



نشریه علمی - ترویجی



مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری



پایگاه استنادی علوم جهان اسلام



fast-Iran

بنیاد پیشبرد علم و فناوری

- سخن نخست: نقش ابزار دقیق پیشرفته اندازه‌گیری در توسعه علمی و غرور ملی
- سلامت انسان: توازن با طبیعت و فطرت
- نگاه شیمیایی به پیدایش مواد
- حشرات منبع شگفت‌انگیز زیست‌الگو و الهام زیستی
- رادیکال‌های آزاد، استرس اکسایشی و نقش آنتی‌اکسیدان‌ها
- ویروس کرونای جدید: از راهکاری پیشگیری و درمان تا سازوکار تکثیر و گسترش در بدن انسان
- تنوع زیستی، امنیت غذایی و سلامت
- مدیریت پرندگان در خاک چال‌های شهری

نشاء علم

نشریه فرهنگ سازی و سیاست‌گذاری علم، نوآوری و فناوری
سال دهم، شماره اول - دی ماه ۱۳۹۸، قیمت ۱۵۰۰۰ ریال

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



صاحب امتیاز: بنیاد علم و فناوری در ایران

سر دبیر: علی اکبر 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 شمسی پور، علی اکبر صیوری، نصرت ا.... ضرغام، محمدرضا عارف، محمد فرهادی، کیوان کوشا، مهدی محقق، عباس مصلی نژاد، رضا ملک زاده، حمید میرزاده، جعفر مهران، صادق واعظ زاده، 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 بیوشیمی بیوفیزیک ایران منتشر می شود.

* هدف از انتشار این فصلنامه، فرهنگ سازی و کمک در راستای سیاست گذاری علم، پژوهش و فناوری، اطلاع رسانی، ترویج علم، کمک به مدیران مراکز تصمیم ساز و تصمیم گیر علمی و همچنین جهت دهی به نخبگان، پژوهشگران و علاقه مندان به نوآوری های علمی، پژوهشی و فناوری در کشور می باشد.

* آرا و نقطه نظرهای مندرج در مقالات و گزارش های منتشر شده در این فصلنامه، لزوماً بازگو کننده رای و نظر بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران نمی باشد.

* فصلنامه در ویرایش و حذف مطالب آزاد است و مقاله های فرستاده شده به دفتر نشریه، برگردانده نمی شود.

* نشریه نشاء علم از حمایت های معنوی و مادی بنیاد فرهنگی مصلی نژاد سپاسگزار است.

* نشریه نشاء علم از حمایت های معنوی و مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور تقدیر و تشکر می نماید.

ISSN: X 8003-539

ناشر: بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران

مسئول وبگاه: زهرا موسوی موحدی

نشانی: تهران، خیابان قریب، قبل از فرصت شیرازی، پلاک ۷

تلفکس: ۶۶۵۷۷۸۸۴ (+۹۸۲۱)

<http://fast-iran.ir>

<http://sciencecultivation.ir>

info@sciencecultivation.ir

وبگاه بنیاد:

وبگاه نشریه نشاء علم:

نشانی الکترونیک نشریه نشاء علم:

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	• سخن نخست : نقش ابزار دقیق پیشرفته اندازه‌گیری در توسعه علمی و غرور ملی.....
۲.....	• سلامت انسان: توازن با طبیعت و فطرت / علی‌اکبر موسوی موحدی.....
۱۱.....	• نگاه شیمیایی به پیدایش مواد / احمد شعبانی.....
۱۷.....	• حشرات منبع شگفت‌انگیز زیست‌الگو و الهام‌زیستی / مهدی خرابی، نرگس خسروی.....
	• رادیکال‌های آزاد ، استرس اکسایشی و نقش آنتی‌اکسیدان‌ها / فاطمه غفوری ، نسیم کیان والا ،
۳۳.....	• ثمین حقیقی پوده، یحیی سفیدبخت.....
	• ویروس کرونای جدید: از پیشگیری و درمان تا سازوکار تکثیر و گسترش در بدن انسان /
۴۲.....	• فائزه موسوی موحدی، رضا یوسفی.....
۵۵.....	• تنوع زیستی، امنیت غذایی و سلامت / منصوره مظاهری، معصومه محمودی میمند.....
۶۲.....	• مدیریت پرندگان در خاک چال‌های شهری / منصوره ملکیان.....

نقش ابزار دقیق پیشرفته اندازه‌گیری در توسعه علمی و غرور ملی

ابزارها و تجهیزات پیشرفته و نوین برای فعال نمودن کشف‌های جدید بنیادی و افزایش بهره‌وری علمی ضروری می‌باشند. در قرن نوزدهم، محققان برای تأمین لوازم و ابزارهای اندازه‌گیری علمی خود بیشتر به نیکوکاران و سازمان‌های خصوصی روی آوردند و آنطور دولت‌ها حامی علمی در دانشگاه‌ها نبودند اما در قرن بیستم دولت‌ها به علم تا حدودی آشنا شدند و برای دانشگاه‌ها و تهیه تجهیزات علمی سرمایه‌گذاری نمودند. علم مانند نیروهای نامرئی است و توسط هر کس دیده و فهمیده نمی‌شود اما علم؛ پایه اصلی پیشرفت، سلامت، ایمنی و قدرت برای جامعه و هر کشور است. هر کسی که برای توسعه این قوای نامرئی به نام علم سرمایه‌گذاری نماید، بعد از زمانی محصول دیدنی و قابل دیدن و فهمیدن از آن زایش شده که منفعت بسیار و ارزش افزوده فراوان دارد. بنابراین سرمایه‌گذاری برای علم موجب زایش فناوری‌ها و صنایع پر درآمد خواهد شد اما همین علم ضایعات و ضررهای محیط زیستی فناوری‌های ناهنجار و صنایع آلاینده را هم کنترل می‌نماید. برای نمونه، همین موضوع فعلی کشور و سایر کشورها در خصوص ویروس کرونای جدید به عنوان بیماری نوظهور علاوه بر شجاعت، جوانمردی و ایثارهای متخصصین، نیاز به شناخت، علم و روش‌های تشخیصی پزشکی پیشرفته‌تر دارد. یکی از پارامترهای اصلی پیشرفت علم داشتن ابزار و دستگاه‌های دقیق و پیشرفته اندازه‌گیری است. کشورهای پیشرو در علم، پیشرو در داشتن ابزار دقیق اندازه‌گیری هستند. لذا ضروری است که برای داشتن چنین ابزارهایی سرمایه‌گذاری نمود. سرمایه‌گذاری برای توسعه ابزار دقیق در دانشگاه‌ها به‌طور معمول شامل انواع مختلفی از هزینه‌ها می‌باشد. از جمله موارد به شرح زیر است:

- هزینه نمودن برای ساخت ابزار دقیق بر مبنای دانش موجود و توسعه پیشرفتگی آن با همکاری با محققان
 - هزینه مستقیم برای خرید ابزار دقیق و اجزای آن که دارای قابلیت‌های پیشرفته یا منحصربه‌فرد باشد
 - یکپارچه نمودن دستگاه‌های مختلف و یا اجزای آن برای پیشرفته نمودن اندازه‌گیری‌های دقیق و بیشتر کارآمد نمودن ابزاری آن
 - ایجاد آزمایشگاه‌های مرکزی و یا ملی و یا منطقه‌ای و یا یکپارچه نمودن بعضی از آزمایشگاه‌ها با همدیگر
 - نگهداری و بهره‌برداری از ابزارهای موجود در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و بازسازی و بروز نمودن قطعات جدید و پیشرفته‌تر نمودن آنها
 - ایجاد سیستم‌های خدمات‌رسانی و تعمیر، تولید قطعات یدکی و روزآمد نمودن دستگاه‌های اندازه‌گیری
- موضوع مهم دیگری که قابل ذکر است، توان ابزار دقیق هر کشور معادلات سیاسی آن کشور را تغییر می‌دهد. اگر در منطقه ابزارهای جدید پیشرفته دقیق برای اندازه‌گیری باشد اما در ایران بزرگ این ابزارهای علمی نباشد از منظر فرهنگی مردم لطمه می‌بینند. یکی از مهم‌ترین جایگاه‌های کشف علمی و دستاوردهای بزرگ علمی، غرور ملی است. لذا از ملت، نیکوکاران و سازمان‌های خصوصی و دولت درخواست می‌گردد برای علم در دانشگاه‌ها و مدارس به‌ویژه حمایت از ساخت تجهیزات پیشرفته علمی با همت عالی سرمایه‌گذاری نمایند. فرزندان این مرز و بوم دارای استعدادهای نهفته الهی هستند که شایسته است که آنها را برای پرواز علمی پشتیبانی نمود.

علی اکبر موسوی موحدی
سر دبیر

سلامت انسان: توازن با طبیعت و فطرت

علی اکبر موسوی موحدی^{*}

چکیده

کون و هستی دارای معنویت بالایی است و چکیده عالم هم انسان است که صاحب کرامات هستی می باشد. سلامتی انسان از توازن و تعادل با طبیعت بیرونی و طبیعت درونی (فطرت) شکل می گیرد. آنچه انسان از طبیعت درونی و بیرونی خود دور شود از تعادل که اصل سلامت انسان است فاصله می گیرد. بنابراین خودشناسی زیربنای سلامتی و سعادت بشر است. انسان دانش فراگیر نیاز دارد تا خود را بشناسد در این صورت می تواند قدر خود را بداند و به خود ضرر نرساند. اگر انسان درک کند که به خود زیان نرساند مطمئناً به دیگران ضرر نمی زند. انسان با دانش کم از خود و طبیعت، بعضی از صنایع و فناوری ها را ایجاد کرده است که بخشی از آن به خود و دیگران زیان می رساند. امروز بخشی از فناوری ها رفاه و سلامتی برای انسان و سایر موجودات پدید آورده است که شایسته قدردانی است و بخشی دیگر از فناوری ها ناهنجار هستند و صنعت آلاینده ایجاد می نمایند و محصول آنها رادیکال های آزاد غیرمتعادل برای بشر و سایر موجودات تولید می نماید. رادیکال های آزاد ایجاد شده از آلاینده ها موجب بیماری برای انسان و تخریب برای کره زمین و محیط زیست می شوند. لذا انسان شایسته است دانش فراگیر و علوم بین رشته ای خود را افزایش دهد تا بتواند فناوری های زیست سازگار بر مبنای اخلاق، محیط زیست پایدار، زیست الگو و الهام زیستی که با سلامت پیوند داشته باشد را توسعه دهد و سبک زندگی همراه با آرامش را به ارمغان آورد.

