجهی سرعت چرخش را تغییر دهد. این بدان معنی است که چرخه ممکن است در یک زمان زودتر یا دیرتر از زمان معمول شروع شود، اما همچنان طول یکسانی داشته باشد [۱, ۹].

[1] chronobiology
[2] self-sustaine
[3] entrainment
[4] Aschoff's rule

دو ویژگی نهایی ریتم‌های شبانه‌روزی نیز نکات مهمی از آرایش ریتم‌ها ارائه می‌دهد. یکی از این ویژگی‌ها این است که در طیف وسیعی از فرآیندها و موجودات زیستی، با خواص مشابه و حتی منحنی‌های پاسخ فاز مشابه به نور، وجود دارند. ویژگی دیگر این است که به نظر می‌رسد ریتم‌های شبانه‌روزی در سطح سلولی ایجاد می‌شوند، زیرا ریتم موجودات تک‌سلولی (مانند جلبک‌ها) تقریباً مشابه ریتم‌های پستانداران بسیار پیچیده است. هر دوی این مشاهدات نشان می‌دهند که چرخه‌ای در فعال‌سازی (یعنی بیان) ژن‌های خاص ممکن است زمینه‌ساز مکانیسم زمان‌سنجی باشد [۱].

آیا یک ریتم شبانه‌روزی مانند یک ساعت زیستی است؟

ساعت‌های زیستی به تنظیم زمان‌بندی فرآیندهای بدن، از جمله ریتم‌های شبانه‌روزی کمک می‌کنند. ریتم شبانه روزی اثر یک ساعت زیستی است، اما همه ساعت‌های زیستی شبانه‌روزی نیستند. به‌عنوان مثال، گیاهان با استفاده از یک ساعت زیستی با زمان‌بندی متمایز از یک چرخه ۲٤ ساعته، با تغییر فصل سازگار می‌شوند [۱۰]. ساعت‌های زیستی از مولکول‌های خاصی (پروتئین‌ها) تشکیل شده‌اند که با سلول‌های سراسر بدن تعامل دارند. تقریباً هر بافت و اندامی دارای ساعت‌های زیستی است. محققان ژن‌های مشابهی را در افراد، مگس‌های میوه، موش‌ها، گیاهان، قارچ‌ها و چندین موجود دیگر که اجزای مولکولی ساعت را می‌سازند، شناسایی کرده‌اند [۱۱].

ساعت زیستی در انسان

وقتی مردم در مورد ریتم شبانه‌روزی صحبت می‌کنند، اغلب در زمینه خواب است. چرخه خواب و بیداری یکی از واضح‌ترین و مهم‌ترین مثال‌های اهمیت ریتم‌های شبانه‌روزی است. در طول روز، قرار گرفتن در معرض نور باعث می‌شود ساعت داخلی سیگنال‌هایی را ارسال کند که هوشیاری ایجاد می‌کند و به ما کمک می‌کند تا بیدار و فعال باشیم. با فرارسیدن شب، ساعت داخلی شروع به تولید ملاتونین می‌کند، هورمونی که خواب را تقویت می‌کند و سپس سیگنال‌هایی را که به ما کمک می‌کند در طول شب در خواب بمانیم، منتقل می‌کند. به این ترتیب، ریتم‌های شبانه‌روزی خواب و بیداری را با روز و شب هماهنگ می‌کنند تا یک چرخه پایدار از استراحت ترمیمی ایجاد کنند که باعث افزایش فعالیت در طول روز می‌شود [۱۰, ۱۲].

ریتم‌های شبانه‌روزی یک فرد زمانی که در طول یک روز بین مناطق زمانی متعددی مسافرت می‌کند، تغییر فاز می‌دهد. هنگام رسیدن به مقصد، مسافران در زمان‌های محلی جدید قرار می‌گیرند و چند روز طول می‌کشد تا بدن آنها با الگوهای جدید روز و شب سازگار شود. این پدیده معمولاً جت لگ[1] نامیده می‌شود. تغییرات مکرر در الگوهای شبانه‌روزی، مانند زمانی که یک فرد در یک ماه چندین پرواز از طول اقیانوس اطلس انجام می‌دهد، می‌تواند منجر به خستگی روحی و جسمی شود. مطالعات خلبانان خطوط هوایی و مهمانداران هواپیما که اغلب در مناطق زمانی زیادی سفر می‌کنند، نشان داد که برخی از عملکردهای بدن افراد نامنظم شده است. مطالعات دیگر نشان داده‌اند که بدن انسان می‌تواند یاد بگیرد که در چرخه هایی بین ۱۸ تا ۲۸ ساعت کار کند [۲].

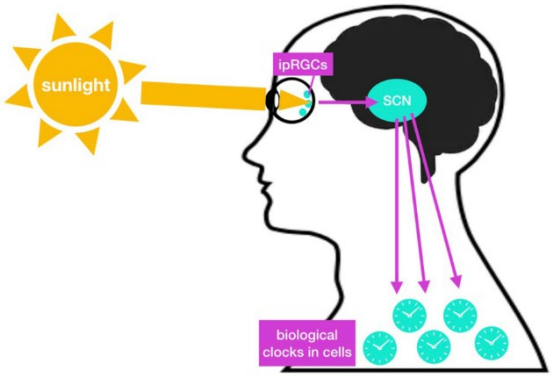
در فضاهای دوردست از سیاره ما، تاریکی مطلق وجود دارد. فضانوردان برای جلوگیری از برهم زدن ریتم شبانه‌روزی طبیعی خود، از چرخه‌های تنظیم شده مصنوعی برای شبیه‌سازی روز ۲٤ ساعته، پیروی می‌کنند.

سازمان ساعت درونی

ساعت‌های زیستی ما شبیه ساعت‌های معمولی نیستند. چرخ دنده‌های ساعت‌ها پروتئین هستند. پروتئین‌های ساعت در چرخه‌ای که ۲٤ ساعت طول می‌کشد، تولید و تجزیه می‌شوند. این چرخه در هر سلول بدن ایجاد می‌شود، به این معنی که هر سلول ساعت مخصوص به خود را دارد. اما چگونه این ساعت-های کوچک مجزا، با همدیگر هماهنگ می‌شوند؟ آنها توسط یک ساعت مرکزی[2] در مغز به نام «هسته سوپراکیاسماتیک[3]» (به اختصار SCN)، که در بخشی از مغز به نام هیپوتالاموس واقع شده است، هماهنگ می‌شوند. هسته سوپراکیاسماتیک SCNS،

[1] jet lag
[2] master clock
[3] Suprachiasmatic nucleus

بخشی از مغز است که ریتم شبانه‌روزی کل بدن را کنترل و هماهنگ می‌کند. این هسته با استفاده از نور خورشید، تمام ساعت‌های سلولی ما را با چرخش زمین همگام می‌کند [٤, ١٣]. در زمان‌های مختلف روز، ژن‌های ساعت در SCN سیگنال‌هایی را برای تنظیم فعالیت در سراسر بدن ارسال می‌کنند. SCN به نور بسیار حساس است. نور به‌عنوان یک نشانه خارجی حیاتی عمل می‌کند و بر سیگنال‌های ارسال شده توسط SCN برای هماهنگ کردن ریتم‌های شبانه‌روزی در بدن تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل، ریتم‌های شبانه‌روزی ارتباط نزدیکی با روز و شب دارند. در حالی‌که نشانه‌های دیگر مانند ورزش، فعالیت اجتماعی و دما می‌توانند بر ساعت داخلی تأثیر بگذارند، نور قوی‌ترین تأثیر را بر ریتم‌های شبانه‌روزی می‌گذارد [١٠]. پیشرفت‌ها در دانش علمی مولکولی و سلولی در زمینه زیست‌شناسی شبانه‌روزی نشان می‌دهد که اختلال شبانه‌روزی نقش اساسی در توسعه اختلالات قلبی، شناختی و خلقی دارد. به‌عنوان مثال، ژن‌های ساعت هسته‌ای که در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی دخیل هستند، نه‌تنها در هسته سوپراکیاسماتیک، بلکه در کبد و لوزالمعده نیز وجود دارند، که منجر به تنظیم هماهنگ شبانه‌روزی متابولیسم و کاتابولیسم می‌شود [١٤].



شکل ۲. تنظیم ساعت هایمان با نور خورشید. نور خورشید توسط سلول‌های مخصوص تشخیص نور به نام ipRGC در پشت چشم تشخیص داده می‌شود. ipRGC ها سیگنال‌هایی را به SCN در مغز ارسال می‌کنند. این سیگنال‌ها برای هماهنگ کردن ساعت‌های درون هر سلول بدن پردازش می‌شوند، به‌طوری‌که با چرخه روشنایی تاریکی هماهنگ می‌شوند.

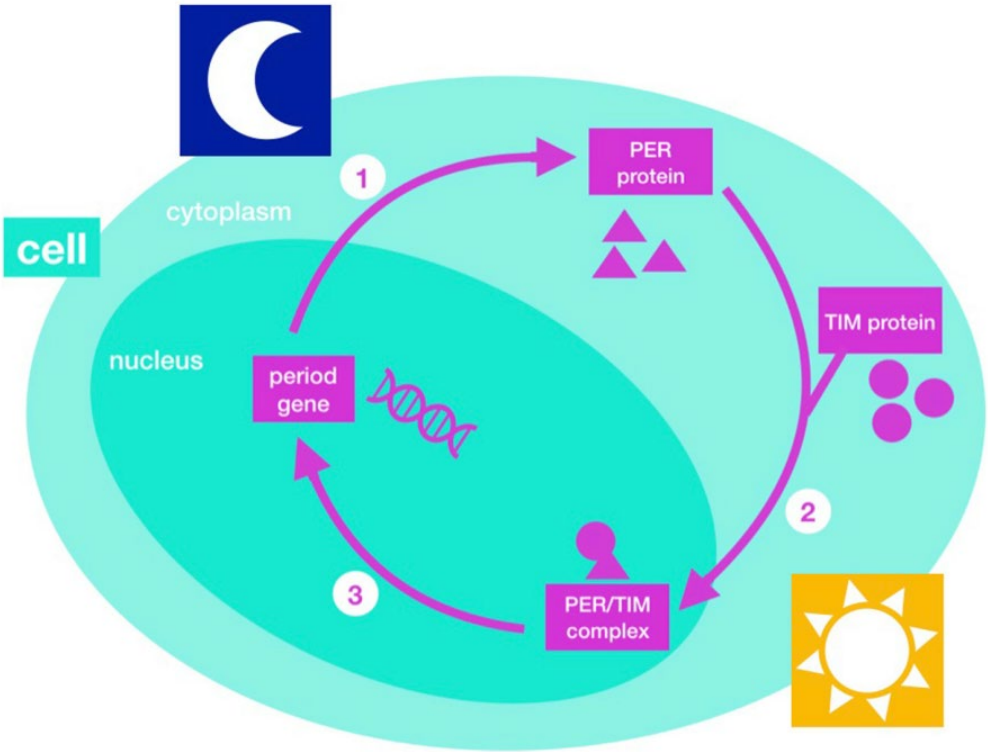
تنظیم ساعت‌ها با نور خورشید

درست مانند یک ساعت قدیمی، ساعت‌های زیستی باید هر روز با زمان صحیح تنظیم شوند. نور توسط سلول‌های پشت چشم ما که گیرنده‌های نوری نام دارند شناسایی می‌شود. اکثر گیرنده‌های نوری نور را تشخیص می‌دهند تا بتوانیم دنیای اطراف خود را ببینیم. اما، در سال ۲۰۰۲، نوع جدیدی از گیرنده‌های نوری کشف شد که سیگنال‌ها را مستقیماً به SCN می‌فرستد [١٥]. این گیرنده‌های نوری خاص سلول‌های گانگلیونی شبکیه حساس به نور ذاتی یا ipRGC نامیده می‌شوند. اگر ipRGCها کار کنند، حتی افراد نابینا می‌توانند ریتم‌های خود را با نور خورشید هماهنگ نگه دارند [١٦].