واژگان کلیدی: آفرینش، فطرت انسان، سلامت طبیعی، سبک زندگی، زیست الگو، اخلاق، رادیکال های آزاد، بیماری

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

^۱ مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران

مقدمه

انسان چکیده همه عالم است و برای سلامت خود می‌بایست با عوالم بیرون خود در حالت توازن و تعادل باشد [۱]. انسان اعتدال یافته با طبیعت و فطرت، سلامت خود را تضمین نموده است. رمز اعتدال یافتگی در انسان داشتن دانش از نفس خود و طبیعت بیرون بدن است. خودشناسی زیربنای سلامتی و سعادت بشر است. انسان دارای دو وجود است: ظاهر انسانی که نیاز به آب، غذا، هوا، لباس دارد و باطن انسان به روح و روان سالم احتیاج دارد. روح سالم همچنین سرمایه بدن سالم است. روح سالم با معنویت و بدن سالم در اثر تعادل با طبیعت حاصل می‌شود. بنابراین منطق زندگی به ما می‌آموزد که برای روح و بدن سالم، دانش خود را بیافزاییم و به آن عمل کنیم.

انسان برای شناخت خود و خلقت نیاز به حکمت دارد. حکمت به معنای رسیدن به حقیقت به وسیله علم و عقل است و آن علم و عمل محکمی است که سستی و یا کژی در آن راه ندارد. منظور از حکمت مجموعه علوم و معارفی است که انسان را به حقیقت رهنمون می‌نماید به‌طوری که هیچ شک و ابهامی در آن نماند. علم، کشف واقعیات است آنگونه که هست، دانشمند چیزی را خلق نمی‌کند بلکه آنچه خلق شده را می‌شناسد. اما حکمت کشف حقایق است و فهم هدف نهایی زندگی که انسان‌های خاص به آن دسترسی پیدا می‌نمایند. عالم نمایش دانش، معرفت و حکمت است.

در این جهان که ما زندگی می‌کنیم همه چیز برای ما آفریده شده است و بر اساس قانون اول ترمودینامیک نمی‌توان چیزی را خلق کرد بلکه فقط مجاز به تغییر و جابجایی هستیم [۲]. بشر حتی یک شیء کوچک و ناچیز را نمی‌تواند از عدم ایجاد نماید. بنابراین ما وظیفه داریم که جهان را بشناسیم و الگوبرداری کنیم و فناوری‌های طبیعی و سالم را بر مبنای آن طراحی و تولید کنیم و به بشریت ارائه دهیم. علوم و فناوری‌های جدید خدمات ارزشمندی به بشریت نموده است اما بخشی از فناوری‌ها از طبیعت الگوگیری نشده است و آثار نادرستی در جامعه و طبیعت گذاشته است. بهینه‌ترین فناوری‌ها از مسیر زیست‌الگو (biomimetics) حاصل می‌شود [۳]. شایسته است از این هستی که در آن زندگی می‌کنیم الگوبرداری کنیم. منظور از هستی فقط کره زمین نیست بلکه همه سماوات و عالم می‌باشد.

انسان‌های اندیشمند دارای تفکر فرازمینی هستند. آنها می‌دانند که در زمین زندگی می‌کنند اما رزق و روزی آنها از آسمان می‌رسد. تمام واکنش‌های زمین از حرارت نشات می‌گیرد و حرارت کره زمین از خورشید و سایر کرات آتشین می‌رسد. لذا می‌باید بدانیم که همه چیز فقط در کره زمین نیست. کره زمین محل سکونت ما هست اما این کره توسط نیروهای غیردینی از آسمان اداره می‌شود. بنابراین برای شناخت بنیادی موجودات زمینی می‌باید موجودات و نیروهای آسمانی را شناخت لذا نیاز به تفکر و اندیشه فرا زمینی و حکمت داریم. الگوبرداری از پدیده‌های هستی و زیست برای ایجاد ساخت طبیعی توسط انسان راه اصلی موفقیت برای پیشرفت فناوری‌های سالم و زیست‌سازگار است. بنابراین الگوبرداری از طبیعت و زیست هستی راه درستی است. پیروی از راه درست را حکمت می‌گویند. منظور از این نوشته توجه به حکمت و خلقت است که بتوان از الگوبرداری از طبیعت، دانش و نوآوری آن را شناخت، سپس فناوری سالم و محصول زیست ساختار را بر مبنای شناخت واقعیت حاصل نمود [۴].

امروز بخشی از فناوری‌ها به بشریت و سایر موجودات خدمت-رسانی می‌نماید و بخشی دیگر ناهنجار هستند و صنعت آلاینده ایجاد می‌نمایند و محصول آنها تولید رادیکال‌های آزاد غیرمتعادل برای بشر و سایر موجودات می‌باشد. رادیکال‌های آزاد ایجاد شده از آلاینده‌ها موجب بیماری و تغییرات اقلیم برای انسان و تخریب برای کره زمین و محیط‌زیست می‌شوند [۵]. ایجاد فناوری‌ها می‌باید بر مبنای سبک زندگی با اخلاق، محیط زیست پایدار و سلامت پیوند داشته باشد و فقط درآمدهای اقتصادی کفایت نمی‌کند. در دنیای امروز که رشد فناوری‌ها بیشتر منظر اقتصادی دارد و کمتر به موضوع اخلاق در فناوری پرداخته می‌شود، نیاز است که انسان برای مقابله با ناهنجاری‌ها سبک زندگی سالم را تعریف و اختیار نماید. یکی از مهمترین معیارهای سبک زندگی خوب پرهیز از استرس می‌باشد و یکی از بالاترین ثروت‌های امروز در کره زمین داشتن آرامش است. بنابراین می‌باید دانش داشته باشیم که چگونه از روابط استرس‌زا پرهیز و یا جلوگیری از ایجاد استرس نمائیم. به نظر می‌رسد تعریف جدید برای کشور پیشرفته آن است که مردم و جامعه آن

کشور در آرامش باشند و برای دیگران هم آرامش را به ارمغان آورند.

استرس به مفهوم مولکولی انواع رادیکال‌های آزاد غیرمتعادل را ایجاد می‌نماید که خیلی از بیماری‌ها از آن سرچشمه می‌گیرد [۶]. یکی از بیماری‌های جامعه امروز که استرس و رادیکال‌های آزاد غیرمتعادل آن را شکل می‌دهد و عوارض بسیار زیادی برای بدن ایجاد می‌نماید بیماری دیابت است. آمار نشان می‌دهد که ۹۰ درصد از بیماری دیابت از نوع ۲ می‌باشد که به عنوان بیماری صنعتی شناخته می‌شود. از بیماری دیابت انواع دیگر بیماری‌ها عارض می‌شود به همین دلیل وقتی از بیماری دیابت نام برده می‌شود با پسوند پیچیدگی‌ها می‌باشد "دیابت و پیچیدگی‌های آن". تحقیقات گروه ما نشان می‌دهد که بیماری دیابت نوع ۲ فقط بیماری فقط قند نیست بلکه بیماری استرس است [۷]. لذا برای جلوگیری از ایجاد استرس در بدن و جلوگیری از رشد دیابت می‌باید سبک زندگی درست را انتخاب نمود تا بتوان استرس و دیابت را تعدیل نمود [۸]. بیماری دیابت یک بیماری اصلی در جامعه بشری است و بیماری‌های متفاوتی از آن انشعاب می‌یابد. البته دانشمندان و دانش بشری روی این بیماری تحقیق نموده‌اند که منجر به جوایز نوبل شده است [۹]. از روش‌های مهم سبک زندگی در تعدیل استرس و دیابت می‌توان موارد زیر را عنوان نمود:

۱. ورزش

ورزش امر به معروف است و استرس را در بدن کاهش می‌دهد و موجب فرار رادیکال‌های آزاد می‌شود و در نهایت بیماری‌ها در بدن کاهش و یا به تأخیر می‌افتد. ورزش موجب افزایش طول عمر و نشاط می‌گردد. ورزش هوازی در محیط باز و در طبیعت خاصیت آن صد چندان می‌شود. البته ورزش و تحرک علاوه بر بازسازی اندام‌های جسمانی موجب توانایی ذهنی، فکری، روحی و روانی می‌شود. البته ورزش‌ها گوناگون هستند و هر کدام می‌تواند اثر ویژه بر حالت انسان داشته باشد.

آنچه منابع علمی همواره بر آن تأکید داشته‌اند، اثر فعالیت فیزیکی در پیشگیری از بیماری‌ها از جمله دیابت می‌شود. آثار ورزش بر سلامتی بر حسب تغییرات فیزیولوژیک، روانشناختی، بیوشیمیایی، ظرفیت متابولیکی و بهبود عملکرد مواد مغذی درخون قابل توضیح است. اثر ورزش بر پیشرفت عملکردهای

روانشناختی، پیشگیری از ناتوانی‌های پیش‌رونده و بسیاری از بیماری‌های دیگر است. دیابت نوع ۲ با اضافه وزن در افراد بالغ و سبک زندگی یک‌جانشینی و بدون فعالیت ارتباط مستقیم دارد. با وجود این، عدم فعالیت فیزیکی نیز به‌تنهایی می‌تواند خطر ابتلا به دیابت را افزایش دهد. جوامع با فعالیت فیزیکی مناسب از میزان بروز کمتر دیابت برخوردارند [۱۰].

تحقیقات بسیار متعددی نشان داده است، آثار ورزش به‌ویژه نوع منظم آن بر فرایندهای سوخت‌وساز با افزایش حساسیت نسبت به انسولین، بهبود تحمل گلوکز و کاهش وزن، اثر واضح بر سلامت قلب و عروق با کاهش فشار خون و کاهش تری-گلیسریدها که ازنشانگان ایجاد بیماری دیابت است می‌شود [۱۱]. به این ترتیب ورزش به‌تنهایی می‌تواند از بروز بسیاری از عوارض دیابت جلوگیری نماید اما تعجب‌آور است که این روش درمانی بی‌نظیر کمتر مورد اقبال افراد قرار گرفته است [۱۲]. اهمیت ورزش تا بدانجا بوده است که از اواخر قرن بیستم شاخه جدیدی از طب، به عنوان طب ورزشی به‌عنوان یکی از راه‌های حائز اهمیت در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، شکل گرفته است. طب ورزشی بر آمادگی جسمانی، درمان و پیشگیری از بیماری‌ها تمرکز دارد [۱۰]. از سوی دیگر تمرین‌های مراقبه-ای نیز به دلیلی آثار واضح در درمان بیماری‌ها، جای خود را در دیدگاه‌های علمی باز کرده‌اند و آثار سودمند آن بر مقاومت انسولین، تحمل گلوکز، حساسیت انسولین، سطوح لیپید-لیپوپروتئین، فشار خون، تنش اکسایشی و فاکتورهای انعقادی خون تأکید شده است [۱۳]. اما موضوع مهم این است که ورزش در هوای آزاد و استفاده از هوای طبیعت برای شادابی و سلامت انسان از اهمیت خاصی برخوردار است. ورزش در هوای آلوده اثر برعکس دارد و می‌باید احتیاط نمود.

یکی از بهترین ورزش‌ها و تفریحات تنفس در طبیعت است. زندگی در توازن با طبیعت موجب آرامش ذهن و جذب مناسب غذا و تبدیل بهینه به متابولیت‌های مورد نیاز بدن می‌شود. البته در بعضی از مکان‌ها مانند هوای کوهسارها، چشمه‌ها دارای یون منفی می‌باشند که موجب کاهش شدید رادیکال‌های آزاد می‌شود. ورزش در این مکان‌ها اثر مضاعف بر سلامتی انسان دارد.

۲. تغذیه و رژیم غذایی

نوع و کیفیت غذای مصرفی به‌طور مستقیم با سلامت افراد در

ارتباط است و به همین دلیل تعیین یک رژیم غذایی مناسب بسیار مهم خواهد بود. آنقدر این موضوع مهم است که گفته شده است "تو بگو چه می‌خوری و من می‌گویم تو کی هستی". بخشی از وجود متعالی انسان به مصرف نوع غذا و کمیت آن بر می‌گردد. اگر انسان در کمیت و کیفیت غذای خود مراعات نماید نیازی به دارو پیدا نمی‌کند. انسان حتی الامکان نباید دارو مصرف نماید بلکه غذای او می‌باید دارویی او باشد "غذایی مصرف کند که آن غذا دارو باشد". این نوع غذا را غذا دارو و یا غذای فراسودمند می‌گویند. رژیم غذایی مناسب یاد شده با تغییر عادات نامطلوب غذایی، حفظ وزن ایده‌آل، حفظ قند خون در محدوده طبیعی، تأمین انرژی کافی در شرایط بیماری دیابت و نیز حفظ چربی‌های خون در حد مطلوب، سلامت را برای افراد همراه خواهد داشت. تغذیه مواد غذایی تازه حاوی سبزیجات و میوه‌جات به‌خاطر وجود آنتی-اکسیدان که موجب کاهش و تعدیل رادیکال‌های آزاد می‌شود بدن را از سموم خارج و موجب قوه مضاعف و ایمنی در بدن می‌شود. اما مصرف غذاهای صنعتی که حاوی نگهدارنده‌های اکسیدان هستند موجب استرس و افزایش رادیکال‌های آزاد می‌شوند. اگر در هفته چندین بار غذای صنعتی مصرف شود برای تعدیل آن می‌باید چندین بار غذای تازه مصرف نمود تا اثر آن کاهش و یا خنثی شود [۱۴].

مواد غذایی با توجه به تأثیر بر دیابت یا شاخص گلیسمیک، توجه به نحوه استفاده از انواع آنها برای بیماران دیابتی ضروری است. شیوه‌های جدید زندگی و تغییر در عادات غذایی مرسوم، مصرف زیاد فست‌فودها و غذاهای آماده، دریافت چربی‌ها و کاهش مصرف سبزی و میوه منجر شده است. این عوامل خود افزایش شیوع بیماری‌ها را به دنبال آورده است. بنابر تحقیقات، کاربرد نگهدارنده‌ها و مواد ضد میکروبی در انواع صنایع غذایی موجب رشد دیابت و سایر بیماری‌ها شده است [۱۵].

رژیم‌های متناسب، تمرینات منظم و کنترل وزن از توانایی لازم برای مهار بیماری‌ها به‌ویژه دیابت نوع ۲ برخوردارند. در جوامع باستانی از روش‌های طب سنتی مبنی بر دانش و کاربرد غذا داروها، غذاهای فراسودمند و درمانگرهای گیاهی برای پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها از جمله کاهش استرس و دیابت مؤثر است. غذاهای فراسودمند، مسیر طبیعی مهم

دیگری را برای پیشگیری و درمان بیماری‌ها به وجود آورده‌اند. بسیاری از این غذاهای فراسودمند دارای خصوصیات آنتی-اکسیدانی و ضد التهابی هستند [۱۶]. تحقیقات نویسنده و همکارها نشان می‌دهد که پروتئین‌های ذبح حلال دارای خاصیت ضد اکسیدانی، بسیار کمتر تولید رادیکال‌های آزاد، و بسیار کمتر توده‌ای شدن پروتئین‌ها نسبت به ذبح غیر حلال می‌باشد [۱۷] و یا روزه باعث می‌شود کتون‌بادی‌ها در بدن ایجاد شود که ضد اکسیدان هستند و ترکیبات مضر قندی شدن پروتئین قندی‌شده را کاهش می‌دهد [۱۸]. بنابراین می‌باید سبک زندگی را مرسوم نمود که بر مبنای دانش است و می‌تواند صنعت نامتعادل امروز و آثار مضر آن را تعدیل نمود.

این روش‌های کهن درمانی در واقع کاربرد روش‌ها و رویکردهای تفکیکی یا ترکیبی از گیاهان، حیوانات، داروهای مبتنی بر مواد معدنی، درمان‌های معنوی در پیشگیری و درمان بیماری‌ها و حفظ سلامتی تأثیر فراوان دارد. هرچند طب سنتی به شدت در جوامع در حال توسعه است و در جوامع صنعتی آن را با نام طب مکمل یا طب جایگزین نامگذاری کرده‌اند. طب سنتی می‌تواند از دستاوردهای طب مدرن بهره‌مند شود و طب مدرن هم می‌تواند از تجربه و دستاوردهای طب سنتی بهره‌گیرد. یکپارچه‌سازی طب سنتی و طب مدرن یکی از مهمترین تصمیمات در حوزه پزشکی خواهد بود. مناسب است دادگان پزشکی جدید و طب سنتی توسط نرم افزارها تهیه شود و با ترکیب و تلفیق روش‌های پیشگیری و درمان هر دو طب پیوند علم و تجربه و حکمت را برای بشریت به ارمغان آورد.

طب سنتی یک واژه جامع است که به طب سنتی چینی، ایوروادی هندی، طب یونانی، طب ایرانی و اشکال متنوعی از طب بومی اشاره می‌کند. طب سنتی شامل طب دارودرمانی شامل داروهای گیاهی، داروهای با بخش‌های حیوانی یا معدنی و طب غیردارو درمانی شامل طب سوزنی، درمان‌های دستی و درمان‌های معنوی است [۱۹]. موضوع حائز اهمیت این است که بر محور دانش، طب سنتی و یا طب جدید طبابت نماید. البته لازم به ذکر است دانش علوم بین‌رشته‌ای و فناوری‌های آن نسبت به علم تخصصی و فناوری‌های منتج از علم تخصصی، کمک بیشتری به انسان و سایر موجودات می‌نماید و نقص فناوری‌ها منتج از علوم بین رشته‌ای کمتر است.

۳. باورهای معنوی

بیوشیمی بدن انسان از آگاهی و باور سرچشمه می‌گیرد. آگاهی با باورهای تقویت شده در واقع به بیوشیمی فرد تبدیل می‌شود. به طور قطع سلول‌های بدن انسان نسبت به افکار، احساسات و البته عقاید او آگاهی کامل دارد. نوع نگرش فرد به خود، بیوشیمی بدنش را به او دیکته می‌کند. تحقیقات اخیر با شواهد بسیار بر اصول علمی زیست شناختی باورها صحت گذارده‌اند. سیستم باور انسانی در واقع با پالایش تمام تجارب آموخته شده از خلال شخصیتش شکل می‌گیرد [۲۰-۲۱].

در این میان فرهنگ و معنویت می‌تواند نقش مهمی در توانمندسازی افراد برای زندگی بهتر و مقابله با بیماری‌ها داشته است. توانمندسازی پدیده‌ای مثبت و پویاست که به مرور نقش بیشتری در تعدیل بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌هایی که با استرس سروکار دارند ایفا می‌نماید. احساس مسئولیت نسبت به حفظ سلامت بدن به‌عنوان امانت و نعمتی الهی، یک مدیریت تمام‌عیار برای سلامتی و سعادت‌مندی است. یک انسان با اخلاق از سلامتی خود به‌عنوان یک امانت، نگهداری و حفاظت می‌نماید. در واقع این موضوع یکی از راهکارهای توانمندسازی می‌باشد [۲۲]. برای نمونه انسان دارای عقل و دانش و باور، امورات خود را فقط به حس چشایی نمی‌سپارد که هر چیز را دوست داشت تناول نماید. خوشمزگی غذا یک طرف قضیه است و سلامتی تمام ارگان‌های بدن هم می‌باید در نظر گرفته شود، چون بدن امانت است که به‌دست فرد سپرده شده است.

انسان با کارهای نیکو می‌تواند از قانون عمل و عکس‌العمل استفاده نماید و خوبی را به زندگی خود به‌صورت مضاعف برگرداند. اگر کسی کار نیک انجام دهد چندین برابر به او باز می‌گردد. تو نیکی می‌کن و در دجله انداز که ایزد در بیابان دهد باز.

البته قابل ذکر است آنچه انسان بتواند روح خود را سالم سازد می‌تواند اثر متقابل در سلامت جسم او داشته باشد.

۴. کاهش تنش و اضطراب

شهرنشینی به‌خصوص در شهرهای بزرگ و پیامدهای حاصل از آن مانند آلودگی‌های شیمیایی، شلوغی و ترافیک خیابان‌ها و درگیری‌ها و مشغله‌های ذهنی، همگی از عوامل اصلی بروز تنش و نگرانی‌ها در دنیای امروزی است. تحقیقات اخیر به‌خوبی ثابت

کرده است که تنش‌های متنوع در نهایت با ایجاد تنش اکسایشی و التهاب سیستمی نقش مهمی در بیماری‌زایی دیابت و عوارض عروقی ناشی از آن ایفا می‌کنند [۲۳].