کنترل ژنتیکی ساعت زیستی

در سال ۱۹۷۱، سیمور بنزر[1] و رونالد کونوپکا[2] مگس سرکه عجیبی پیدا کردند که ریتم شبانه‌روزی آن تغییر یافته بود. محققان دریافتند که این مگس دارای جهش در یک ژن است که آن را *period* (ژن ساعت که پروتئین PER را کد می‌کند) نام‌گذاری کردند [١٣, ١٧]. این اولین شواهدی بود که نشان می‌داد ساعت‌های ما توسط ژن‌های ما کنترل می‌شوند. دانشمندان دریافتند که این ژن احتمالاً با تولید پروتئین PER در تنظیم ریتم شبانه‌روزی نقش داشته باشد، که سطح تولید آن در چرخه ٢٤ ساعته در نوسان است و مدام تولید و از بین می‌رود. در طول شب این ژن دستور تولید PER می‌دهد. PER در داخل سیتوپلاسم قرار دارد و به کمک پروتئینی به نام TIM وارد هسته می‌شود، جایی که ژن *period* در آنجا قرار دارد و تولید خود را مهار می‌کند. در طول روز، PER به آرامی از بین می‌رود. با نزدیک شدن به شب، مقدار PER در سلول به قدری کم می‌شود که کل چرخه دوباره شروع می‌شود و دسته جدیدی از PER ساخته می‌شود (شکل ۳). Jeffrey C. Hall، Michael Rosbash و

[1] Seymour Benzer
[2] Ronald Konopka



شکل۳. چرخ دنده‌های ساعت زیستی سطح پروتئین PER از یک چرخه ۲٤ ساعته پیروی می‌کند که در شب افزایش و در روز کاهش می‌یابد. (۱) پروتئین PER از ژن *period* در شب تولید می‌شود. (۲) در سیتوپلاسم، پروتئین PER با پروتئین TIM جفت می‌شود و به آن اجازه ورود به هسته را می‌دهد. (۳) هنگامی که PER در داخل هسته است، تولید خود را مهار می‌کند. وقتی سطح PER به زیر مقدار معینی می‌رسد، تولید PER دوباره افزایش می‌یابد. کل چرخه ۲٤ ساعت طول می‌کشد.

Michael W. Young جایزه معتبر نوبل را برای تحقیقات ریتم شبانه‌روزی خود در سال ۲۰۱۷ دریافت کردند [۱۸, ۱۹].

در سال ۱۹۹۷، محققان اعلام کردند که ژنی را که ساعت زیستی موش‌ها را کنترل می‌کند، جدا کرده‌اند و نشان دادند که موش‌هایی که از یک نسخه طبیعی از این ژن محروم شده‌اند، چرخه زیستی ۲٤ ساعته خود را از دست داده‌اند و به جای آن با چرخه ۲۵ ساعته شروع به کار کردند. علاوه بر این، زمانی که دانشمندان ژن طبیعی را بازیابی کردند، موش‌ها به چرخه ۲٤ ساعته بازگشتند. دانشمندان با تعیین مکان این ژن در موش‌ها، احتمال یافتن چنین ژنی در انسان را مطرح کردند. این ژن «ژن ساعت» نامگذاری شد. دانشمندان در جهت شناسایی و جداسازی ژن اقدام کردند. آنها دریافتند که نسخه طبیعی ژن ساعت، از ۲٤ اگزون (بخش‌های عملکردی ژن) تشکیل شده است. ژن جهش‌یافته از دست دادن یک اگزون را نشان داد که ظاهراً ساعت زیستی را کند می‌کند.

برخی از دانشمندان مطمئن نیستند که ساعت زیستی هر موجود زنده‌ای کاملاً درون‌زا باشد. آنها فکر می‌کنند که حتی در ثابت‌ترین شرایط آزمایشگاهی، موجودات زنده از چرخش زمین آگاه هستند و این بر «چرخ تعادل»[1] ساعت آنها تأثیر می‌گذارد. با این حال، بسیاری از دانشمندان معتقدند که چنین عوامل ژئوفیزیکی برای عملکرد ساعت‌های زیستی ضروری نیستند و ساعت‌ها احتمالاً درون‌زا هستند [۲].

سلول‌های کبد ساعت زیستی ما را کنترل می‌کنند

تا به حال، همگام‌سازی چرخه شبانه‌روزی در پستانداران به‌عنوان یک مکانیسم یک‌طرفه تصور می‌شد که در آن هسته‌های سوپراکیاسماتیک به‌تنهایی ساعت‌های محیطی را همگام می‌کردند. با این حال، دانشمندان به تازگی نشان داده‌اند که ساعت

[1] balance wheel

زیستی موش‌ها را می‌توان با وارد کردن سلول‌های کبد انسان در کبد حیوان دوباره برنامه‌ریزی کرد [۲۰]. آنها مشاهده کردند که چرخه روزانه این حیوانات معمولاً شب‌گرد دو ساعت پیشرفت کرده است. موش‌ها فعال‌تر شدند و دو ساعت قبل از شب شروع به تغذیه کردند، بنابراین تا حدی روزانه شدند. محققان بر این باورند که این تغییر از ساعت مرکزی موش‌ها ناشی می‌شود که توسط سلول‌های کبد انسان در این مدل حیوانی تحت کنترل قرار گرفته است. بنابراین این سلول‌ها می‌توانند بر کل فیزیولوژی ریتمیک حیوانات از جمله ساعت اندام‌های محیطی تأثیر بگذارند [۲۱].

یافته‌ها نشان می‌دهد که تغییر ساعت کبدی (برای مثال در شرایط بیماری‌زایی مانند سیروز) می‌تواند بر عملکرد هماهنگ‌سازی ساعت مرکزی تأثیر بگذارد. این امر به نوبه خود می‌تواند کل فیزیولوژی شبانه‌روزی، از جمله چرخه خواب-بیداری را تحت تأثیر قرار دهد و به ایجاد بیماری متابولیک سبب شود. همچنین بازگرداندن ریتم زیستی مختل شده کبد، می‌تواند برای کل متابولیسم بدن مفید باشد. در این میان لازم است مکانیسم‌های هورمونی و عصبی که این گفتگو بین مغز، کبد و ساعت زیستی را هدایت می‌کنند شناسایی شوند [۲۱].

چه چیزی‌هایی می‌توانند ریتم شبانه‌روزی را مختل کنند؟

اختلال در ریتم شبانه‌روزی می‌تواند در کوتاه‌مدت یا بلندمدت رخ دهد. کارشناسان تعدادی از انواع اختلالات ریتم شبانه‌روزی خواب و بیداری[1] (CRSWD) را بر اساس ویژگی‌ها و علل آنها شناسایی کرده‌اند [۲۲, ۲۳]:

- اختلال جت لگ: زمانی اتفاق می‌افتد که فرد در مدت‌زمان کوتاهی در چندین منطقه زمانی سفر کند. تا زمانی که ریتم شبانه‌روزی فرد نتواند به چرخه روز و شب مکان جدید خود عادت کند، احتمالاً از مشکلات خواب و خستگی ناشی از جت لگ رنج می‌برد.
- اختلال شیفت کاری: تعهدات کاری می‌تواند باعث اختلالات اساسی در ریتم شبانه‌روزی فرد شود. شیفت کاری که مستلزم کار در طول شب و خواب در روز است، برنامه خواب فرد را مستقیماً در تضاد با ساعات روز محلی قرار می‌دهد.
- اختلال فاز خواب پیشرفته[2] (ASWPD): افراد مبتلا به این نوع نادر اختلال متوجه می‌شوند که در شب، زود خسته می‌شوند و صبح خیلی زود از خواب بیدار می‌شوند. این افراد، حتی اگر بخواهند شب دیرتر بیدار باشند یا صبح دیرتر بخوابند، معمولاً نمی‌توانند این کار را انجام دهند. این افراد اگر اجازه داشته باشند در طول بازه زمانی موردنظر خود بخوابند، کیفیت و مدت خواب طبیعی خواهند داشت.
- سندرم فاز خواب و بیداری تأخیری[3] (DSWPD): در این نوع اختلال افراد کیفیت و مدت خواب طبیعی دارند، اما پنجره خواب آنها چندین ساعت دیرتر از جمعیت عمومی رخ می‌دهد. علت دقیق ناشناخته است، اما سندرم فاز خواب-بیداری تأخیری ممکن است به ژنتیک، شرایط فیزیکی زمینه‌ای و رفتار فرد مرتبط باشد.
- اختلال خواب-بیداری غیر ۲۴ ساعته[4] (N24SWD): در N24SWD افراد دارای طول‌مدت و کیفیت خواب طبیعی هستند، اما پنجره خواب آنها به تدریج هر روز دیرتر از روز قبل رخ می‌دهد. این اختلال معمولاً در افراد نابینا دیده می شود، و بازتاب‌کننده چرخه شبانه‌روزی است. این افراد قادر به دریافت نور محیطی و متعاقب آن ایجاد سیگنال مغزی نیستند.
- اختلال ریتم خواب و بیداری نامنظم[5] (ISWRD): افراد مبتلا به این اختلال نادر هیچ الگوی ثباتی برای خواب خود ندارند و حداقل سه دوره خواب جداگانه دارند که در طول روز پخش شده است، این ساعات اگر با هم جمع شوند، کل مدت خواب در یک دوره ۲۴ ساعته طبیعی است. ریتم خواب و بیداری نامنظم اغلب به شرایطی مرتبط است که بر مغز تأثیر می‌گذارد، مانند زوال عقل یا آسیب مغزی تروماتیک.

برخی از اختلالات شبانه‌روزی به رفتارهای فردی مربوط می‌شود، مانند سفر یا کار، که باعث می‌شود برنامه خواب و بیداری با

[1] circadian rhythm sleep-wake disorders
[2] advanced sleep wake phase disorder
[3] delayed sleep wake phase disorder
[4] non-24 hr sleep wake disorder
[5] irregular sleep wake rhythm disorder

ساعات طبیعی روز سازگار نباشد. سایر اختلالات ناشی از یک مشکل اساسی است که باعث ناتوانی در دریافت یا پردازش نشانه‌های محیطی می‌شود که ساعت زیستی بدن را تنظیم می‌کند. در شرایط خاص، ممکن است علل ژنتیکی دخیل باشد، یا ممکن است علت ناشناخته باشد.

پیامدهای اختلالات ریتم شبانه‌روزی

شیفت‌کاری یکی از شایع‌ترین علل اختلالات شبانه‌روزی در جامعه ما است که خطر ابتلا به بیماری‌های متابولیک قلبی و سرطان را افزایش می‌دهد. چندین مطالعه نشان داده‌اند که خطر ابتلا به سرطان سینه در میان زنانی که در شیفت شب کار می‌کردند، افزایش می‌یابد [۲۴-۲۶]. به نظر می‌رسد شیفت کاری نقش مهمی در ایجاد بیماری قلبی متابولیک دارد. اختلال شبانه‌روزی از طریق مدل‌های شیفت کاری در جوندگان، افزایش مقاومت به انسولین و چاقی و همچنین اختلال متابولیک را نشان داده است. شیفت‌های کاری زیاد منجر به افزایش خطر سکته مغزی، افزایش خطر ابتلا به فشار خون بالا و دیابت می شود [۲۷-۳۰].

شواهد فزاینده‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد اختلال شبانه‌روزی از طریق کارگران غیرشیفتی که جت لگ اجتماعی[1] را تجربه می‌کنند نیز می‌تواند خطر ابتلا به انواع بیماری‌های پزشکی را افزایش دهد. مطالعات اخیر همبستگی بین جت لگ اجتماعی و افزایش BMI[2] را نشان داده‌اند. در همین راستا، افراد دیابتی با زمان خواب و بیداری دیرتر، مشاهده شده است که کنترل گلوکز ضعیف‌تری دارند. افراد مبتلا به دیابت و حتی بدون دیابت با زمان خواب و بیداری دیرتر، مقاومت به انسولین بیشتری نشان می‌دهند [۹]. افرادی که خواب دیرتر داشتند، خطر ابتلا به دیابت بارداری را افزایش دادند.

به نظر می‌رسد که اختلال شبانه‌روزی نقش کلیدی در اختلالات زوال عصبی[3] بازی می‌کند. بیماری پارکینسون (PD) یک اختلال عصبی است که با کندی حرکت، سفتی و لرزش مشخص می‌شود. در این بیماران اختلالات خواب و بیداری، به ویژه تکه‌تکه شدن خواب و پرخوابی شایع هستند. اختلالات ریتم شبانه‌روزی نه‌تنها زمینه‌ساز این اختلالات خواب، بلکه پاتوفیزیولوژی PD نیز می‌باشد [۳۱]. متناوباً، اختلال در تنظیم شبانه‌روزی ممکن است نشانه‌ای از تخریب عصبی زمینه‌ای باشد، با این حال مکانیسم‌های زیربنایی این تغییرات شبانه‌روزی نامشخص است [۷, ۲۳]. بیماری آلزایمر (AD) یک اختلال عصبی پیشرونده است که با زوال پیشرونده شناختی مشخص می‌شود که معمولاً با اختلال در یادآوری حافظه شروع می‌شود [۳۲]. AD با افزایش سن همراه است و شایع‌ترین شکل زوال عقل در بزرگسالان است. تغییرات در سیستم شبانه‌روزی، به ویژه در ریتم خواب-بیداری، مدت‌هاست که در AD شناخته شده است. در افراد مسن سالم، کاهش دامنه ریتم استراحت/فعالیت، خطر بعدی ابتلا به زوال عقل را پیش‌بینی می‌کند. در افراد مبتلا به AD، افزایش تکه‌تکه شدن خواب و افزایش فعالیت در شب، همراه با افزایش چرت زدن و کاهش فعالیت در طول روز، وجود دارد. علاوه‌بر این، کاهش ثبات بین چرخه روزانه استراحت/فعالیت با شدت اختلال شناختی، اختلال عملکردی و اجتماعی، بی‌علاقگی و افسردگی مرتبط است. از طرف دیگر، اختلال شبانه‌روزی از طریق قرار گرفتن در معرض نور شبانه منجر به افزایش تخریب عصبی می‌شود [۷, ۲۳].