تنش اکسایشی به‌عنوان یک موقعیت حاد عدم تعادل بین تولید عوامل اکسایشی و مکانیسم دفاعی آنتی‌اکسیدانتی است که به نقص عملکرد بافت‌ها و تخریب آنها منجر می‌شود [۲۴]. تنش اکسایشی در نتیجه افزایش غیرمتعارف تولید رادیکال‌های آزاد و به‌ویژه گونه‌های فعال اکسیژن حاصل می‌شود و به‌نظر می‌رسد در ایجاد نقص عملکرد سلول‌های بتای پانکراس و ایجاد مقاومت انسولینی نقش دارد. گونه‌های نامبرده از علامات مشخصه دیابت نوع دوم نیز محسوب می‌شود. از سوی دیگر افزایش قند خون باعث اکسایش خودبه‌خودی گلوکز، گلیکته شدن پروتئین‌ها (مولد گونه‌های فعال رادیکالی و غیررادیکالی به‌ویژه تنش اکسایشی) و فعال شدن برخی مسیرهای متابولیکی می‌شود. این تغییرات خود باعث شتاب در تولید تنش اکسایشی شده و باعث تغییرات شیمیایی و اکسایشی لیپیدها، DNA و پروتئین‌ها در بافت‌های مختلف می‌شود [۲۳]. واکنش این محصولات با ماکرومولکول‌های زیستی نظیر لیپیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و کربوهیدرات‌ها، خود با تولید زنجیره‌ای از اندرکنش‌های جدید مولد رادیکال‌های آزاد باعث در معرض قرارگیری بیشتر ماکرومولکول‌ها و ایجاد ترکیبات سمی خواهد شد [۲۴].

تنش اکسایشی همچنین نقش اساسی را در ایجاد عوارض دیابت نظیر آب مروارید، آسیب‌های کلیوی و عصبی به‌دلیل تولید محصولات سمی ایفا می‌نماید [۲۳]. رخداد تنش تأثیرات فراوان هورمون‌های ناشی از تنش بر متابولیسم بدن را با مکانیسمی عکس عملکرد انسولین باعث خواهد شد [۲۵].

حضور نشانگرهای التهابی، پیام‌آور شروع چاقی است. میزان اضافه‌وزن به‌صورت مستقیم با تعداد و غلظت این نشانگرهای التهابی متناسب است [۲۶]. از سوی دیگر مصرف مواد نگهدارنده صنعتی در فراوری، حفظ و نگهداری مواد مختلف غذایی، دارویی و بهداشتی-آرایشی نیز از عوامل اصلی ایجاد تنش اکسایشی در بدن محسوب می‌شود. تحقیقات اخیر نشان داده است که مصرف سوربات پتاسیم به‌عنوان یک نگهدارنده پرکاربرد در صنایع غذایی، صنایع دارویی، صنایع بهداشتی و

مواد آرایشی می‌تواند از آثار تهیج‌کننده بر تنش اکسایشی برخوردار باشد. این مواد همچنین دارای اثر تداخلی مستقیم و حاد در ایجاد یا تشدید بیماری دیابت به واسطه تولید و تشدید انواع گونه‌های سمی اکسایشی و به‌ویژه نقشی بارز در هدایت ساختار آلبومین سرم انسانی به سوی فیبریل‌زایی هستند [۲۷-۲۸]. باتوجه به آثار مضر مواد نگهدارنده در تغییر ساختار پروتئین‌ها و تولید ساختارهای حدواسط سمی و نقش تداخلی آنها در روند شکل‌گیری و تشدید بیماری دیابت و عوارض آن، حذف یا محدودیت استفاده از این مواد در صنایع مذکور و پرهیز مصرف‌کنندگان از خرید این مواد مورد تأکید است. البته به این مسئله هم می‌توان توجه نمود که اگر مواد انتی‌اکسیدانی به‌عنوان ضد میکروب و ضدباکتری را کشف نمود، شاید در آینده نزدیک بتوان به عنوان نگهدارنده انتی‌اکسیدانی در غذاهای صنعتی استفاده نمود. گروه تحقیقاتی ما اولین گزارش پروتئین‌ها و پپتیدهای ضد میکروبی و ضدباکتریایی از پروتئین‌های شیر شتر را در سطح جهانی گزارش نموده است [۲۹-۳۰]. سپس پپتیدهای ضدباکتریایی از پروتئین‌های گردو را گزارش نمود [۳۱-۳۷]. کاهش تنش و اضطراب بخشی از آن به قلمرو غذاهای پر تنش که زایش مواد رادیکالی غیرمتعادل می‌نماید برمی‌گردد که بخشی از غذاهای صنعتی به‌ویژه آنهایی که در زمان‌های زیاد ماندگاری دارند.

۵. خواب

تحقیقات علمی نشان می‌دهد که خواب موجب سم‌زدایی از بدن می‌شود و مواد زائد را از مغز خارج می‌کند. خواب شفاف‌بخش و ترمیم‌کننده است و یکی از بهترین انتی‌اکسیدان‌ها به نام ملاتونین در خواب سالم تولید می‌شود و استرس‌های ایام بیداری را جمع‌آوری و جاروب می‌نماید. در ایام بیداری بدن دچار انواع استرس‌ها می‌شود و خواب، ترمیم‌کننده آن است. شایان ذکر است که خواب با استراحت متفاوت است و خواب سالم در شب یعنی ساعتی که خورشید حضور ندارد، تعریف می‌شود. در شرایط امروز و شهرنشینی و استفاده بی‌رویه مردم از لوازم ارتباط جمعی مجازی ساعت خواب جامعه تغییر یافته و معمولاً در دیر وقت برای خواب مهیا می‌شوند. حتی وقتی به خواب می‌روند با سروصداهای ناهنجار شهری بیدار می‌شوند و تازه بی‌خوابی به سرشان می‌زند و به‌جای آن در ساعت غیرزیستی

شاید به خواب روند. این قصه موجب می‌شود که بدن به‌خوبی سم‌زدایی نشود و استرس فراوان در بدن موجب انواع بلاها و ناهنجاری‌ها برای فرد و جامعه شود. در این وضعیت ناآرامی بدن و مغز، یادگیری انسان هم پائین می‌آید. بی‌خوابی باعث می‌شود افراد تمام روز به‌طور مداوم بین حالت خواب و بیداری سپری کنند که این حالت باعث کاهش شدید دقت و تمرکز می‌شود. همچنین در این شرایط افراد قادر به انجام کارهای دقیق و حساس وابسته به هوشیاری و تمرکز بالا نمی‌باشند [۳۸]. لذا لازم است که سبک زندگی سالم رویه مردم و جامعه باشد تا بتوانند ناهنجاری‌ها را کنترل نمایند. سبک زندگی مناسب مجموعه‌ای از دانش قدیم و جدید است که می‌باید از تمامی فرهنگ‌های ملل جمع‌آوری شود و در زندگی امروز به‌کار بسته شود [۳۹-۴۰].

شناخت از ساعت زیستی بدن از اهمیت بسزایی برخوردار است. موضوع "ساعت زیستی بدن" در سال ۲۰۱۷ جایزه نوبل پزشکی و فیزیولوژی را از آن خود کرد.

کمیته نوبل این جایزه را به دلیل "تأثیر عظیم این یافته بر سلامت و تندرستی" به طور مشترک به سه دانشمند اهدا کرد. ساعت بدن یا ریتم زیستی، چرخه ۲۴ ساعته‌ای است که هماهنگ با چرخش کره زمین به دور خود و گذر روز به شب و برعکس، فعالیت اعضا و اندام‌های بدن و رفتار را تنظیم می‌کند. این ساعت در تنظیم دمای بدن، ترشح هورمون‌ها و سوخت‌وساز بدن نقش مهمی دارد. همین ساعت است که باعث می‌شود شب‌ها بخوابیم و صبح با روشن شدن هوا از خواب برخیزیم. دو مقاله تحت عناوین "سبک زندگی و پزشکی خواب" و "ملاتونین: آنتی-اکسیدان محصول خواب با کیفیت" توسط نویسنده و همکاران نگارش یافته است که دارای مطالب ارزشمندی در خصوص شناخت خواب و اثرات گرانبهای آن می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد این دو مقاله که در نشاء علم منتشر شده است مورد مطالعه قرار گیرد [۴۱-۴۲].

بنابراین بی‌خوابی یکی از بزرگترین مشکلات امروز و آینده بشر می‌باشد و با توجه به پیامدهای گسترده آن که جنبه‌های مختلف زندگی فردی و اجتماعی را درگیر می‌کند، نیاز به آموزش و آگاهی جامعه نسبت به ساعت زیستی بدن می‌باشد. همچنین ضروری است برنامه‌ریزی دقیق و سریع برای اصلاح الگوی

خواب افراد جامعه به ویژه جوانان در رأس برنامه‌های زندگی قرار گیرد.

۶. هورمون های شادی را فعال نمائیم

هورمون‌ها مواد شیمیایی هستند که توسط غدد مختلف در بدن تولید می‌شود. آنها از طریق جریان خون سفر می‌کنند و به عنوان پیام‌رسان عمل می‌کنند. در بسیاری از فرآیندهای بدن نقش دارند و به تنظیم روحیه کمک می‌کنند. برخی از هورمون‌ها به تقویت احساسات مثبت کمک می‌کنند [۴۳]، این "هورمون‌های شاد" عبارتند از:

- دوپامین به عنوان هورمون "احساس خوب" شناخته می‌شود و انتقال‌دهنده عصبی است. دوپامین با احساسات لذت بخش همراه با یادگیری، حافظه، عملکرد سیستم حرکتی و موارد دیگر همراه است.
- سروتونین هورمون و انتقال‌دهنده عصبی است، به تنظیم روحیه و همچنین خواب، اشتها، هضم، توانایی یادگیری و حافظه کمک می‌کند.
- اکسی‌توسین که اغلب به عنوان "هورمون محبت" خوانده می‌شود. این هورمون همچنین می‌تواند به تقویت اعتماد، همدلی و پیوند در روابط کمک کند.
- اندورفین‌ها ضد درد هستند که بدن در پاسخ به استرس‌ها ایجاد می‌شود و ناراحتی را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

امروز استرس از راه‌های گوناگون درون و بیرون بدن انسان را مورد تهاجم قرار می‌دهد. دستاوردهای علمی و فناوری کمک زیادی برای رفاه بشر و سایر موجودات به ارمغان آورده است که جای قدردانی است اما هرچه انسان از زندگی طبیعی خود دور شود استرس بر او بیشتر حکمفرمایی می‌کند. در زندگی امروز انسان بیشتر با فناوری‌های تهاجمی و آثار نامطلوب آن روبرو است و علت آن این است که فناوری‌های دوران اخیر بر مبنای اقتصادی و درآمد تعبیه می‌شود و عوارض آن، آنطور مورد مطالعه علمی قرار نمی‌گیرد و هرچه زودتر به فکر تصاحب بازار هستند. اما در دوران گذشته اینطور فکر نمی‌کردند بلکه ساخت فناوری‌ها با وجدان و اخلاق بیشتری همراه بود. برای کنترل و رفع نقص فناوری‌های امروزی تا حدودی سبک زندگی خوب،

تعدیل‌کننده آثار ناهنجار آن و جلوگیری از عوارض و آلودگی صنعتی است. سعادت انسان از انتخاب مسیر فطری و طبیعی حاصل می‌شود نه درآمدهای زودرس و نادرست که پشت بعضی از فناوری‌ها و صنایع موجود است. در مقاله‌ای نمونه‌ای از روش‌های بازدارنده استرس را در سطح بین‌المللی گزارش نموده‌ایم که خواندن آن را پیشنهاد می‌نمائیم [۷]. به نظر می‌رسد داشتن سبک زندگی خوب نیاز به تجربه و دانش فراوان دارد که از قدیم تا جدید می‌باید آنرا در دسترس مردم قرار داد. می‌باید نرم‌افزاری تهیه شود تا آگاهی‌های قدیم که بر مبنای عقلانیت بوده و آگاهی‌های جدید که بیشتر آن بر مبنای علم می‌باشد گردآوری نمود و از آن استفاده بهینه گردد. مهمترین چیزی که انسان می‌باید در پی آن باشد مطمئناً "آرامش" است که با پول و ثروت زیاد و در شهرهای مدرن زندگی کردن به دست نمی‌آید. آرامش با نیکی کردن به دیگران، زندگی با طبیعت، زندگی با قناعت، خواب و تغذیه خوب، کسب دانش و حکمت و دریافت الهامات از نفس پاک به دست می‌آید.