کرونوتراپی

درک زیست شناسی ریتم شبانه‌روزی برای پزشکی شخصی و دقیق مهم است. یکی از بهترین موارد مطالعه شده در مورد این زمینه‌ها، استفاده از زمان بندی خاص تجویز دارو برای درمان سرطان است که اغلب به‌عنوان کرونوتراپی شناخته می‌شود. زمان بندی فردی برای هر عامل شیمی درمانی متفاوت است. با این حال، آگاهی از این ویژگی‌ها منجر به افزایش توجه به زمان تجویز دارو در کارآزمایی‌های بالینی، با بهبود نتایج بیمار شده است. شواهدی در زمینه‌های دیگر پزشکی به غیر از سرطان‌شناسی وجود دارد که نشان می‌دهد زمان تجویز دارو می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر اثربخشی درمان داشته باشد [۷, ۲۳, ۳۳].

به عنوان مثال، فشار خون دارای یک الگوی شبانه‌روزی است که معمولاً در نیمه‌شب افت شبانه را نشان می‌دهد. به همین دلیل،

[1] جت لگ اجتماعی اصطلاحی است که برای تعریف تفاوت بین برنامه خواب و بیداری در روزهای کاری و روزهای غیر کاری استفاده می‌شود.

[2] Body mass index

[3] neurodegenerative disorders

بسیاری از مطالعاتی که به نقش کرونوتراپی در درمان پزشکی می‌پردازند، به زمان‌بندی داروهای ضد فشار خون پرداخته‌اند. تجویز داروها قبل از خواب نتایج را بهبود می‌بخشد، احتمالاً با بازگرداندن افت فیزیولوژیکی فشار خون [۲۳, ۳٤].

در محیط بخش مراقبت‌های ویژه (ICU)، تمرکز بر افزایش قرار گرفتن در معرض نور در طول روز نیز ممکن است یک ملاحظات مفید باشد. ملاتونین همچنین می‌تواند برای کمک به تنظیم مجدد ساعت شبانه‌روزی استفاده شود. سیگنال‌هایی از جمله پالس‌های تاریک، محرومیت از خواب یا فعالیت اجباری در طول دوره غیرفعال، که به‌عنوان «نشانه‌های غیرفوتیک[1]» شناخته می‌شوند، می‌توانند مستقیماً به‌عنوان سیگنال‌های تنظیم مجدد برای ساعت شبانه‌روزی عمل کنند [۳۵–۳۸].

چگونه یک ریتم شبانه‌روزی سالم را حفظ کنیم؟

در حالی که کنترل کامل بر ریتم‌های شبانه‌روزی امکان‌پذیر نیست، نکات خواب سالمی وجود دارد که می‌توان با رعایت آنها، این چرخه‌های خواب ۲٤ ساعته را بهتر به خود اختصاص داد [۱۰]:

- به دنبال خورشید باشید: قرار گرفتن در معرض نور طبیعی، به خصوص در اوایل روز، به تقویت قوی‌ترین نشانه شبانه‌روزی کمک می‌کند.
- از یک برنامه خواب ثابت پیروی کنید: تغییر زمان خواب یا زمان بیدار شدن صبحگاهی می‌تواند مانع از توانایی بدن شما برای سازگاری با یک ریتم شبانه‌روزی پایدار شود.
- ورزش روزانه داشته باشید: فعالیت در طول روز می‌تواند از ساعت درونی شما پشتیبانی کند و به راحت‌تر به خواب رفتن در شب کمک کند.
- از کافئین اجتناب کنید: محرک‌هایی مانند کافئین می‌توانند شما را بیدار نگه دارند و تعادل طبیعی بین خواب و بیداری را از بین ببرند. افراد با هم متفاوت هستند، اما اگر شب‌ها در خوابیدن مشکل دارید، باید بعدازظهر از مصرف کافئین خودداری کنید. کافئین با مسدود کردن عملکرد مولکولی به نام آدنوزین، خواب را به تأخیر می‌اندازد. در طول روز، با مصرف انرژی حاصل از شکستن مولکول‌های ادنوزین تری فسفات (ATP) مولکول آدنوزین آزاد می‌شود و باعث ایجاد حس خواب آلودگی می‌شود. وقتی آدنوزین در طول زمانی که فرد بیدار است، ایجاد می‌شود، یک مسیر سیگنالی ایجاد می‌کند که منجر به احساس خواب‌آلودگی می‌شود – در واقع همان مسیر سیگنالی که نور روی آن تأثیر می‌گذارد. نور سبب روشن شدن این مسیر می‌شود و آدنوزین آن را مهار می‌کند. سطح آدنوزین ما احتمالاً در هنگام غروب به بالاترین میزان خواهد رسید. آنتاگونیست‌های گیرنده آدنوزین مانند کافئین، این مسیر را مختل می‌کند، به طوری که احساس خواب آلودگی به تأخیر می‌افتد. [۳۹].
- نور را قبل از خواب محدود کنید: قرار گرفتن در معرض نور مصنوعی در شب می‌تواند در ریتم شبانه‌روزی اختلال ایجاد کند. کارشناسان توصیه می‌کنند قبل از خواب، چراغ‌ها را کم کنید و وسایل الکترونیکی را کنار بگذارید.
- چرت زدن را کوتاه و در اوایل بعدازظهر نگه دارید: چرت‌های دیرهنگام و طولانی می‌تواند زمان خواب شما را به تعویق بیندازد و برنامه خواب شما را از بین ببرد.
- اتاق خواب را برای خواب مساعد کنید: تنظیمات اتاق خواب شما می‌تواند بر عادات خواب و کیفیت خواب شما در شب تأثیر بگذارد. روی تشک راحت، ملافه و لوازم خواب سرمایه‌گذاری کنید.

ساعت شبانه‌روزی بیشترین حساسیت را به نور دارد. اجتناب از نور شدید ۲ ساعت قبل از خواب باعث می‌شود راحت‌تر به خواب بروید. اگر در به خواب رفتن مشکل دارید، ۲ ساعت قبل از اینکه بخواهید بخوابید، چراغ‌ها را کم کنید. اگر در شب خیلی زود خوابتان می‌آید، به یک منطقه با نور خوب بروید تا بیشتر احساس بیداری کنید. اگر به اندازه کافی نمی‌خوابید یا احساس خستگی می‌کنید، زودتر به رختخواب بروید تا به خواب مورد نیاز خود برسید. دیدن نور روشن در صبح به شما کمک می‌کند که راحت‌تر در شب به خواب بروید. دریافت نور روشن در مدت کوتاهی پس از بیدار شدن ممکن است به شما کمک کند هوشیارتر باشید.

زمین: سیاره‌ای که هرگز نمی‌خوابد

خورشید تنها منبع نور در سیاره زمین بوده است. تنها ۱۵۰ سال

[1] non-photic cues

پیش، توماس ادیسون لامپ را اختراع کرد. از آن زمان، سیاره ما مملو از نور است. ما دسترسی خود به نور را بدیهی می‌دانیم – به آسانی روشن کردن یک کلید برق است. با این حال، آیا باید کلید برق را با احتیاط بیشتری روشن کنیم؟ تحقیقات نشان می‌دهد که نور مصنوعی با ریتم شبانه‌روزی ما تداخل می‌کند [٤].

نور مصنوعی به این معنی است که می‌توانیم فعالیت‌های روز را تا شب گسترش دهیم. رستوران‌ها و مغازه‌ها در طول شب باز هستند. ما می‌توانیم تقریباً هر فعالیتی، از خواندن تا رانندگی، در هر ساعتی از روز انجام دهیم. مزایایی برای این وجود دارد. به‌عنوان مثال، دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی در همه زمان‌ها یک واقعیت نجات‌دهنده است. اما در مورد پزشکان و پرستارانی که در طول شب کار می‌کنند چطور؟ افرادی که در شب کار می‌کنند می‌باید چرخه خواب و بیداری خود را به عقب و جلو تغییر دهند و اغلب روزها را بدون دیدن نور طبیعی خورشید می‌گذرانند. این باعث می‌شود ساعت زیستی آنها ناهمگون شود سپس چیزهایی که به ساعت زیستی آنها بستگی دارد می‌باید مدیریت شود. ما باید تمام تلاش خود را انجام دهیم تا ساعت‌های شبانه‌روزی خود را به‌موقع نگه داریم [٤].

رنگ نور بر ریتم‌های شبانه‌روزی تأثیر می‌گذارد

نور آبی قوی‌ترین تأثیر را دارد. قرار گرفتن در معرض نور آبی (و نور سفید که حاوی نور آبی است) در طول دوره حساس می‌تواند به خواب رفتن و به خواب رفتن شما را دشوار کند. قرار گرفتن در معرض نور سفید در طول روز می‌تواند اثرات مثبتی از جمله افزایش هوشیاری و خلق‌وخو داشته باشد. گویا نور قرمز تأثیری بر ساعت شبانه‌روزی ندارد، احتمالاً می‌توان از نور قرمز کم نور در شب استفاده کرد. نور زرد و نارنجی تأثیر کمی بر ساعت دارند. امواج نور آبی از چراغ‌های فلورسنت و LED و صفحه نمایش‌های الکترونیکی با نور پس‌زمینه در تلویزیون‌ها، رایانه‌ها، تبلت‌ها و تلفن‌های همراه ساتع می‌شوند. اگر یک صفحه LED را بعد از تاریک شدن هوا روشن کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ نور آبی توسط ipRGC های شما شناسایی می‌شود، که نمی‌توانند تشخیص دهند که نور آبی از خورشید نیست. بنابراین، مغز شما همان سیگنال را دریافت می‌کند: «روز است، بیدار بمان». SCN با مهار تولید هورمونی به نام ملاتونین که باعث خواب آلودگی ما می‌شود، پاسخ می دهد [٤٠]. وقتی خورشید غروب می‌کند، دیگر نور آبی طبیعی در اطراف وجود ندارد و بنابراین ملاتونین تولید می‌شود و ما خواب آلود می‌شویم [٤, ١٩]. به یاد داشته باشید، قرار گرفتن در معرض این صفحه‌های روشن در طول دوره حساس می‌تواند خواب شما را در شب دشوار کند یا می‌تواند شما را خیلی زود بیدار کند. به خصوص اگر مشکل خواب دارید، در دوران حساس از این نورها اجتناب کنید.

برای جلوگیری از گیج شدن ساعت‌های شبانه‌روزی خود، باید سعی کنیم بعد از تاریک شدن هوا از وسایل الکترونیکی استفاده نکنیم. حتی ممکن است بهتر باشد آنها را برای شب در اتاق دیگری قرار دهید. این ممکن است سخت به نظر برسد، اما تنها یک شب از دست دادن خواب و سردرگمی شبانه‌روزی می‌تواند اثرات جدی بر بدن و ذهن داشته باشد.

نتیجه‌گیری

ساعت زیستی به‌عنوان حقیقت مهمی از سازماندهی زمانی پیچیده زندگی است. تنظیم دقیق فرآیندهای فیزیولوژیکی، از متابولیسم تا بیان ژن، نقش ضروری آن را در حفظ عملکرد هماهنگ موجودات زنده برجسته می‌کند. فعل و انفعال ژن‌های ساعت و محصولات پروتئینی آنها پایه و اساس این مکانیسم زمان‌سنجی داخلی را تشکیل می‌دهد و ریتم ٢٤ ساعته‌ای را ایجاد می‌کند که با محیط خارجی هماهنگ می‌شود. توانایی ساعت سلولی برای جذب نشانه‌های خارجی، مانند چرخه‌های روشنایی–تاریکی، همسویی با الگوهای چرخه‌ای زمین را تضمین می‌کند. اختلال در این هماهنگ‌سازی می‌تواند پیامدهای عمیقی برای سلامت انسان داشته باشد (از اختلالات متابولیک گرفته تا اختلالات خلقی). علاوه‌بر این، فعالیت هماهنگ ساعت سلولی در سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌های مختلف، یک تنظیم زمانی هماهنگ را در سراسر ارگانیسم ایجاد می‌کند. ضربان‌ساز مرکزی، هسته سوپراکیاسماتیک، به‌عنوان هادی عمل می‌کند و انسجام زمانی بین عملکردهای مختلف فیزیولوژیکی را تضمین می‌نماید. درک مکانیسم‌های زیربنای ساعت سلولی بیولوژیکی، راه‌های هیجان انگیزی را برای تحقیقات و کاربردهای بالقوه باز می‌کند. یک دورنمای بهینه‌سازی درمان‌ها را از طریق کرونوتراپی ارائه می‌دهد. علاوه‌بر این، درک ما از تعادل ظریف بین زمان‌سنجی داخلی

و دنیای بیرونی همیشه در حال تغییر را عمیق‌تر می‌کند. در کشف اسرار ساعت زیستی، ما بینش‌هایی در مورد ماهیت اساسی زمان در سیستم‌های زنده به‌دست می‌آوریم. این ساعت، یک گواهی بر پیچیدگی و دقت فرایندهای زیستی دارد و بر نیاز به کاوش و تحقیق بیشتر برای درک کامل و استفاده از پتانسیل این مکانیسم زمان‌سنجی خارق‌العاده تأکید می‌کند.