نویسنده این مقاله سخنرانی کوتاهی تحت عنوان "سبک زندگی و چشم‌انداز جدید به انتی‌اکسیدان‌ها" در مراسم افتتاحیه همایش سبک زندگی، سلامت و سعادت‌مندی (دل خوشی) در شهر یور سال ۱۳۹۸ ارائه نموده است که رجوع به آن پیشنهاد می‌گردد. این سخنرانی به شکل صوتی در وبگاه مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران موجود است (رجوع به ibb.ut.ac.ir).

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های دانشگاه تهران؛ صندوق حمایت از پژوهشگران ایران؛ مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی بین‌المللی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری؛ کرسی یونسکو در تحقیقات بین-رشته‌ای در دیابت؛ انجمن بیوشیمی فیزیک ایران تشکر می‌شود.

منابع و مؤاخذ

- [1]. Moosavi-Movahedi, A.A. (1999). Mysteries of spiritual scientific knowledge, Hamdard Islamicus, 22, 9-1
- [۲]. علی‌اکبر صبوری، علی‌اکبر موسوی موحدی. (۱۳۷۶). ترمودینامیک شیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران (چاپ دوم ۱۳۸۵)
- [3]. Y. Bar-Cohen. (2016). Biomimetics: nature-based innovation, CRC press

- [17]. Hosseini, E., Sattari, R., Ariaeenejad, Sh., Salami, M., Emam-Djomeh, Z., Fotouhi, L., Poursasan, N., Sheibani, N., Ghamsari, S. M. and Moosavi-Movahedi, A.A. (2019). The impact of slaughtering methods on physicochemical characterization of sheep myoglobin, *Journal of the Iranian Chemical Society* 16, 315–324
- [18]. Bohlooli, M., Saboury, A. A., Taghavi, F., Habibi-Rezaei, M., Sarvari, S., Moosavi-Movahedi, A. A. (2016). Fasting at a glance: Fasting reduces the binding between sugar and protein; new insights into diabetic complications, *Biomacromolecular Journal*, 2(2), 93-96
- [19]. World Health Organization (2002). Traditional Medicine Strategy 2002-2005. WHO. Geneva, 74.p.
- [20]. Bogousslavsky, J., Inglin, M. (2007). Beliefs and the brain, *Eur Neurol*. Vol.58, PP.129–32.
- [21]. Abdoli, S. (2011). Religion, faith and the empowerment process: Stories of Iranian people with diabetes, *International Journal of Nursing Practice*, Vol.17, PP. 289–298.
- [22]. Bruce H. Lipton. (2016). The biology of belief, Hay House Inc.; Anniversary edition
- [23]. Dav`I, G., Santilli, F., Patrono, C. (2010). Nutraceuticals in Diabetes and Metabolic Syndrome, *Cardiovascular Therapeutics*, Vol. 28 (4), PP. 216–226
- [24]. Betteridge, D. J., (2000). What Is Oxidative Stress? *Metabolism*, Vol. 49, PP. 3-8.
- [25]. Brindley, D.N., Rolland, Y. (1989). Possible connections between stress, diabetes, obesity, hypertension and altered lipoprotein metabolism that may result in atherosclerosis, *Clin Sci*, Vol.77, No5, PP. 453–61.
- [26]. Engstrom, G., Hedblad, B., Stavenow, L., Lind, P., Janzon, L., Lindgarde, F. (2003) Inflammation-sensitive plasma proteins are associated with future weight gain, *Diabetes*, Vol. 52, No.8, PP. 2097–101.
- [27]. Taghavi, F., Moosavi-Movahedi, A.A., Bohlooli, M., Hadi Alijanvand, H., Salami, M., Maghami, P., Saboury, A.A., Farhadi, M., Yousefi, R., Habibi-Rezaei, M., Sheibani, N. (2013). Potassium sorbate as an AGE activator for human serum albumin in the presence and absence of glucose, *International Journal of Biological Macromolecules*, No. 62, PP. 146– 154.
- [28]. Taghavi, F., Moosavi-Movahedi, A. A., Bohlooli, M., Habibi-Rezaei, M., Hadi Alijanvand, H., Amanlou, M., Sheibani, N., Saboury, A. A., Ahmad, F. (2014). Energetic domains and conformational analysis of human serum albumin upon co-incubation with sodium benzoate and glucose, *Journal of Biomolecular Structure & Dynamics*, Vol.32, PP. 438-447.
- [29]. Salami, M., Moosavi-Movahedi, A.A., Ehsani, M.R., Yousefi, R., Haertle, T., Chobert, J. M., [4]. علی اکبر موسوی موحدی. (۱۳۹۲). زیست الگو: همگرایی در علم و حکمت، نشریه نشاء علم، مجلد ۴، شماره ۱، صفحات ۶–۹
- [۵]. محمد بهنام راد، فرشته تقوی، فائزه موسوی موحدی و علی اکبر موسوی موحدی. (۱۳۹۵). تغییرات اقلیم، گرمایش جهانی و دیابت، نشریه نشاء علم، مجلد ۶، شماره ۱، صفحات ۶۱–۶۷
- [6]. Özben, T. (1998). Pathophysiology of Cerebral Ischemia, Free Radicals, Oxidative Stress, and Antioxidants, Springer, pp. 163-187
- [7]. Taghavi, F. and Moosavi-Movahedi, A.A. (2019). "Free Radicals, Diabetes, and Its Complexities" in Book "Plant and Human Health" Volume 2, Pages 1-41 [M. Ozturk, K. R. Hakeem (eds.)], Springer Nature Switzerland 1-41
- [۸]. محمد بهنام راد، فرشته تقوی، علی اکبر موسوی موحدی (۱۳۹۴). نقش سبک زندگی در تعدیل دیابت، نشریه نشاء علم، مجلد ۵، شماره ۱، صفحات ۱۲–۲۱
- [۹]. محمد بهنام راد، فرشته تقوی، علی اکبر موسوی موحدی (۱۳۹۳). جوایز نوبل در دیابت، نشریه نشاء علم، مجلد ۴، شماره ۲، صفحات ۱۵۰–۱۴۴
- [10]. Fentem, P. H. (1994). Benefits of Exercise in Health and Disease, *British Medical Journal*, 308 (6939), 1291–1295
- [11]. Helmrigh, S., Ragland, D.R., Leung, R.W. (1991). Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus, *N Engl J Med.*, Vol.325, PP. 147–152.
- [12]. Tanasescu, M., Leitzmann, M.F., Rimm, E.B. (2003). Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among men with type 2 diabetes, *Circulation*, Vol. 107, PP. 2435–2439.
- [13]. Alexander, G. K., Taylor, A. G., Innes, K. E., Kulbok, P., Selfe T. K. (2008). Contextualizing the Effects of Yoga Therapy on Diabetes Management: A review of the social determinants of physical activity, *Community Health*, Vol. 31, No.3, PP. 228–239.
- [14]. Wheeler, M. L., Dunbar, S. A., Jaacks, L. M., Karmally, W., Mayer-Davis, E. J., Wylie-Rosett, J., Yancy Jr W. S. (2012). Macronutrients, food groups, and eating patterns in the management of diabetes, *Diabetes Care*, Vol.35, PP. 434-445.
- [15]. Meyer, K. A., Kushi, L. H., Jacobs, D. R., Folsom, A. R. (2001). Dietary fat and incidence of type 2 diabetes in older Iowa women, *Diabetes Care*, Vol. 24, PP. 1528-1535.
- [16]. Boaz, M., Leibovitz, M., Dayan, Y. B., Wainstein, J. (2011). Functional foods in the treatment of type 2 diabetes: olive leaf extract, turmeric and fenugreek, a qualitative review. *Functional Foods in Health and Disease*, Vol.1, No.11, PP.472-481.