منابع و مؤاخذ

[1]. Vitaterna, M.H., J.S. Takahashi, and F.W. Turek, Overview of circadian rhythms. Alcohol Res Health, 2001. 25(2): p. 85-93.

[2]. biological rhythm. Available from: https://kids.britannica.com/students/article/biological-clock/273219.

[3]. Brainard, J., et al., Health implications of disrupted circadian rhythms and the potential for daylight as therapy. Anesthesiology, 2015. 122(5): p. 1170-1175.

[4]. Addison, K.F. and J.J. Harris, How do our cells tell time? . Front. Young Minds, 2019. 7(5): p. 1-8.

[5]. Sollars ,P.J. and G.E. Pickard, The Neurobiology of Circadian Rhythms. Psychiatr Clin North Am, 2015. 38(4): p. 645-665.

[6]. J, A.K.a.H., How Do Our Cells Tell Time? Front. Young Minds., 2019. 7.(٥)

[7]. Logan, R.W. and C.A. McClung, Rhythms of life: circadian disruption and brain disorders across the lifespan. Nat Rev Neurosci, 2019. 20(1): p. 49-65.

[8]. Aschoff, J., Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. Cold Spring Harb Symp Quant Biol, 1960. 25: p. 11-28.

[٩]. میترا پیرحقی، محمد فرهادی، علی اکبر موسوی موحدی "سبک زندگی و پزشکی خواب" نشریه نشا علم، مجلد٦، شماره٢ ، صفحات ١٠٣-١١٣ سال ١٣٩٥

[10]. Dimitriu, E.S.a.A. Circadian Rhythm: What it is, what shapes it, and why it's fundamental to getting quality sleep. 2023; Available from: https://www.sleepfoundation.org/circadian-rhythm.

[11]. Circadian Rhythms. Available from: https://nigms.nih.gov/education/fact-sheets/Pages/circadian-rhythms.aspx.

[12]. Moosavi-Movahedi, F. and R. Yousefi, Good Sleep as an Important Pillar for a Healthy Life, in Rationality and Scientific Lifestyle for Health, A.A. Moosavi-Movahedi, Editor. 2021, Springer International Publishing: Cham. p. 167-195.

[13]. Ishida, N., M. Kaneko, and R. Allada, Biological clocks. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1999. 96(16):p. 8819-8820.

[14]. Dibner, C. and U. Schibler, Circadian timing of metabolism in animal models and humans. J Intern Med, 2015. 277(5): p. 513-527.

[15]. Berson, D.M., Strange vision: ganglion cells as circadian photoreceptors. Trends Neurosci, 2003. 26(6): p. 314-320.

[16]. Czeisler, C.A., et al., Suppression of melatonin secretion in some blind patients by exposure to bright light. N Engl J Med, 1995. 332(1): p. 6-11.

[17]. Konopka, R.J. and S. Benzer, Clock mutants of Drosophila melanogaster. Proc Natl Acad Sci U S A :(٩)٦٨ .١٩٧١ ,p. 2112-2116.

[18]. Klarsfeld, A., S. Birman, and F. Rouyer, [Nobel time for the circadian clock - Nobel Prize in Medicine 2017: Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash and Michael W. Young]. Med Sci (Paris), 2018. 34(5): p. 480-484.

[١٩]. مرجان سلیمان پور، رضا یوسفی ، علی اکبر موسوی موحدی "ملاتونین :آنتی اکسیدان محصول خواب با کیفیت" نشریه نشا علم، مجلد٧، شماره٢ ، صفحات ١٠٧-١١٥ سال ١٣٩٦

[20]. Delbès, A.-S., et al., Mice with humanized livers reveal the role of hepatocyte clocks in rhythmic behavior. Science Advances. 9(20): p. eadf2982.

[21]. Liver Cells Control our Biological Clock. Available from: https://u-paris.fr/en/liver-cells-control-our-biological-clock./

[22]. Zee, P.C. and M.V. Vitiello, Circadian Rhythm Sleep Disorder: Irregular Sleep Wake Rhythm Type. Sleep Med Clin, 2009. 4(2): p. 213-218.

[23]. Abbott, S.M., R.G. Malkani, and P.C. Zee, Circadian disruption and human health: A bidirectional relationship. Eur J Neurosci, 2020. 51(1): p. 567-583.

[24]. Straif, K., et al., Carcinogenicity of shift-work ,painting, and fire-fighting. Lancet Oncol, 2007. 8(12): p. 1065-1066.

[25]. Menegaux, F., et al., Night work and breast cancer: a population-based case-control study in France (the CECILE study). Int J Cancer, 2013. 132(4): p. 924-931.

[26]. Hansen, J. and C.F .Lassen, Nested case-control study of night shift work and breast cancer risk among women in the Danish military. Occup Environ Med, 2012. 69(8): p. 551-556.

[27]. Brown, D.L., et al., Rotating night shift work and the risk of ischemic stroke. Am J Epidemiol , 2009 :(١١)١٦٩ .p. 1370-1377.

[28]. Pan, A., et al., Rotating night shift work and risk of type 2 diabetes: two prospective cohort studies in women. PLoS Med, 2011. 8(12): p. e1001141.

[29]. Forman, J.P., G.C. Curhan, and E.S. Schernhammer, Urinary melatonin and risk of incident hypertension among young women. J Hypertens, 2010. 28(3): p. 446-451.

[30]. McMullan, C.J., et al., Melatonin secretion and the incidence of type 2 diabetes. Jama, 2013. 309(13): p. 1388-1396.

[31]. Lauretti, E., et al., Circadian rhythm dysfunction: a novel environmental risk factor for Parkinson's disease. Mol Psychiatry, 2017. 22(2): p. 280-286.

[32]. Jack, C.R., Jr. and D.M. Holtzman, Biomarker modeling of Alzheimer's disease. Neuron, 2013. 80(6): p. 1347-1358.
[33]. Innominato, P.F., F.A. Lévi, and G.A. Bjarnason, Chronotherapy and the molecular clock: Clinical implications in oncology. Adv Drug Deliv Rev, 2010. 62(9-10): p. 979-1001.
[34]. Kaur, G., et al., Timing is important in medication administration: a timely review of chronotherapy research .Int J Clin Pharm, 2013. 35(3): p. 344-358.
[35]. Barger, L.K., et al., Daily exercise facilitates phase delays of circadian melatonin rhythm in very dim light. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2004. 286(6): p. R1077-1084.
[36]. Miyazaki, T., et al., Phase-advance shifts of human circadian pacemaker are accelerated by daytime physical exercise. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2001. 281(1): p. R197-205.
[37]. Fan, E.P., et al., Abnormal environmental light exposure in the intensive care environment .J Crit Care, 2017. 40: p. 11-14.
[38]. Nagtegaal, J.E., et al., Delayed sleep phase syndrome: A placebo-controlled cross-over study on the effects of melatonin administered five hours before the individual dim light melatonin onset. J Sleep Res, 1998. 7(2): p.135-143.
[39]. BURKE, K.L. Fixing Broken Biological Clocks. 2021; Available from: https://www.americanscientist.org/article/fixing-broken-biological-clocks.
[40]. Pilorz, V., et al., Melanopsin Regulates Both Sleep-Promoting and Arousal-Promoting Responses to Light. PLoS Biol, 2016. 14(6): p. e1002482.

مروری بر بسته‌بندی هوشمند و فعال در صنایع غذایی

منصوره مظاهری[1,*]، معصومه محمودی میمند[1]

چکیده

ظهور بسیاری از فراورده‌های غذایی جدید در بازار، همراه با نیاز مصرف‌کننده برای پایش مداوم کیفیت آنها تا زمان مصرف، همچنین نیاز برای کاهش فساد مواد غذایی در مدت زمان نگهداری و افزایش ماندگاری، منجر به گسترش برخی فناوری‌های جدید در بسته‌بندی شده است. در طی قرن گذشته شاهد نوآوری‌هایی در این زمینه از قبیل بسته‌بندی هوشمند و بسته‌بندی فعال بوده است. مزایای بسته‌بندی هوشمند شامل ردیابی نقص‌ها، پایش کیفیت و ردیابی محصولات غذایی بسته‌بندی شده برای کنترل شرایط نگهداری از مرحله تولید تا مرحله مصرف با استفاده از سنسورها و شاخص‌های مختلف از قبیل شاخص‌های زمان-دما، شاخص‌های گازی، سنسورهای رطوبت، سنسورهای چشمی زیستی، رنگ‌سنجی و الکتروشیمیایی است. بسته‌بندی فعال، با استفاده از سیستم‌های جذب و انتقال مواد مختلف مانند دی‌اکسیدکربن، اکسیژن و اتانول، به افزایش زمان ماندگاری محصول کمک می‌کند. با وجود مزایای فراوان برای این نوع بسته‌بندی‌ها، موضوعات مهمی مانند هزینه، بازاریابی، مقبولیت مصرف‌کننده، ایمنی و کیفیت ارزیابی حسی ماده غذایی و ایمنی محیط زیستی در ارتباط با این فناوری‌ها وجود دارد که حل‌شدن این مسائل و افزایش مصرف این بسته‌بندی‌ها در صنایع غذایی، نیازمند انجام تحقیقات و بررسی‌های بیشتر است. هدف این مقاله، مرور این دو نوع بسته‌بندی و همچنین وضعیت و جایگاه کشور در استفاده از آنها می‌باشد.

واژگان کلیدی: بسته‌بندی هوشمند، بسته‌بندی فعال، مواد غذایی، کیفیت ماده غذایی

* عهده‌دار مکاتبات: استادیار، تلفن و نمابر: ۰۲۶-۳۲۸۲۳۷۱۶، نشانی الکترونیکی: m_mazaheri@standard.ac.ir

[1] پژوهشکده صنایع غذایی و فرآورده‌های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

مقدمه

امروزه تغییر سبک زندگی مصرف‌کنندگان باعث افزایش تقاضا برای فراورده‌های سالم، تمیز، تازه، با کیفیت بالا، با فراوری کم و آماده مصرف با زمان ماندگاری طولانی‌تری شده است [۱]. هر ماده غذایی، دارای سیستم زیستی فعال است، لذا اکسید می‌شود، رطوبت و رنگ آن تغییر می‌کند، گاز تولید می‌کند و ویژگی‌های آن مانند ظاهر، طعم، بو، تازگی و کیفیت تغییر می‌کند. بسته‌بندی فعال و هوشمند برای اولین بار در اواسط دهه ۱۹۷۰ در ابتدا در صنعت داروسازی و سپس در صنایع غذایی در ژاپن و در دهه ۱۹۹۰ در اروپا و آمریکا مورد توجه قرارگرفت [۲].

مفاهیم جدید بسته‌بندی‌های فعال و هوشمند، با ارائه راه‌حل‌های خلاقانه و متنوع در خصوص افزایش ماندگاری یا حفظ، بهبود و ردیابی کیفیت و ایمنی غذا، نقش مهم و رو به افزایشی در صنعت بسته‌بندی و ایجاد فرصت‌های مناسب در بازارهای تجاری جدید ایفا می‌کنند [٤، ۳].