- Proteins, Bioactive Peptides and Casein Micelles, *Journal of Camel Practice and Research*, 24(2) 181-182
- [36]. Jahanbani, R., Ghaffari, S.M., Salami, M., Vahdati, K., Sepehri, H., Namazi Sarvestani, N., Sheibani, N., Moosavi-Movahedi, A.A. (2016). Antioxidant and Anticancer Activities of Walnut (*Juglans regia* L.) Protein Hydrolysates Using Different Proteases, *Plant Foods for Human Nutrition* 71, 402-409
- [37]. Jahanbani, R., Ghaffari, S. M., Vahdati, K., Salami, M., Khalesi, M.R., Sheibani, N., Moosavi-Movahedi, A.A. (2018). Kinetics Study of Protein Hydrolysis and Inhibition of Angiotensin Converting Enzyme by Peptides Hydrolysate Extracted from Walnut, *International Journal of Peptide Research and Therapeutics* 24(1), 77-85
- [38]. Van der Heijden, K. B., Smits, M. G., Someren, E. J. V., & Boudewijn Gunning, W. (2005). Idiopathic chronic sleep onset insomnia in attention-deficit/hyperactivity disorder: a circadian rhythm sleep disorder. *Chronobiology international*, 22(3), 559-570.
- [39]. National Sleep Foundation (2001). National sleep foundation sleep survey, Washington, DC.
- [40]. Spiegel, K., Leproult, R., Van Cauter, E. (1999). Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function, *Lancet*, Vol. 23, PP. 1435-1439
- [۴۱]. میترا پیرحقی، محمد فرهادی، علی اکبر موسوی موحدی "سبک زندگی و پزشکی خواب" نشریه نشاء علم، مجلد ۶، شماره ۲، صفحات ۱۰۳-۱۱۳ سال ۱۳۹۵
- [۴۲]. مرجان سلیمان پور، رضا یوسفی، علی اکبر موسوی موحدی "ملاتونین: آنتی اکسیدان محصول خواب با کیفیت" نشریه نشاء علم، مجلد ۷، شماره ۲، صفحات ۱۰۷-۱۱۵ سال ۱۳۹۶
- [43]. Loretta Graziano Breuning, (2012) Book: Meet Your Happy Chemicals: Dopamine, Endorphin, Oxytocin, Serotonin, Create Space Independent Publishing Platform, South Carolina, USA
- Razavi, S.H., Henrich, R., Balalaie, S., Ebadi, S.A., Pourtakdoost, S., Niasari-Naslaji, A. (2010) Improvement of the antimicrobial and antioxidant activities of camel and bovine whey proteins by limited proteolysis, *J of Agricultural and Food Chemistry* 58, 3297-3302
- [30]. Moslehishad, M., Ehsani, M. R., Salami, M., Mirdamadi, S., Ezzatpanah, H., Niasari Naslaji, A., Moosavi-Movahedi, A.A. (2013) The comparative assessment of ACE-inhibitory and antioxidant activities of peptide fractions obtained from fermented camel and bovine milk by *Lactobacillus rhamnosus* PTCC 1637, *International Dairy Journal* 29, 82-87
- [31]. Moosavi-Movahedi, A. A. (2013) Milk and its bioactive peptides: Phenomenal nutraceutical food of the century, *Pertanika Journal of Science & Technology*, Editorial 21 (1)
- [32]. Moslehishad, M., Salami, M., Mirdamadi, S., Ehsani, M.R. and Moosavi-Movahedi, A.A. (2014) Production of fermented camel milk containing antioxidant and antihypertensive peptides, Iran Patent, No.29857. (Evaluated and approved by Iranian Research Organization for Science and Technology)
- [33]. Rahimi, M., Ghaffari, S. M., Salami, M., Mousavy, S. J., Niasari-Naslaji, A., Yousefinejad, S., Jahanbani, R., Khalesi, M.R. and Moosavi-Movahedi, A.A. (2016) Investigation of ACE-inhibitory and radical scavenging activities of bioactive peptides from enzymatic hydrolysis of camel milk casein, *Dairy Science & Technology*, 96, 489-499
- [34]. Khalesi, M.R., Salami, M., Moslehishad, M., Winterburn, J. and Moosavi-Movahedi, A.A. (2017) Biomolecular content of camel milk: A traditional superfood towards future healthcare industry, *Trends in Food Science & Technology* 62, 49-58 [Review Paper]
- [35]. Salami, M., Niasari-Naslaji, A., and Moosavi-Movahedi, A.A. (2017) Recollection: Camel Milk

نگاه شیمیایی به پیدایش مواد

احمد شعبانی^{*}

چکیده

متان یا همان گاز مرداب یکی از ساده‌ترین، متقارن‌ترین و پایدارترین مولکول مواد آلی است. نیمه عمر متان بسیار طولانی است و یکی از فراوان‌ترین ترکیبات آلی در طبیعت محسوب می‌شود. در این نوشته کوشش شده است به فرضیه پیدایش مواد آلی در طبیعت پرداخته شود. در این فرضیه باور بر این است نه تنها نقطه پایانی و تخریب مواد آلی بلکه نقطه آغازین و سازنده مواد آلی در طبیعت به متان ختم می‌شود و به عبارتی متان نقطه اول و آخر در مسیر شیمیایی پیدایش مواد آلی می‌باشد. دلایل و شواهدی از قبیل پایداری و فراوانی متان، تجزیه و تبدیل مواد آلی به متان در طبیعت، آزمایش میلر مبنی بر سنتز مواد آلی و آمینو اسیدها از متان، سناریوی مه‌بانگ یا انفجار بزرگ مبنی بر پیدایش سایر عناصر از عنصر کربن و فراوانی کربن پس از هیدروژن، هلیوم و اکسیژن بر مبنای جرم، فرضیه متان بودن منشأ اولیه کربنی پیدایش ماده آلی در طبیعت تا کربن دی اکسید در دامن زدن و پشتیبانی از آن ارائه شده است.

واژگان کلیدی: پیدایش مواد، متان، ماده آلی، مه بانگ، طبیعت، کربن دی اکسید، آب، رس

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

^۱ دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

مقدمه

ذرات بنیادی یک اتم یعنی الکترون، پروتون، نوترون و... قرار گیرد-کما اینکه طبق نظریه یا سناریوی بیگ بنگ یا مه بانگ (انفجار بزرگ) جهان از انبساط یک ماده و انرژی تاریک بسیار چگال ایجاد شده است و مواد تشکیل دهنده این ماده چگال ذرات بنیادی اتم یعنی پروتون، الکترون، نوترون و... می باشد- انسان، سیب، DNA، سنگ، پلاستیک، آب، نفت، متان، جلبک و فلاپی دیسک (CD) عضو یک مجموعه و در یک خانواده قرار خواهند گرفت که این عین همگرایی در پیدایش مواد و یا تنوع زیستی، علیرغم تنوع و گوناگونی ظاهری در آن است [۲]. مواد سازنده و تشکیل دهنده طبیعت در دنیای مادی دو بخش است: مواد معدنی و مواد آلی. گرچه بخش مواد معدنی طبیعت از نظر تعدد عنصری بسیار متنوع و متفرق است، اما بخش آلی از وحدت و یگانگی عنصری برخوردار است، به طوری که عنصر کربن که شاخص آلی بودن مواد و ترکیبات تلقی می شود، تنها عنصر اصلی ترکیبات آلی در طبیعت شناخته می شود. گرچه در ساختار برخی مواد معدنی از قبیل اوره ها، کربنات ها و...، عنصر کربن وجود دارد، اما علیرغم اطلاق معدنی، آنها نیز منشأ آلی دارند. چرا که کربن منوکسید و کربن دی اکسید از سوختن ترکیبات آلی یا در پی چرخه فرایند فتوسنتز-تنفس بدست می آید و طی فرآیندهای شیمیایی تبدیل به اوره و کربنات ها می شوند. بنابراین می توان نتیجه گرفت علیرغم تنوع و تفرغ در عناصر بخش معدنی در طبیعت، عنصر اصلی بخش آلی کربن می باشد (۲،۳). البته تشکیل سایر عناصر و حتی معدنی از کربن نیز موضوعی است که در بخش های بعدی به آن پرداخته خواهد شد.

فرضیه های پیدایش ماده آلی در طبیعت

فرضیه های متعددی در رابطه با پیدایش مواد آلی در طبیعت و به عبارتی اولین مولکول ها و یا پیش ماده های^۱ تشکیل دهنده بخش مواد آلی در طبیعت ارائه شده است که عمدتاً مبتنی بر

حیات عبارتست از حالت پویا از یک ماده. رابطه بین زنده^۱ و نا-زنده^۲ یک فرایند یک طرفه و برگشت ناپذیر است، به طوری- که زنده به نا-زنده تبدیل می شود، اما فرایند عکس آن تاکنون امکان پذیر نشده است. اعتقاد بر این است فرایند تبدیل نا-زنده به زنده طی دو فاز شامل فاز شیمیایی که بیشتر معماگونه و کماکان مبهم و ناشناخته است و فاز بیولوژیکی انجام شده است [۱].^۳ البته شاید فرضیه ای مبنی بر اینکه منشاء حیات از بی حیات نباشد نیز جای تأمل داشته باشد. کما اینکه بذریه یک گیاه به ظاهر بی حیات است، اما در صورت قرار گرفتن در محیط و شرایط مناسب حیات می یابد. به هر حال تبدیل بی حیات به حیات کماکان یک معما برای جامعه علمی است.

مبنا و اساس طبیعت استوار بر راهبرد همگرایی^۴ در عین واگرایی^۵ است. به عبارتی علیرغم تنوع و واگرایی ظاهری در طبیعت، یک نوع همگرایی و مشترکات و یا وحدت و یکپارچگی در میان آنها مشاهده می شود. شاید یک نمونه بارز آن وحدت نیرو در طبیعت باشد (۱). نمونه های متعددی از این دست در طبیعت مشاهده می شود. متفاوت بودن اثر انگشت میلیاردها انسان در جهان ناشی از فقط نحوه چیدمان تعداد محدودی اسید آمینه است. زبان حیات و یا سیستم دی.ان.ای^۶ (DNA) که یکی از عجایب خلقت است بر اساس تعداد محدودی نوکلئوتید بنا شده است و رمز وراثتی انسان از بهم پیوستن سه میلیارد از چهار نوع نوکلئوتیدها (A, T, C, و G) به- دست می آید و این رمز در هر یک از یکصد میلیارد سلول بدن انسان دقیقاً تکرار می شود. تعداد عناصر طبیعی تشکیل دهنده کره خاکی نود و چهار عنصر می باشد^۷ و تعداد ترکیبات آلی با جرم مولکولی کمتر از ۵۰۰ و متشکل از ده عنصر (C, H, O, N, P, S, F, D, Br و I)، بیش از ۱۰^{۱۲} × ۱۰^{۱۰} مولکول می باشد. از طرفی اگر بنیاد و ساختار تشکیل مواد مبتنی بر ابعاد مولکولی و یا فراتر از آن یعنی ابعاد اتمی و یا حتی فراتر از آن مبتنی بر

¹ Living² Non-living⁴ Convergence⁵ Divergence⁶ DNA (Deoxyribonucleic acid)⁸ Precursors^۳ شماره رفرنس در گروه و شماره وبگاه در پراوتر ارائه شده است.^۷ تعداد عناصر شیمیایی شناخته شده ۱۱۸ عدد می باشد که ۹۴ عنصر

طبیعی و ۲۴ عنصر سنتزی است.

مولکول‌های آب، کربن دی‌اکسید، متان و یا ترکیبی از آنها می- باشد. کربنی و سایر مواد بیولوژیکی از این رس‌ها بدست آمده است [۶].

پیدایش مواد در طبیعت و فرضیه متان

اصل فرضیه پیدایش مواد در طبیعت در این نوشتار عبارت است از: «منشأ پیدایش مواد (آلی) در طبیعت متان است و مواد آلی در طبیعت نیز در پی زوال، تخریب و یا تجزیه به متان تبدیل می‌شود». به عبارت دیگر در این فرضیه از پیدایش مواد، باور بر این است، نقطه پایان تخریب مواد آلی به گاز متان منتهی می‌شود و نقطه آغارین و سازنده مواد آلی نیز گاز متان می‌باشد.

۱. دلایل و شواهد تبدیل مواد آلی در طبیعت به متان

چرا تخریب و زوال مواد آلی ختم به متان می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش ضروری است ابتدا ساختار و ماهیت متان معرفی شود. متان به‌عنوان ساده‌ترین ترکیب آلی کربنی متشکل از یک اتم کربن و چهار اتم هیدروژن از ویژگی‌های ساختاری منحصربه‌فردی برخوردار است. مولکول‌ها همانند سایر اشیاء دارای مختصات هندسی‌اند (طول پیوند، زاویه پیوند و زاویه‌ای صفحه‌ای یا دی‌هدرال) و متان دارای ساختاری متقارن و چهاروجهی است و از سه مختصات هندسی، فقط طول پیوند و زاویه پیوند را دارد. طول کلیه پیوندها و همچنین زاویه‌های پیوندی در آن یکسان است و به‌عبارتی متان فاقد مختص هندسی زاویه صفحه‌ای است که سبب سستی ساختار مولکولی می‌شود. ساختارهای هندسی چهاروجهی متقارن از پایداری بسیار بالایی برخوردارند به‌عنوان مثال در ترکیبات آلی، الماس و در ترکیبات معدنی، کوارتز یا سیلیکا از جمله پایدارترین مواد با ساختار چهاروجهی در حالت جامد تلقی می‌شوند. متان نیز با ساختار چهاروجهی متقارن یکی از پایدارترین مولکول‌های آلی در فاز گازی از نقطه نظر استحکام پیوند محسوب می‌شود، به‌طوری‌که انرژی تفکیک پیوند C-H در متان ۱۰۵ کیلو کالری بر مول است و یکی از قویترین پیوندها در ترکیبات آلی و هیدروکربن‌های اشباع محسوب می‌شود. در صورتی‌که استحکام پیوند های C-H و C-C در سایر آلکان‌ها و به‌عنوان مثال در اتان به ترتیب ۹۸

۱. پیدایش مواد از گاز کربن دی‌اکسید

گرچه در این فرضیه پیدایش مواد آلی کربنی هیدروکربن‌هایی مانند متان تلقی می‌شود، اما پیش‌ماده متان، کربن دی‌اکسید فرض می‌شود. در این فرضیه کربن دی‌اکسید در قعر دریاها طی فرایندهای هیدروترمالی^۱ تحت شرایط کاهنده یا احیاء در واکنش با گاز هیدروژن مطابق واکنش شبه فیشر-تروپش^۲ تبدیل به متان می‌شود. به‌عبارتی در این فرضیه متان از واکنش کربن دی‌اکسید (به جای کربن منوکسید در واکنش فیشر-تروپش) با گاز هیدروژن تولید می‌شود [۳].

۲. پیدایش مواد آلی در طبیعت از آب و کربن دی-اکسید

در این فرضیه از پیدایش ماده آلی در طبیعت، مولکول‌های آب و کربن دی‌اکسید به عنوان پیش ماده تشکیل فرمیک اسید و سایر ترکیبات پیچیده از جمله آمینو اسیدها پیشنهاد می‌شود [۴].

۳. دیدگاه اپارین^۳ در مورد پیدایش مواد در طبیعت

اپارین بر این باور است جو و اتمسفر پیش زیستی^۴ از خواص کاهنده برخوردار بوده است. به‌طوری‌که تحت اتمسفر احیاء عناصر زیستی یعنی C, O, N و S به ترتیب به CH_4 , H_2O , NH_3 و H_2S که مقدار آخری بسیار جزئی است تبدیل می‌شوند. سپس این مولکول‌ها با توجه به منابع مختلف انرژی در طبیعت از قبیل تخلیه الکتریکی، تابش خورشیدی و گرمای آتشفشان‌ها سایر مولکول‌های آلی را به‌دست می‌دهند. البته انتقاداتی بر این فرضیه وارد است و همه جنبه‌های آن مورد تأیید نمی‌باشد [۵]. لازم به ذکر است، فرضیه‌ای نیز مبنی بر اینکه پیدایش مواد در طبیعت، مواد معدنی رسی^۵ است ارائه شده است. بر اساس این فرضیه چهار میلیارد سال پیش، پوسته نازک زمین از ترکیبات معدنی که متشکل از عناصر Si, O, Al, Fe, Mg, Ca و K و Na و به مقدار بسیار جزئی از سایر عناصر تشکیل شده و مواد

¹ Hydrothermal

² Fischer-Tropsch reaction

³ Oparin

⁴ Probiotic

⁵ Clay

پروتئین‌ها وجود دارد، از این رو انواع بی‌شماری از پروتئین‌ها را به دست می‌دهند. لذا شواهد تجربی نشان می‌دهد متان یکی از مولکول‌های اصلی پیدایش مواد در طبیعت می‌باشد [۹-۱۱]. چنانچه اشاره شد در رابطه با منشاء کربنی مواد در طبیعت، دو نگاه است برخی تأکید بر متان و گروه دیگر به کربن دی‌اکسید اشاره دارند. بر اساس تئوری اپارین،^۵ اتمسفر و جو پیش‌زیستی^۶ خصلت احیا داشته و پایدارترین شکل عناصر بیو یعنی کربن، نیتروژن، اکسیژن و گوگرد در شکل مولکولی به ترتیب متان، آمونیاک، آب و گاز دی‌هیدروژن سولفید بوده است و لذا فرضیه متان بودن منشاء اولیه کربنی مواد در طبیعت بیشتر تقویت می‌شود. به عبارتی کربن دی‌اکسید منشاء کربنی ثانویه طبیعت تلقی می‌شود و طی فرایند تنفس و تخمیر [۵، ۱۲] و یا اکسایش ترکیبات آلی و تجزیه حرارتی ترکیبات معدنی به دست می‌آید.

۳. موضوع مه‌بانگ و پیدایش جهان^۸

یکی از پرسش‌های بسیار مهم برای بشر این بوده که جهان چگونه و چطور ایجاد شده است؟ تاکنون از دیدگاه‌های فلسفی، دینی، علمی و... تلاش فراوان شده به این پرسش بسیار مهم پاسخی ارائه شود. یکی از پاسخ‌های علمی نظریه یا داستان بیگ بنگ یا مه‌بانگ (انفجار بزرگ) است. مطابق این نظریه، جهان از انبساط یک ماده و انرژی تاریک بسیار چگال ایجاد شده است. قدمت این پدیده تقریباً ۱۳/۸ میلیارد سال و مواد تشکیل‌دهنده ماده چگال ذرات بنیادی اتم یعنی پروتون، الکترون، نوترون و... در دمای بسیار بالا گزارش شده است (۴۵). اما این نظریه که با شواهد نظری و تجربی متعددی مورد تأیید واقع شده در مورد منشاء جهان هستی کاملاً ساکت است. به عبارتی اینکه چرا جهان از مواد داغ و متراکم ایجاد شده و یا اینکه ما قبل بیگ‌بنگ وضعیت چگونه بوده اطلاعاتی ارائه نمی‌دهد. در سناریوی بیگ بنگ اولین عناصر شیمیایی ایجاد شده در آغاز آفرینش جهان هیدروژن، هلیوم و لیتیم، یعنی سه اتم سبک در جدول تناوبی می‌باشد. سایر عناصر سنگین از جمله کربن و اکسیژن در راکتورهای همجوشی هسته‌ای که همان ستاره می‌باشد ساخته

و ۹۰/۴ کیلو کالری بر مول می‌باشد. براساس یک محاسبات سر انگشتی، نیمه عمر شکست جور پیوند C-H در متان بیش از ۱۰^{۲۴} سال در دمای اتاق تخمین زده می‌شود (بر اساس معادله آرنیوس و با فرض اینکه ضریب پیش نمایی در معادله آرنیوس برای فرآیندهای تک‌مولکولی ۱۰^{۱۳} در نظر گرفته شود). با توجه به اینکه عمر جهان^۱ و یا زمان سپری شده پس از مه‌بانگ^۲ (انفجار بزرگ) ۱۰^{۱۰} × ۱/۳۸ سال تخمین زده می‌شود (عمر حیات^۳ ۴.۵ میلیارد سال تخمین زده می‌شود (۴))، لذا نیمه عمر گسست جور پیوند C-H در متان و در دمای اتاق ۱۰^{۳۴} مرتبه طولانی‌تر از عمر جهان است. به همین علت متان یکی از پایدارترین ترکیبات کربنی است و بی‌دلیل نیست که بیش از ۷۰ درصد گاز طبیعی را متان تشکیل می‌دهد. به عبارتی فراوانی متان در طبیعت که ناشی از پایداری آن است، خود نشانی از تبدیل مواد آلی در طبیعت به متان است. ذخایر گاز طبیعی جهان حدود ۱۰^{۱۳} × ۱/۸۷۳ متر مکعب تخمین زده می‌شود که حدود ۷۰ درصد آن را متان تشکیل می‌دهد. در ضمن ذخایر جهانی زغال سنگ ۱۰^۹ × ۷/۸۶۱ تن است. ذخایر جهانی هیدرات متان^۴ بیش از دو برابر مجموع ذخایر جهانی نفت، گاز و زغال سنگ و حدود ۱۰^{۱۶} × ۲/۱ متر مکعب متان برآورد می‌شود [۷۸].

۲. دلایل و شواهد مبنی پیدایش مواد از متان

ایده و باوری که مواد از ترکیب کربن با دیگر عناصر به وجود می‌آید، در دهه ۱۹۵۰ توسط دانشمندی به نام استنلی میلر^۵ آزمایش شد. او برای اثبات ایده خود ظرف شیشه‌ای محتوی هوا را با گازهای متان، آمونیاک، هیدروژن و بخار آب پر کرد که فکر می‌کرد در زمین اولیه وجود داشتند. در همان ظرف الکترودهایی قرار داد تا با جرقه زدن، نوعی رعد و برق مینیاتوری بسازد. بعد از چند روز که سامانه‌ی زمین مصنوعی میلر کار کرد، متوجه به وجود آمدن ماده‌ای عجیب درون ظروف شیشه‌ای شد. پس از شناسایی این ماده، مشخص شد طی این فرایند آمینو اسیدها به دست آمده است. آمینو اسیدها ترکیباتی هستند که حروف الفبایی پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند. چون ظرفیت و پتانسیل نامحدودی در طرز توالی و طول زنجیره آمینو اسیدها در تولید

¹ Universe

² Big Bang

³ Life

⁴ Methane hydrate

⁵ Stanley Miller

⁶ Oparin

⁷ Probiotic

⁸ Creation of the world

تقدیر و تشکر

از استاد و دانشمند ارجمند جناب آقای دکتر موسوی موحدی - استاد بیوشیمی دانشگاه تهران- که حوصله به خرج دادند و پیش- نویس مقاله را به دقت مطالعه، ویرایش علمی و پیشنهادات ارزنده‌ای در جهت ارتقای کیفی آن ارائه فرمودند، از فیلسوف محترم جناب آقای دکتر خاتمی -استاد فلسفه دانشگاه تهران- که پیشنهادات ارزشمندی را مرقوم فرمودند و همینطور از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر مستشاری که نکات علمی بسیار خوبی را یادآوری کردند، کمال امتنان و تشکر را دارم.