بسته‌بندی هوشمند

بسته‌بندی هوشمند ابزاری عالی برای کنترل کیفیت محصول، پیش‌بینی، احراز هویت، شناسایی تقلب، شفافیت برند، توانمندسازی مصرف‌کننده و بهبود تجربه خرید با استفاده از یک شناساگر خارجی یا داخلی است که پارامترهای خاص محیط داخلی و/یا محیط خارجی محصول را در طول چرخه عمر محصول کنترل کرده و تولیدکننده، فروشنده یا مصرف‌کننده را از کیفیت و وضعیت ایمنی آن و تغییرات، در حین نگهداری و توزیع، بدون نیاز به بازکردن آن در هر زمان مطلع می‌کند [٥، ٦] و می‌تواند دارای اطلاعاتی در مورد ترکیب جو، تغییرات و نوسانات دما، محتوای اکسیژن یا دی‌اکسیدکربن و سطح pH باشد [۷]. برچسب‌های هوشمند با قرارگیری در محیط بسته‌بندی به‌صورت خودکار فعال شده و جایگزین بسیار مناسبی بجای چاپ تاریخ تولید روی محصولات می‌باشد. مثل برچسب‌هایی که با قرارگیری در بسته حاوی گوشت قرمز با گذر زمان تغیر رنگ داده و در صورتی که تاریخ انقضا محصول برسد، رنگ سنسور به شدت تغییر می‌کند و مصرف‌کننده از خرید آن خودداری می‌نماید. از جمله مزایای این روش نسبت به چاپ تاریخ تولید می‌توان به امکان دنبال‌کردن و بررسی دما و شرایط نگهداری محصول حین انبارش و بسته‌بندی اشاره کرد. در این بسته‌بندی از حسگرهای شیمیایی یا زیستی برای نظارت بر کیفیت و ایمنی غذا از زمان تولید تا مصرف، استفاده می‌کنند [۸] که می‌تواند در مواد غذایی، دارویی و بسیاری از انواع دیگر محصولات استفاده شود. در حال حاضر، کارکردهای بسته‌بندی هوشمند عمدتاً با روش‌های زیر تحقق می‌یابد:

الف- نشانگرها

نشانگرهای مختلف شامل نشانگر زمان/دما، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، رنگ، پاتوژن، تازگی، شکستگی و نشت از جمله مواردی هستند که در بسته‌بندی هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند [۹،۱۰]. محبوب‌ترین شاخص‌ها، زمان، دما، تازگی، نشت، رطوبت و اکسیژن هستند [۱۱]، اما با توجه به اینکه دما و گازها عوامل مهم مؤثر در سرعت وقوع تغییرات نامطلوب فیزیکی و شیمیایی و تغییرات ناشی از میکروارگانیسم‌ها در یک فرآورده غذایی هستند، بسته‌بندی هوشمند اغلب دارای نشانگرهای تاریخچه دما و زمان عملیاتی [۱٦-۱۲] یا نشانگرهای گاز [۱۹-۱۷] می‌باشند. عملکرد نشانگرهای تازگی و وجود گاز بر اساس نظارت بر شرایط داخل بسته‌بندی است. نشانگرهای دما/زمان در قسمت بیرونی بسته نصب شده‌اند که با استفاده از تغییرات رنگ نشانگر، شرایط نگهداری با معیار دما و زمان را محاسبه می‌کنند [۸،۲۰]. به‌طور مثال در صورتی‌که ماده غذایی به‌مدت ۵ دقیقه تحت اکسیژن قرار بگیرد با تغییر جزئی رنگ نشانگر، مصرف‌کننده را آگاه می‌کند و در صورت وجود اکسیژن بیشتر در بسته‌بندی، این تفاوت رنگی بیشتر ملموس خواهد بود.

ب- حسگرها

حسگرها در تشخیص، مکان‌یابی و اندازه‌گیری انرژی یا ماده استفاده شده و با دادن یک سیگنال خروجی پیوسته عمل می‌کنند. این سیگنال می‌تواند برای اندازه‌گیری محرک‌های فیزیکی یا شیمیایی که به آنها پاسخ می‌دهد، تفسیر شود. اکثر حسگرها دارای یک گیرنده و یک مبدل هستند. حسگرها بسته به محرک‌های پاسخشان، شامل حسگرهای شیمیایی، گازی و زیستی هستند. در حسگرهای شیمیایی از پوشش‌های انتخابی شیمیایی که می‌توانند یک ماده شیمیایی خاص را روی سطح خود جذب کنند و حضور، ترکیب، فعالیت یا غلظت آن را تشخیص دهند، استفاده می‌شود. نانومواد ساخته‌شده از کربن مانند گرافن، نانولوله‌های

کربنی و نانوالیاف کربنی، به‌عنوان حسگرهای شیمیایی برای شناسایی آلاینده‌های شیمیایی، عوامل بیماری‌زا و ایجادکننده فساد و همچنین برای ردیابی محصولات یا ترکیبات تشکیل‌دهنده از طریق زنجیره پردازش استفاده می‌شوند. در حسگرهای گازی که برای تشخیص مواد گازی مانند اکسیژن، بخار آب، دی‌اکسید کربن، اتیلن در داخل بسته‌بندی استفاده می‌شوند، به‌صورت کمی و برگشت‌پذیر با تغییر پارامترهای فیزیکی حسگر به حضور ماده مورد بررسی گازی پاسخ داده می‌شود. حسگرهای زیستی برای شناسایی و انتقال اطلاعات در مورد واکنش‌های زیستی محصول استفاده می‌شوند [۱۷، ۷] و وضعیت میکروبیولوژیکی غذا و فعالیت آنزیم را پایش کرده و قادر به تشخیص آنزیم‌ها، آنتی‌ژن‌ها، میکروارگانیسم‌ها، هورمون‌ها یا اسیدهای نوکلئیک هستند. آنها دارای یک مبدل الکتروشیمیایی بوده که سیگنال‌های زیستی را به الکتریکی تبدیل می‌کند. حسگرهای زیستی در داخل بسته قرار می‌گیرند یا به‌طور یکپارچه به خود بسته متصل می‌شوند [۲٤-۲۱].

پ- سیستم‌های شناسایی فرکانس رادیویی ۱ (RFID)

برچسب RFID، سیستم شناسایی خودکار مبتنی بر بارکدها و برچسب‌های تشخیص فرکانس رادیویی است که برای شناسایی اقلام و جمع‌آوری داده‌ها بدون دخالت انسان استفاده می‌شود. بارکدهای RFID دارای تعدادی شماره شناسایی هستند که در پایگاه داده‌های خود ذخیره می‌شوند و با بازیابی اطلاعات مربوط به آن شماره از پایگاه داده، عمل می‌کنند و به دو دسته فعال و غیرفعال تقسیم می‌شوند. برچسب فعال با برق تأمین‌شده توسط یک باتری داخلی کار می‌کند و سیگنال را به دریافت‌کننده ارسال می‌کند. و حتی اطلاعات تغذیه، دما و دستورالعمل‌های پخت‌وپز را پوشش می‌دهد. برچسب غیرفعال از یک آنتن سیم‌پیچی تشکیل شده است که در تماس با امواج رادیویی ساطع شده از دریافت‌کننده، میدان مغناطیسی تولید می‌کند و از این‌رو قدرتی برای انتقال اطلاعات به گیرنده ایجاد می‌کند.

برچسب‌های RFID امکان مدیریت انبار، ردیابی محصول در سرتاسر زنجیره تأمین از تولیدکننده تا مصرف‌کننده و ارتقاء کیفیت و ایمنی را فراهم می‌کنند [۲۵]. این برچسب، اطلاعات ضروری در مورد محصول بسته‌بندی شده را به مصرف‌کننده ارائه می‌دهد و محصول را در برابر سرقت ایمن کرده و همچنین برای نظارت بر دما، رطوبت، شرایط میکروبیولوژیکی مواد غذایی و ماندگاری به‌کار می‌رود [۲٦]. به‌دلیل استفاده از یک تراشه بسیار نازک ادغام‌شده با برچسب، حاوی یک حافظه، می‌توان این سیستم را روی هر حاملی (به‌عنوان مثال فویل یا کاغذ) قرار داد. این برچسب‌ها ادامه فناوری بارکدهایی هستند که معمولاً در خرده‌فروشی استفاده می‌شوند. اما برخلاف کدهای استاندارد، می‌توان آنها را در مکان‌هایی که برچسب بارکد را به‌دلیل شرایط محیطی نامطلوب (رطوبت نسبی بالا، دمای پایین، خاک)، نمی‌توان قرار داد، استفاده کرد [۲۰،۲۷]. نقطه‌ضعف آنها گرانی و نیاز به یک شبکه اطلاعات الکترونیکی قدرتمندتر است [۱۲].

بسته‌بندی فعال

در این بسته‌بندی از یک لایه فعال یا ساشه‌های حاوی ترکیبات فعال موجود در بسته‌بندی استفاده می‌شود. آنها با آزاد کردن ترکیبات مفید در بسته‌بندی مثل مواد نگهدارنده یا طعم‌دهنده، حذف یا جذب ترکیبات نامطلوب، کنترل دمای محصول با استفاده از اجزای خودگرم شونده و خود خنک شونده و یا جلوگیری از رشد میکروبی عمل می‌کنند. برای افزایش ماندگاری و حفظ بافت و رنگ محصول غذایی، ترکیب هوای اطراف آن را با گازهایی مانند نیتروژن، دی‌اکسیدکربن و اکسیژن اصلاح می‌کنند. مواد غذایی فاسد شدنی مانند میوه‌های تازه، سبزیجات، گوشت و ماهی با این روش عمل‌آوری می‌شوند. یکی از راه‌های حفظ رنگ گوشت قرمز در طول‌عمر مفید آن، بسته‌بندی در فضایی با ۸۰ درصد اکسیژن و ۲۰ درصد دی‌اکسیدکربن که اکسیژن موجب حفظ رنگ قرمز و دی اکسیدکربن مانع از رشد باکتری‌های فاسدکننده می‌شود [۲۸].

آب اضافی، اکسیداسیون و رشد میکروبی دلایل اصلی از دست‌دادن کیفیت و ایمنی مواد غذایی در طول تولید، فرآوری، حمل‌ونقل و ذخیره‌سازی هستند، زیرا باعث کاهش کیفیت غذا و ماندگاری محصولات و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های ناشی از غذا می‌شوند. بسته‌بندی فعال شرایط محیطی را در مواد غذایی بسته‌بندی شده تغییر داده، عمر مفید را افزایش می‌دهد و ایمنی میکروبیولوژیکی و خواص حسی غذا را حفظ می‌کند. در این بسته‌بندی برای بهبود عملکرد، مواد کمکی داخل یا روی ماده

[1] Radiofrequency Identification

بسته‌بندی و یا فضای بالایی آن وارد شده‌اند که می‌توانند با فرآورده تعامل کرده و موادی را از غذای بسته‌بندی‌شده یا محیط اطراف آزاد جذب کنند [۳۰ ،۲۹] و از تغییرات نامطلوب در کیفیت غذا در طول توزیع و نگهداری آن جلوگیری کرده یا آنها را مهار کنند، لذا زمان ماندگاری محصول افزایش می‌یابد [۳۱،۳۲]. از مزایای این بسته‌بندی، کاهش فعالیت مهاجرت ذرات از فیلم به مواد غذایی است [۳۳].

بسته‌بندی فعال شامل بسته‌بندی مهارکننده فعال و بسته‌بندی آزادکننده فعال می‌باشد. نوع مهارکننده، بر پایه جذب و از بین بردن مواد نامطلوب از محیط داخل بسته است [۳٤] که بسته به نوع محصول، عمدتاً جاذب رطوبت [۱،۳۵]، جاذب اتیلن [۳٦،۳۷]، جاذب اکسیژن [۳۸] یا جاذب دی‌اکسیدکربن [۳۹،٤۰] و بوهای نامطلوب است [٤۱]. متداول‌ترین فناوری این بسته‌بندی، جاذب‌های اکسیژن و جاذب‌های رطوبت هستند. پلیمرهای پیش‌فرض مورد استفاده برای این منظور نمک‌های پلی‌اکریلات و کوپلیمرهای پیوندی نشاسته می‌باشند. جاذب‌های رطوبت روشی مؤثر برای کنترل تجمع آب اضافی در داخل بسته‌بندی‌های مواد غذایی با محتوای آب بالا مانند گوشت، ماهی، مرغ و محصولات تازه هستند که برای مهار رشد باکتری‌ها و اختلال در رشد کپک‌ها به‌کار می‌روند. نوع دوم بر اساس رهاسازی مواد مورد نظر مانند انتشاردهنده‌های عطر، افزودنی‌های غذا، تنظیم‌کننده رطوبت و اسیدیته و مواد زیستی فعال که با رشد میکروارگانیسم‌ها مقابله می‌کنند، در داخل بسته‌بندی عمل می‌کند. پرمصرف‌ترین موارد استفاده، انتشاردهنده دی‌اکسیدکربن [٤۲،٤۳] و انتشاردهنده دی‌اکسید گوگرد [۱] می‌باشند.

انواع دیگر بسته‌بندی‌های فعال، شامل بسته‌های با خاصیت ضدباکتریایی، و بسته‌بندی دارای محافظ رنگ محصول می‌باشند [٤٤].

بسته‌بندی خودگرم شونده نوع دیگری از بسته‌بندی فعال است که مواد غذایی را بدون منبع حرارت خارجی گرم می‌کند. این فناوری به‌دلیل تقاضا برای آماده‌سازی راحت مواد غذایی و تغییر در سبک زندگی مصرف‌کنندگان، بازار قابل‌توجهی را به‌دست آورده است. انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۳۰، سهم بازار جهانی این نوع بسته‌بندی به حدود ۸۹.۱۰ میلیارد دلار برسد [٤٥]. مشکلات مهم مرتبط با این نوع بسته‌بندی شامل هزینه، گرمایش غیر یکنواخت محتویات و اشغال فضای بیشتر است [٤٥]. در این فناوری کف قوطی/کیسه فشار داده می‌شود و مقدار کمی آب آزاد شده و با نمکی مانند اکسید کلسیم یا منیزیم مخلوط می‌شود. نتیجه این یک واکنش گرمازا ایجاد حرارت در محصول است که انرژی را به محیط اطراف منتقل می‌کند [٤٦].

بسته‌بندی هوشمند و فعال در ایران

طراحی بسته‌بندی هوشمند و فعال در ایران با موانعی همراه است، زیرا فاصله نیاز جامعه در شرایط کنونی و شرایط روز دنیا بسیار زیاد است و در بهترین شرایط تقاضا، همچنان نقاط ضعف و قوت در بخش طراحی، تولید و کاربرد وجود دارد. کمبود مهارت کافی طراح، نبود و معضلات زیرساخت لازم، عدم شناسایی صحیح بازار هدف و اختلاف قیمت این بسته‌بندی‌ها با بسته‌بندی‌های موجود در بازار از دیگر دلایل است.

با توجه به جدید بودن موضوع بسته‌بندی هوشمند، واحد تولیدکننده صنعتی این محصولات در کشور وجود ندارد. مطالعه همه جانبه وضعیت بسته‌بندی‌های نوین در کشور و تحلیل نقاط قوت و ضعف آن و ترسیم نقشه راهی بلندمدت برای حمایت از صنعت بسته‌بندی در کشور با توجه به اینکه در آینده بسیاری از مصرف‌کنندگان به تبعات زیست‌محیطی صنعت بسته‌بندی حساسیت بیشتری از خود نشان خواهند داد، بسیار مهم است. از این‌رو تمرکز بر روی بسته‌بندی سازگار با محیط زیست و ایمن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [٤۷].

در کشور ما در نسل اول بسته‌بندی به‌صورت بسته‌بندی در خلا تجربه شد. در گام بعدی علاوه‌بر خروج گاز اکسیژن، گازهای بی‌اثر نظیر دی‌اکسیدکربن یا نیتروژن وارد بسته‌بندی شد. سپس ترکیباتی نظیر رطوبت‌گیر یا اکسیژن‌گیر اضافه شد. در حال حاضر جاذب‌ها و ترکیباتی به‌صورت افزودنی به بدنه بسته‌بندی‌ها اضافه می‌شوند که ماندگاری را افزایش می‌دهند. هر محصول غذایی به ترکیب ویژه‌ای از گازها نیاز دارد تا ماندگاری محصول درون بسته‌بندی به بیشینه مقدار خود برسد، مثلاً شرایط گازی داخل بسته‌بندی خیار متفاوت از شرایط گیلاس است. لذا بر حسب محصول، مطالعات و تحقیقات خاصی برای بسته‌بندی هوشمند لازم است. همچنین پژوهش‌هایی در ایران در این مورد انجام شده که تجاری نشده‌اند. از جمله «تولید بسته‌بندی هوشمند بر پایه صمغ درخت هلو و کورکومین به‌منظور تشخیص فساد ماهی» که هدف آن تعیین فرمولاسیون مطلوب و ساخت بسته‌بندی

زیست‌تخریب‌پذیر با ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مناسب و همچنین تشخیص فساد ماهی بوده است [٤٨] یا توسط مؤسسه تحقیقات شیلات ایران از باقیمانده‌های میگو، ماهی و جلبک‌ها ، نانوالیاف با قابلیت کاربرد در بسته‌بندی هوشمند تهیه شده است. اما در کشور هنوز جای پژوهش در این زمینه بسیار است و باید در مورد تجاری‌سازی این صنعت و ترویج فرهنگ آن کوشش نمود.

نتیجه‌گیری

تغییر اولویت‌های مشتریان منجر به گسترش فناوری‌های جدید بسته‌بندی شده است که کیفیت فرآورده را بهبود بخشیده، ایمنی و امنیت مواد غذایی را افزایش می‌دهد. اما هزینه‌ها، کیفیت حسی و ظاهری، مسائل ایمنی زیست‌محیطی و مهم‌تر از همه پذیرش مصرف‌کننده قابل توجه است [١]. در حالی‌که این فناوری طیف وسیعی از مزایا مانند بهبود ایمنی محصول و کاهش ضایعات را ارائه می‌کند، چالش‌هایی مانند هزینه و پیچیدگی، حریم خصوصی و امنیت و انطباق با مقررات را نیز به همراه دارد. برای اطمینان از پذیرش و اجرای موفقیت‌آمیز بسته‌بندی هوشمند، رسیدگی به این چالش‌ها و همکاری در سراسر صنعت برای ارتقای نوآوری و پایداری مهم است. تخمین زده می‌شود که بازار جهانی بسته-بندی هوشمند تا سال ٢٠٢٤ به ٢٦.٧ میلیارد دلار برسد [٤٩]. بنابراین لازم است تحقیقات کشور نیز در این زمینه جهت‌دهی شده و فرهنگ‌سازی لازم نیز در این زمینه انجام شود و به همراه آن نسبت به تدوین استانداردهای ملی بسته‌بندی‌های هوشمند و فعال اقدام شود.

منابع و مؤاخذ

[1]. Firouz, M.S., Mohi-Alden, K., Omid, M. (2021). A Critical Review on Intelligent and Active Packaging in the Food Industry: Research and Development. Food Res. Int, 141; 110113.

[2]. Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Zondervan-van den Beuken, E., Tobback, P. (2008). Active and Intelligent Food Packaging: Legal Aspects and Safety Concerns. Trends Food Sci. Technol, 19; S103–S112.

[3]. Gontard N., Panorama des emballages alimentaire actif. (2000). in: Les Emballages Actifs (ed. N. Gontard). Paris, France: Tech & Doc Editions, Londres, ISBN-10: 2743003871.

[4]. Rooney M.L., (2005). Introduction to active food packaging technologiesin: Innovations in Food Packaging (ed. J. H. Han). Elsevier Ltd., London, UK, ISBN: 978–0-12–31632–1, pp. 63–69.

[5]. Schaefer, D., Cheung, W.M. (2018). Smart Packaging: Opportunities and Challenges. Procedia CIRP, 72; 1022–1027.

[6]. Realini, C.E., Marcos, B. (2014). Active and Intelligent Packaging Systems for a Modern Society. Meat Sci, 98; 404–419.

[7]. Yam, K.L., Takhistov, P.T., Miltz, J. (2005). Intelligent Packaging: Concepts and Applications. J. Food Sci, 70; R1–R10.

[8]. Kuswandi, B., Wicaksono, Y., Abdullah, A., Heng, L.Y., Ahmad, M. (2011). Smart Packaging: Sensors for Monitoring of Food Quality and Safety. Sens. Instrum. Food Qual. Saf, 5; 137–146.

[9]. Prasad, P., Kochhar, A. (2014). Active Packaging in Food Industry: A Review. J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol, 8; 1–7.

[10]. Kerry, J.P., O'grady, M.N., Hogan, S.A. (2006). Past, Current and Potential Utilisation of Active and Intelligent Packaging Systems for Meat and Muscle-Based Products: A Review. Meat Sci, 74; 113–130.

[11]. Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Li, Z., Brody, A.L., Qazi, I.M., Lv, L., Pavase, T.R., Khan, M.U., Khan, S. (2018). An Overview of Smart Packaging Technologies for Monitoring Safety and Quality of Meat and Meat Products. Packag. Technol. Sci, 31; 449–471.

[12]. Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R.D., Johnson, S.K. (2017). Active and Intelligent Packaging in Meat Industry. Trends Food SciTechnol, 61; 60–71.

[13]. Endoza, T.M., Welt, B.A., Otwell, S., Teixeira, A.A., Kristonsson, H., Balaban, M.O. (2004). Kinetic Parameter Estimation of Time-Temperature Integrators Intended for Use with Packaged Fresh Seafood. J. Food Sci, 69; FMS90–FMS96.

[14]. Wang, S., Liu, X., Yang, M., Zhang, Y., Xiang, K., Tang, R. (2015). Review of Time Temperature Indicators as Quality Monitors in Food Packaging. Packag. Technol. Sci, 28; 839–867.

[15]. Mohebi, E., Marquez, L. (2015)). Intelligent Packaging in Meat Industry: An Overview of Existing Solutions. J. Food Sci. Technol, 52; 3947–3964.

[16]. Pavelková, A. (2013). Time Temperature Indicators as Devices Intelligent Packaging. Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. 664, 61; 245–251.

[17]. Ghaani, M., Cozzolino, C.A., Castelli, G., Farris, S. (2016). An Overview of the Intelligent Packaging Technologies in the Food Sector. Trends Food Sci. Technol. 2016, 51, 1–11.

[18]. Meng, X., Kim, S., Puligundla, P., Ko, S. (2014). Carbon Dioxide and Oxygen Gas Sensors-Possible Application for Monitoring Quality, Freshness, and Safety of Agricultural and Food Products with Emphasis on Importance of Analytical Signals and Their Transformation. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem, 57; 723–733.

[19]. Roberts, L., Lines, R., Reddy, S., Hay, J. (2011). Investigation of Polyviologens as Oxygen Indicators in Food Packaging. Sens. Actuators B Chem, 152; 63–67.

[20]. Müller, P., Schmid, M. (2019). Intelligent Packaging in the Food Sector: A Brief Overview. Foods, 8; 16.

[21]. Chowdhury, E.U., Morey, A. (2019). Intelligent Packaging for Poultry Industry. J. Appl. Poult. Res, 28; 791–800.
[22]. Mirza Alizadeh, A., Masoomian, M., Shakooie, M., Zabihzadeh Khajavi, M., Farhoodi, M. (2021). Trends and Applicationsof Intelligent Packaging in Dairy Products: A Review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr, 62; 383–397.
[23]. Wang, Y.-C. (2010). Biosensors and Intelligent Packaging to Improve Food Safety. J. Anim. Sci, 98; 64.
[24]. Vasilescu, A., Polonschii, C., Titoiu, A.M., Mishra, R., Peteu, S., Marty, J.-L. (2020). Bioassays and Biosensors for Food Analysis: Focus on Allergens and Food Packaging. In Commercial Biosensors and Their Applications; Elsevier, pp. 676 217–258.
[25]. Kumar, P., Reinitz, H.W., Simunovic, J., Sandeep, K.P., Franzon, P.D. (2009). Overview of RFID Technology and Its 678 Applications in the Food Industry. J. Food Sci, 74; R101–R106.
[26]. McFarlane, D., Sheffi, Y. (2003). The Impact of Automatic Identification on Supply Chain Operations; University of Cambridge, 680 Department of Engineering.
[27]. Brockgreitens, J., Abbas, A. (2016). Responsive Food Packaging: Recent Progress and Technological Prospects. Compr. Rev. 682 Food Sci. Food Saf, 15; 3–15.
[28]. Li, X and et al., (2022). Active Packaging for the Extended Shelf-Life of Meat: Perspectives from Consumption Habits, Market Requirements and Packaging Practices in China and New Zealand, Foods, 11(18), 2903.
[29]. Sivertsvik, M. (2007). Lessons from Other Commodities: Fish and Meat. Intell. Act. Packag. Fruits Veg, 151–161.
[30]. Biji, K.B., Ravishankar, C.N., Mohan, C.O., Srinivasa Gopal, T.K. (2015). Smart Packaging Systems for Food Applications: A Review. J. Food Sci. Technol, 52; 6125–6135.
[31]. Arvanitoyannis, I.S., Stratakos, A.C. (2012). Application of Modified Atmosphere Packaging and Active/Smart Technologies to Red Meat and Poultry: A Review. Food Bioprocess Technol, 5; 1423–1446.
[32]. Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Parisi, O.I., Cirillo, G., Curcio, M., Iemma, F., Puoci, F., Vinci, G., Picci, N. (2010). New EU Regulation Aspects and Global Market of Active and Intelligent Packaging for Food Industry Applications. Food Control, 21; 1425–1435.
[33]. Bolumar, T., Andersen, M.L., Orlien, V. (2011). Antioxidant Active Packaging for Chicken Meat Processed by High Pressure Treatment. Food Chem, 129; 1406–1412.
[34]. Alves, J., Gaspar, P.D., Lima, T.M., Silva, P.D. (2022). What Is the Role of Active Packaging in the Future of Food Sustainability? A Systematic Review. J. Sci. Food Agric.
[35]. Azevedo, S. Cunha, L.M. Mahajan, P.V. Fonseca, S.C. (2011). Application of Simplex Lattice Design for Development of Moisture Absorber for Oyster Mushrooms. Procedia Food Sci, 1; 184–189.
[36]. Llorens, A. Lloret, E. Picouet, P.A. Trbojevich, R. Fernandez, A. (2012). Metallic-Based Micro and Nanocomposites in Food Contact Materials and Active Food Packaging. Trends Food Sci. Technol, 24; 19–29.
[37]. Álvarez-Hernández, M.H. Martínez-Hernández, G.B. Avalos-Belmontes, F. Castillo-Campohermoso, M.A. Contreras-Esquivel, J.C. Artés-Hernández, F. (2019). Potassium Permanganate-Based Ethylene Scavengers for Fresh Horticultural Produce as an Active Packaging. Food Eng. Rev, 11; 159–183.
[38]. Dey, A. Neogi, S. (2019). Oxygen Scavengers for Food Packaging Applications: A Review. Trends Food Sci. Technol, 90; 26–34.
[39]. Lee, D.S. (2016). Carbon Dioxide Absorbers for Food Packaging Applications. Trends Food Sci. Technol, 57; 146–155.
[40]. Drago, E., Campardelli, R., Pettinato, M., Perego, P. (2020). Innovations in Smart Packaging Concepts for Food: An Extensive Review. Foods, 9; 1628.
[41]. Pereira de Abreu, D.A., Cruz, J.M., Paseiro Losada, P. (2012). Active and Intelligent Packaging for the Food Industry. Food 708 Rev. Int, 28; 146–187.
[42]. Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K., Bigger, S.W. (2003). Active Packaging Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Packaging and Its Applications. J. Food Sci, 68; 408–420.
[43]. Haghighi-Manesh, S., Azizi, M.H. (2017). Active Packaging Systems with Emphasis on Its Applications in Dairy Products. J. Food Process Eng, 40; e12542.
[44]. Yildirim, S., Röcker, B., Pettersen, M.K., Nilsen-Nygaard, J., Ayhan, Z., Rutkaite, R., Radusin, T., Suminska, P., Marcos, B., Coma, V. (2018). Active Packaging Applications for Food. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf, 17; 165–199.
[45]. Anusha V., Narayanan, R. (2023). SELF-HEATING PACKAGING - AN ACTIVE PACKAGING TECHNOLOGY: A REVIEW, Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR), 10(6).
[46]. Day B.P.F.; Potter, L. (2011). Active Packaging. Food and Beverage Packaging Technology, Second Edition, 251-262.
[٤٧]. حاجی غفارلو، م.، جوکی م. (١٣٩٩). بسته‌بندی هوشمند مواد غذایی: معرفی، مطالعه امکان‌سنجی طراحی و تولید در کشور، فصلنامه علمی علوم و فنون بسته‌بندی، دوره ١١، شماره ٤٤، ٦٧-٥٤.
[٤٨]. جعفریان، م. ، سیدآبادی، ا.، سعیدی راد، م. ح.، برادران مطیع، ج.، حسینپور زرنق، م. (١٤٠٠). تولید بسته‌بندی هوشمند بر پایه صمغ درخت هلو و کورکومین به منظور تشخیص فساد ماهی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران ،دوره ١٨ شماره ١١٧، ١٨٢-١٧١.
[49]. Schaefer, D., Cheung, W. M. (2018). Smart Packaging: Opportunities and Challenges, Procedia CIRP 72, 1022-1027.

An Overview of Smart and Active Packaging in The Food Industry

Mansooreh Mazaheri[*,1], Masoumeh Mahmoudi -Meymand[1]

The emergence of many new food products in the market, along with the consumer's need to continuously check on the products' quality until consumption, and the necessity to enhance shelf life and decrease food spoiling during storage, resulted in the expansion of some new technologies in packaging. During the last century, some innovations in this field such as smart packaging and active packaging have been developed. The advantages of smart packaging include defect tracking, quality monitoring and tracking of packaged food products to control the storage conditions from the production to the consumption using various sensors and indicators such as time-temperature indicators, gas indicators, humidity sensors, optical biosensors, colorimetric, and electrochemical sensors. Active packaging, by using absorption and transfer systems of various materials such as carbon dioxide, oxygen, and ethanol, helps to increase the shelf life of the product. Despite the advantages of these packages, there are important issues such as cost, marketing, consumer acceptability, organoleptic quality, and safety of food and environment in connection with these technologies, solving these issues and increasing the use of these packages in the food industry requires research and more reviews. The purpose of this article is to review these two types of packaging as well as the status and position of the country in their use.

Keywords: Smart Packaging, Active Packaging, Food, Food Quality

[*] Corresponding Author, Assistant Professor, Tel/Fax: 026- 32823176, E-mail: m_mazaheri@standard.ac.ir

[1] Research Department of Food Technology and Agricultural Products, Standard Research Institute, Karaj, Iran.

Science and Research

The Biological Clock: Unveiling The Rhythms of Life

Mitra Pirhaghi[1,*], Ali A. Moosavi-Movahedi[2]

The cellular circadian clock is a fundamental and intricate intrinsic mechanism present in all living organisms, governing a diverse set of physiological and behavioral processes with notable precision. At the molecular level, the cellular circadian clock revolves around complex interactions between core clock genes and their protein products, forming transcription-translation feedback loops that generate approximately 24-hour rhythms. This article delves into the coordination of cellular clocks with environmental cues, including light, and explores how these external signals synchronize internal rhythms with the daily circadian rhythm. Special emphasis is placed on the role of the suprachiasmatic nucleus (SCN) in mammalian brains, acting as the central pacemaker to synchronize environmental clocks throughout the body. Furthermore, the profound impact of circadian disruptions on human health is examined, with its involvement demonstrated in various disorders, ranging from metabolic diseases to mood disorders. This article highlights current research endeavors aimed at unraveling the underlying mechanisms of the cellular circadian clock. Understanding the intricate functioning of this internal timekeeper holds considerable potential for the development of chrono-therapeutic approaches and the optimization of therapeutic strategies for diverse disorders. Finally, we propose potential solutions for precise and optimal regulation of the body's cellular circadian clock and daily rhythm.

Keywords: Biological Clock, Circadian Rhythm, Suprachiasmatic Nucleus, Chronotherapy.

[*]Corresponding author: PhD in Biophysics, mobile: 09149549349, fax: 02166404680, Email: mitra_p.hagh@ut.ac.ir

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

20.1001.1.2008935.1402.13.2.11.0

Science and Research

An Introduction to Mimicry Patterns and Defense Mechanisms in Animals: Lessons From Nature

Saeed Shafiei Sabet[*,1], Anahita Alizadeh[1]

In order to survive, animal species must defend themselves against other invaders and potential predators. For this reason, a series of abilities and adaptations have been created in them to defend themselves against invasive and disturbing species. Mimicry patterns and methods that we will discuss in this article are those that may facilitate animals at the individual level to cope with predators. By choosing those mimetic patterns and adopting related strategies, animals and their offspring have a better chance of enhancing their survival and passing on their genes. Effective camouflage is one of the methods to escape from the danger of being hunted, which is common in many species. Understanding these mimetic patterns and mechanisms related to camouflage in animals can have the potential to learn and develop the science of biological inspiration and modeling from nature as "lessons from nature" and it can also be a peaceful and preventive method in passive defense. Also, camouflage methods can be applied and used in military industries and related sciences.

Keywords: Predator, Bioinspiration, Camouflage, Antipredator, Ecology, Military Industries

[*] Corresponding Author, Assistant Professor, Tel: (+98)9111447909, Fax: 013-44323600, E-mail: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir
[1] Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.10.9

Analyzing The Effectiveness of The Patent Subsystem of Iran's Intellectual Property System with A Comparative Approach

Mohammad Mahdi Akhlaghi [*,1,2], **Mahmoud Sadeghi** [**,3]

The existence and strength of the intellectual property system increases innovation and as a result the economic growth and development of countries. In this regard, the efficiency of the patent system in the country becomes important. One of the reasons for the country's lack of progress and development in the field of technology development is the institutional problems of related fields. Although nearly a century has passed since the first laws related to intellectual property in the country, the intellectual property system is still facing various problems. In this study, the effectiveness of the patenting subsystem of the intellectual property system has been investigated with a comparative approach and comparison with the two countries of India and Vietnam. Iran, India and Vietnam are the top three countries in terms of innovation indicators among low-middle income countries in the annual reports of the World Intellectual Property Organization's Global Innovation Index. According to the survey, despite the large number of patents registered in the country, patent certificates are not of acceptable quality. Through the investigation, it was found that complementary laws to protect inventors and low patenting costs in Iran have led to an increase in the demand for patenting in Iran. On the other hand, the existence of weakness in the patent evaluation mechanism leads to the low quality of patent registration in Iran. In this regard, the strengthening of the patent system by adding the system of utility model, readjustment of patent costs, and the development of a multi-stage evaluation system and appropriate evaluation mechanism were proposed as solutions.

Keywords: Innovation Rights. Intellectual Property. Invention Evaluation System. Patent. Utility Model.

[*] Corresponding Author, Researcher, Tel: +989104569395, E-mail: m_akhlaghi@modares.ac.ir
[**] Corresponding Author, Associate Professor, Tel: +982182884292, E-mail: sadegh_m@modares.ac.ir
[1] Niroo Research Institute, Tehran. Iran an
[2] Department of IT Management, Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Ir
[3] Department of Intellectual Property Law, Faculty of Law, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.9.8

Science and Education

Applications of ChatGPT in Scientific Research and Ethical Considerations of Its Use

Ahmadreza Ghaffari[1], Hesam Montazeri[1,*], Ali A. Moosavi-Movahedi[1]

ChatGPT is a conversational AI tool developed by OpenAI and introduced in November 2022. This tool generates human-like text responses. Its applications are in various fields, including education, medicine and health, legal issues, coding and program troubleshooting, and scientific research. In these areas, ChatGPT can generate and refine content, simplify and summarize content, help recognize patterns, process and analyze data, and promote collaboration and communication between researchers and the public. In using ChatGPT, several ethical considerations are raised, including data privacy and security, intellectual property and authorship, illegal misuse, transparency and explain ability, false information, biases, human-machine interactions, and responsibility and accountability. Its uncontrolled use can cause problems, and researchers are working to improve its accuracy and reliability. The opinion of international publishers about ChatGPT is that this tool cannot be used as an author in scientific articles and can only be used to improve writing and summarizing and can never take the place of the original researcher. The use of ChatGPT for scientific research has brought great progress that despite several debates and ethical concerns, ChatGPT has attracted the attention of academics in a very short period of time.

Keywords: Artificial intelligence, large language models, research applications, scientific research, ChatGPT, ethical issues

* Corresponding Author,Assistant Professor, Tel: 021-88996382, Fax: 021-66404680, E-mail: hesam.montazeri@ut.ac.ir

[1] Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.8.7

A Look at The Role of Information Management in Preventing Information Contamination

Zahra Doostzade[1,*]

In the age of information pollution or information explosion, we are surrounded by a lot of useless information that an intelligent management for making micro and macro decisions can help us achieve the accuracy and correctness of information, in fact, by organizing and controlling the structure, combination and Information processing plays a very important role in this decision. Therefore, understanding the concept of information management in dealing with data contamination seems very important.

In this article, after explaining the concept of information pollution and getting acquainted with the types of information pollution and its consequences, we will discuss information management and the types of information management that include personal information management and group information management, then we will discuss the role of information management and its appropriate solutions in controlling Information pollution is mentioned.

The goal is how managing information helps us in this direction, which we discuss in this article. Therefore, the awareness of information pollution issues should be spread so that information can be managed properly.

Keywords: Information Pollution, Information Explosion, Information Management, Personal Information Management, Group Information Management

[*] Corresponding Author, Senior student, E-mail: z.doostzade@mail.sbu.ac.ir

[1] Department of Information Science and Epistemology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.7.6

Factors Affecting Public Trust in Science: Case Study of The Covid-19 Pandemic in Iran

S.Zahra Ojagh[*,1]

Considering the importance of public trust in public and science policy making, this paper wants to study the influencing factors on public trust in science in two provinces of Tehran and Alborz during the risk of Covid -19 pandemic, and to determine its policy-making implications. For this, it uses Standard questionnaire of ECOM which distributed online in a period of one month between 20 April to 20 May 2020. Findings shows that the public knowledge on signs and symptoms of Covid-19 disease is appropriate. However, the public understanding of science is inadequate. Also, public trust in scientific experts is more than other institutions. People agree that scientific research is time-consuming and its results eliminate risks. 41% have a correct definition of what science is and the rest consider it the same as technology and information. 66 percent trust science, meaning they believe that scientists are qualified to make honest claims. They consider the explanations of experts to be more sufficient, more understandable, less contradictory and more reliable than other institutions. This study concludes that science experts may gain the public trust by content production individually or in cooperation with the media. By this, it is possible to increase public awareness and public understanding of science not only about the risk of covid-19 pandemic but also about other risks.

Keywords: Covid – 19 Pandemic, Public Understanding of Science, Trust in Science, Effective Communication, Media

[*] Corresponding Author, Associate Professor, Tel: +982188053218, Fax: +98 2188053218, E-mail: z.ojagh@ihcs.a.ir

[1] Department of Communication of Science and Technology, Faculty of Cultural Studies and Communication, Institute for Humanities and Cultural Studies, Tehran, Iran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.6.5

The History of the 2023 Nobel Prize in Medicine and Advancements in Nucleoside Base Modifications and mRNA Vaccine Development

Sheyda Zarghami[1], Yahya Sefidbakht[*,1], Sina Mozaffari-Jovin[,2]**

The development of effective mRNA vaccines against COVID-19 is a highly significant scientific and medical achievement. This achievement undoubtedly resulted from the collaborative efforts of numerous teams of researchers and scientists in various fields. The mRNA vaccines represent a new class of vaccines that harness the body's cellular machinery to produce specific antigens, which will trigger the immune responses against the produced antigens. The recent 2023 Nobel Prize in Physiology or Medicine was awarded to Katalin Karikó and Drew Weissman for their discoveries related to fundamental nucleotide changes that enabled the development of effective mRNA vaccines against COVID-19. The groundbreaking findings have fundamentally changed our understanding of how mRNA interacts with our immune system, contributing to the unprecedented rate of vaccine development during one of the greatest threats to human health in modern times. The use of nucleoside-modified mRNA for the development of mRNA vaccines remains an outstanding question with important implications for vaccine development. mRNA vaccines are a promising approach as the production process is simple, safety profiles are better than those of DNA vaccines, and these vaccines offer flexibility with respect to development. The history of mRNA vaccine technology goes back decades; however, it was in recently that companies and governments spending large budget on it. The Nobel Prize in Medicine for 2023 highlights the significant impact of advancements in nucleotide changes and mRNA vaccine development on medicine and public health, particularly during the COVID-19 pandemic. Here, the fundamental advancements related to nucleotide changes and their role in developing mRNA vaccines is mentioned. We will also delve into the history of the Nobel Prize n Medicine and, finally, explore the history of the research and its progress over time, along with the potential applications of this knowledge in the future.

Keywords: Nobel prize 2023, COVID-19 Vaccine, mRNA, History, Nucleoside Base Modifications

[*] Corresponding Author, assistant professor, Tel/Fax: (+98 21) 29905021-29905003, E-mail: y_sefidbakht@sbu.ac.ir
[**] Corresponding Author, assistant professor, E-mail: mozaffaris@mums.ac.ir
[1] Protein Research Center, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Department of Medical Genetics, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.5.4

Deciphering The Mechanisms of Blood Sugar Homeostasis: The Story of Gerty and Carl Cori

Asal Rabiei[1], Mehran Habibi-Rezaei[*,1,2]

One of the significant achievements of Gerty Theresa Cori and Carl Ferdinand Cori is the discovery of the basic biochemical mechanisms involved in the use of energy by muscles and the liver, as well as how to synthesize and break down glycogen for use as energy storage, which was a very effective step in the field of understanding the metabolism of carbohydrates. They played a role in the discovery of the process of storing and releasing cellular energy from carbohydrates and what we know as part of the Cori cycle. Their research led to answering one of the most basic questions about the functioning of biological systems. These research achievements resulted in the Nobel Prize in Medicine in 1947 for them, making Gerty Cori the first American woman to win the Nobel Prize. Gerty and Carl Cori's acquaintance and collaboration began when they were students at the Medical School of the German University in Prague, where they published their first joint paper in 1916. They began studying malignant diseases at the Buffalo State Institute after immigrating to America from Prague. However, in the continuation of their studies, they focused on the metabolism of glucose and glycogen in the liver and bloodstream, which led to their important achievements. Gerty and Carl's close collaboration played a key role in their scientific discoveries and successes. Forty-one years of living together and joint scientific cooperation, made a great contribution to the provision of knowledge, including in the discovery and clarification of the active stabilization of blood sugar homeostasis with the participation of the liver and its connection with muscles until Gerty passed away in 1957. In recognition of this scientific couple, their picture was installed in the corridor of the School of Biology of Tehran University in January 1401.

Keywords: Glycogen; Cori Cycle; Hemostasis; Phosphorylase; Nobel Prize

*Corresponding Author, Professor, Tel: +982161113214, Fax: +982166971941, E-mail: mhabibi@ut.ac.ir
[1] School of Biology, College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran
[2] Chemistry Branch, The Academy of Sciences, Islamic Republic of Iran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.4.3

Science and Education

Scientific Lifestyle and Happiness

Mona Nourazaran[1], Reza Yousefi[1], Mehdi Zarabi[2,3] , Seyed Kazem Alavipanah[4], Ali A. Moosavi-Movahedi[1,*]

Previous studies have demonstrated a significant correlation between happiness and physical and spiritual health. Not only does happiness expedite patient recovery, but it also bolsters the health of non-ill individuals. This suggests a novel strategy for promoting public health by enhancing people's happiness. Depressive disorders, which are characterized by a lack of life satisfaction and happiness, are among the leading causes of disability worldwide. Evidence indicates that modern industrial lifestyles may contribute to a higher likelihood of depression, underscoring the importance of identifying factors that influence happiness and depression. The factors underlying happiness can be divided into two primary categories: internal and external. Happiness, as an emotion, arises from the interplay of these factors. Genetics and genes contributing significantly influence individual happiness levels. Internal factors impacting happiness include the interaction of happiness-related neurotransmitters such as serotonin, dopamine, norepinephrine, and endorphin with the emotional regulation centers in the brain. The functions of certain hormones like cortisol, adrenaline, and oxytocin, the activity of the immune system, inflammation, and the level of oxidative stress also play a role. Researchers posit that the biological pathways associated with happiness are modulated by environmental and social factors. In other words, the biochemical pathways leading to happiness can be managed through lifestyle and environmental adjustments. Elements such as a balanced diet, adequate sleep, regular exercise, prayer and meditation, calm music, exposure to nature and sunlight, positive attitude to social relationships are good lifestyle factors that can enhance happiness and life satisfaction.

Keywords: Happiness, Depression, Serotonin, Melatonin, Oxytocin, Sleep, Prayer, Nature, Exercise, Nutrition, Internet, Scientific lifestyle

[*] Corresponding Author, Professor, Tel: +982161113381, Fax: +982166404680, E-mail: moosavi@ut.ac.ir
[1] Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran
[2] Faculty of New Sciences and Technologies, Department of Life Sciences Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
[3] Institute of Lifestyle and Health Studies, University of Tehran, Tehran, Iran
[4] Faculty of Geography, Department of Remote Sensing and GIS, University of Tehran, Tehran, Iran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.3.2

Water Ethics and the Rights of Nature

Seiyed Mossa Hosseini[*, 1]

Today, the lack of a globally accepted ethical framework has created a significant lack in the international water discourse. Despite the recent significant progress in the development of ethical boundaries, there is still no room for the rights of nature in the ethical domain. The current water crisis is the result of neglecting the ethical principles of water. Paying attention to water ethics, whose core is social justice, water stewardship and environmental rights, along with economic and political issues, is the missing value link in the current water field. The recent reluctance to deal with climate change and global warming, how to deal with rivers, aquifers, wetlands and lakes has long been more based on expediency than on ethical principles. Water ethics is based on the belief that responding to current water problems requires attention to cultural and value issues. Adopting the ethical principles of water as another dimension of sustainable development indicates a historical shift from an economy-oriented approach to an integrated approach and to promote water democracy. This article aims to give a brief overview of the water ethics in the field of water management of rivers, dams, agriculture, drinking, industry and governance.

Keywords: Water Ethics, Water Scarcity Crisis, Environmental Governance, Integrated Water Resources Management, Rights of Nature

[*] Corresponding Author, Associate Professor, Tel: +98 216111 2938, Fax: +98 216641 3065, E-mail: smhosseini@ut.ac.ir
[1] Physical Geography Department, University of Tehran, Tehran, Iran

20.1001.1.2008935.1402.13.2.2.1

Editorial

Pillars of Human Growth from Childhood to Wise Old Age

Mirza Taqi Khan Amir Kabir uses an instructive statement: "If you aim on a one-year activity, grow wheat; if your aim for on a ten-year activity, plant a tree; and if you aim for a hundred-year plan of activity, educate and train human". Human being in all age periods starting from period of childhood up to old age, need training and use of educational centers whose pillars are based on noble family life structure, science-oriented schools, science-ethic based universities, wise academies and finally cultural and moral oriented society. Social and respectful position of educators, teachers and professors constitute as the main pillars of human education. Therefore, as a first step, it is necessary to recognize and train and educate capable teachers for building capacity of above-mentioned educations.

In the cultural society, it is necessary that the seeds of reproduction of culture be based on knowledge and moral ethic. It takes decades to have a knowledgeable and experienced teacher for educating and training of our children. One of the most important and priority programs of the country should be preserving outstanding teachers in schools and universities and gain their general satisfaction. The infrastructure needed for country's progress resides on the realm of scientific education and ethical culture and satisfaction of teachers, pupils as well as students .

Changes in migration trend of brilliant talents and reversing the migration of scientists should be principal policy of the country's short-term planning and where speed of decision-making process and well thought practical plans can play an important role in economic transformation and curbing inflation. It can be noted that industrial production that is aimed for export purpose goes through the cycle of science and requires coordination and centralization of scientific human resources. Toward this goal, collaboration among scientific centers, universities aiming at high level goals and industry and government sectors combined with investment of private sector and finally people may provide the main solution to adjust and reverse the migration of brilliant talents.

Ali A. Moosavi-Movahedi
Editor-in-Chief

20.1001.1.2008935.1402.13.2.1.0

Contents

Editorial: Pillars of Human Growth from Childhood to Wise Old Age 15

Water Ethics and the Rights of Nature

Seiyed Mossa Hosseini.....16

Lifestyle and Happiness

Mona Nourazaran; Reza Yousefi; Mehdi Zarabi; Seyed Kazem Alavipanah; Ali A. Moosavi-Movahedi.....17

Deciphering The Mechanisms of Blood Sugar Homeostasis: The Story of Gerty and Carl Cori

Asal Rabiei ; Mehran Habibi-Rezaei.....18

The History of the 2023 Nobel Prize in Medicine and Advancements in Nucleoside Base Modifications and mRna Vaccine Development

Sheyda Zarghami; Yahya Sefidbakht; Sina Mozaffari-Jovin.....19

Factors Affecting Public Trust in Science: Case Study of the Covid-19 Pandemic in Iran

S.Zahra Ojagh…….....20

A Look at The Role of Information Management in The Air of Information Pollution

Zahra Doostzade.....21

Applications Of Chatgpt in Scientific Research and Ethical Considerations of Its Use

Ahmadreza Ghaffari; Hesam Montazeri; Ali A. Moosavi-Movahedi.....22

Analyzing The Effectiveness of The Patent Subsystem of Iran's Intellectual Property System with A Comparative Approach

Mohammad Mahdi Akhlaghi; Mahmoud Sadeghi.....23

An Introduction to Mimicry Patterns and Defense Mechanisms in Animals: Lessons from Nature

Saeed Shafiei Sabet; Anahita Alizadeh.....24

The Biological Clock: Unveiling The Rhythms of Life

Mitra Pirhaghi; Ali A. Moosavi-Movahedi.....25

An Overview of Smart and Active Packaging in The Food Industry

Mansooreh Mazaheri, Masoumeh Mahmoudi -Meymand.....26

Science Cultivation

Editor-in-Chief:
A.A. Moosavi-Movahedi
Manager Editor:
A. Zali
Executive Director:
A. Kiani-Bakhtiari
Editorial Board:

H. Ahmadi Noubari, M. R. Aref, M. Behzad, M. Farhadi, Gh. Habibi, J. Towfighi, K. Koosha, R. Malekzadeh, J. Mehrad, H. Mirzadeh, M. Mohaghegh, A. Mossalanejad, N. Parsa, A.A. Saboury, M. Shamsipur, A. Shockravi, S. Sohrabpour, S. Vaezzadeh, B. Yazdi Samadi, A. Zali, N. Zargham, M.A. Zolfigol

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: X8003539

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

In the Name Of

God

Science Cultivation

Journal of Enculturation and Policy Making of Science, Innovation and Technology
Vol. 13, No. 2, June 2023
ISSN: 2008-935X

- Editorial: Pillars of Human Growth from Childhood to Wise Old Age
- Water Ethics and the Rights of Nature
- Lifestyle and Happiness
- Deciphering The Mechanisms of Blood Sugar Homeostasis: The Story of Gerty and Carl Cori
- The History of the 2023 Nobel Prize in Medicine and Advancements in Nucleoside Base Modifications and mRna Vaccine Development
- Factors Affecting Public Trust in Science: Case Study of the Covid-19 Pandemic in Iran
- A Look at The Role of Information Management in The Air of Information Pollution
- Applications Of Chatgpt in Scientific Research and Ethical Considerations of Its Use
- Analyzing The Effectiveness of The Patent Subsystem of Iran's Intellectual Property System with A Comparative Approach
- An Introduction to Mimicry Patterns and Defense Mechanisms in Animals: Lessons from Nature
- The Biological Clock: Unveiling The Rhythms of Life
- An overview of smart and active packaging in the food industry

RICeST
ISC
fast-Iran
Foundation for the Advancement of Science and Technology In Iran