می‌شوند [۱۳-۱۵]. به عبارتی در این راکتورها (ستاره‌ها) هیدروژن، هلیوم و لیتیم مصرف و عناصر سنگین‌تری تولید می- شود. هنگامی که این ستاره‌ها با یک بنگ می‌میزند، عناصر طبیعت یعنی کربن و اکسیژن در سراسر طبیعت پخش می‌شود. از تراکم این ستاره‌های جدید، سیارات جدید با این عناصر سنگین تشکیل می‌شود و این مرحله‌ای از آغاز مادی کره زمین است. لازم به ذکر است کربن چهارمین عنصر فراوان در جهان بر مبنای جرم پس از هیدروژن، هلیوم و اکسیژن است. کربن در خورشید، ستاره‌ها، ستاره‌های دنباله‌دار و در جو اکثر سیارات وجود دارد (۶،۷)¹.

پایگاه داده‌های دیده شده در این مقاله

نتیجه‌گیری

- 1) https://en.wikipedia.org/wiki/Grand_Unified_Theory
- 2) https://en.wikipedia.org/wiki/Organic_compound
- 3) https://en.wikipedia.org/wiki/Inorganic_compound
- 4) https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang
- 5) https://en.wikipedia.org/wiki/Subatomic_particle
- 6) https://en.wikipedia.org/wiki/Abundance_of_the_chemical_elements
- 7) <https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

در این بررسی کوشش شد برخی شواهد نظری و تجربی در تقویت و دامن زدن به فرضیه پیدایش مواد آلی در طبیعت با این مفهوم که: «پیدایش مواد آلی از متان است و بخش سازنده مواد آلی در طبیعت نیز در پی تخریب و یا تجزیه به متان تبدیل می‌شود» ارائه شود. در ضمن مطابق نظریه مه‌بانگ، جهان از انبساط یک ماده و انرژی تاریک بسیار چگال ایجاد شده که مواد تشکیل دهنده این ماده چگال ذرات بنیادی اتم یعنی پروتون، الکترون، نوترون و... می‌باشد. به عبارتی مواد متشکل از این ذرات بنیادی‌اند و بر حسب تعداد این ذرات بنیادی، تنوع در عناصر به دست می‌آید. به عبارتی همه عناصر سازنده مواد متشکل از ذرات بنیادی فقط با تنوع در تعداد تشکیل می‌شوند و این- همگرایی در عین واگرایی- است. امید است این نوشته دریچه‌ای هر چند کوچک بر پژوهش‌های بیشتر در موضوع جذاب علمی در پیدایش مواد در طبیعت بگشاید. بدیهی است هر چه پدیده- های طبیعت و مواد هوشمند در آن بیشتر شناخته شود، راه برای استفاده از آنها برای زندگی پیشرفته باز می‌شود. یکی از رموز پیشرفت در کشف‌های علمی، الگوگیری از طبیعت و ساخت فناوری‌ها بر این مبنا می‌باشد.

منابع و مؤاخذ

- [1]. Pross, A. (2012). What is Life? How Chemistry Becomes Biology, Oxford University Press.
- [۲]. شعبانی، احمد (۱۳۹۸). خلاقیت و اکتشاف، نشریه نشاء علم، شمار دوم، خرداد ماه، صفحات ۶۲-۵۴.
- [3]. McDermotta, J. M., Seewald, J. S., Germanb, C. R., Sylv, S. P. (2015). Pathways for Abiotic Organic Synthesis at Submarine Hydrothermal Fields, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PANAS), Vol 112, No 25, PP 7668-7672.
- [4]. Goncharuk, V. V., Zui, O. V. (2015). Water and Carbon Dioxide as the Main Precursors of Organic Matter on Earth and in Space, Journal of Water Chemistry and Technology, Vol 37, No 1, PP 2-3.
- [5]. Rauchfuss, H. (2008). Chemical Evolution and the Origin of Life, Springer.

¹ نوکلئوسنتز ستاره‌ای فرایند تشکیل و ایجاد عناصر شیمیایی طی واکنش‌های همجوشی هسته‌ای در ستارگان است. نوکلئوسنتز ستاره‌ای از زمان تشکیل عناصر اولیه هیدروژن، هلیوم و لیتیم در طول بیگ‌بنگ رخ داده است. به عنوان یک نظریه، پیش‌بینی و تخمین‌های دقیقی از فراوانی عناصر در طبیعت مبنی بر اینکه که چرا فراوانی عناصر با گذشت زمان تغییر می‌کند و یا اینکه چرا برخی از عناصر و ایزوتوپ‌های آنها بسیار بیشتر از سایر عناصر هست ارائه می‌دهد. این نظریه اولین بار توسط فرد هوپل در سال ۱۹۴۶ پیشنهاد و سپس در سال ۱۹۵۴ اصلاح شد [۱۳، ۱۴].

- [12]. Goncharuk, V. V., Zui, O. V. (2015). Water and Carbon Dioxide as the Main Precursors of Organic Matter on Earth and in Space, *Journal of Water Chemistry and Technology*, Vol 37, No 1, PP 2–3.
- [13]. Oparin, A. I. (1953). *Origin of Life*, Dover Publications, Inc., NY.
- [14]. Hoyle, F. (1946). The Synthesis of the Elements from Hydrogen, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol 106, PP 343–383.
- [15]. Hoyle, F. (1954). On Nuclear Reactions Occurring in Very Hot Stars, I, The Synthesis of Elements from Carbon to Nickel, *The Astrophysical Journal Supplement*, Vol 1, PP 121-146.
- [16]. Francisco J. Ayala, et al. (1999). *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences*, Second Edition. National Academy Press, Washington, DC.
- [6]. Rauchfuss, H. (2008). *Chemical Evolution and the Origin of Life*, Springer, PP 179-183.
- [7]. Milkov, A.V. (2004). Global Estimates of Hydrate-Bound Gas in Marine Sediments: How Much Is Really Out There? *Earth-Science Reviews*, Vol 66, No 3–4, PP 183-197.
- [۸]. منصوری، حامد، محمدی، سید ابوالحسن، مولا، داریوش (۱۳۹۰). ذخایر هیدرات گاز طبیعی - منابع [۹]. انرژی نامتعارف، ماهنامه اکتشاف و تولید، شماره ۸۴، آبان ماه، صفحات 33-38.
- [10]. Miller, S L. (1953). Production of Amino Acids under Possible Primitive Earth Conditions, *Science*, Vol 117, PP 528–9.
- [11]. Miller, S. L., Urey, H. C. (1959). Organic Compound Synthesis on the Primitive Earth, *Science*, Vol 130, PP 245–251.

حشرات منبع شگفت‌انگیز زیست‌الگو و الهام‌زیستی

مهدی ضرابی^{۱*}، نرگس خسروی^۱

چکیده

دانش زیست‌الگو و الهام‌زیستی، تقلید یا الهام از موجودات زنده و پدیده‌های طبیعی به منظور طراحی و ساخت وسایل و تدبیر فرایندهایی است که بتواند خسارات و مخاطراتی را که انسان به دلیل کاربرد برخی فناوری‌ها و زندگی صنعتی به طبیعت تحمیل نموده کاهش داده یا حذف نماید. در دنیای جانوری گروه بزرگ و متنوع حشرات با پراکنش گسترده در جهان، به دلیل ویژگی‌های ساختمان بدن و رفتارهای شگفت‌انگیز از مهمترین الگوها برای دانشمندان هستند. الگوبرداری موفقیت‌آمیز از این الگوهای ریزساختار بی‌نظیر، به حل بسیاری از مشکلات کمک نموده است. حجم عظیمی از اطلاعات در این سیستم‌های حیاتی کوچک وجود دارد. الگوگیری از حشرات عموماً در هفت زمینه مختلف پایه زیست‌الگو می‌باشند: (۱) مواد و فناوری، (۲) سطوح، (۳) چسبندگی، (۴) بینایی، (۵) نور، (۶) حسگرها، (۷) رباتیک برای کاربردهای مختلف خلاصه می‌شود. الگوبرداری و الهام از این پدیده‌های خلقت محدوده‌ای ندارد و با پیشرفت دانش هر روز زمینه‌های جدیدتری به صورت پویا کشف می‌شود. این مقاله به مرور منابع زیست‌الگو و الهام‌زیستی از حشرات می‌پردازد.

واژگان کلیدی: زیست‌الگو و الهام‌زیستی، حشرات، مدل‌های ریز ساختار، فناوری‌های نوین

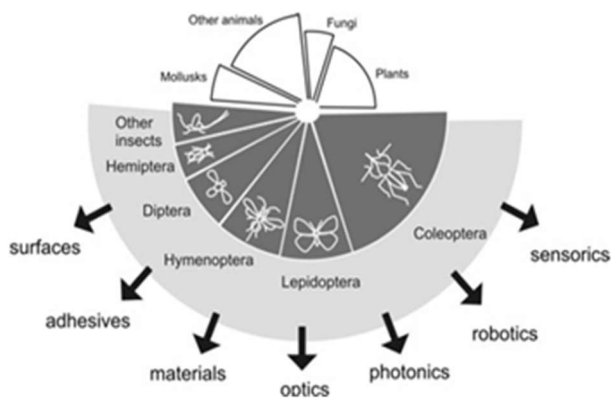
* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن ۸۶۰۹۳۰۴۲، نمابر ۸۸۴۹۷۳۲۴، آدرس الکترونیکی mzarabi@ut.ac.ir

^۱ گروه مهندسی علوم زیستی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

مقدمه

آخر علم و فناوری است که در پی حل مشکلات با تکیه بر طبیعت به‌عنوان الگوی اصلی و استاندارد خلقت است [۷-۵].
واژه زیست‌الگو توسط اشمیت^۳ (۱۹۶۹) به‌کار برده شد. اما زیست-الگو سابقه‌ای هم‌پای تمدن بشر دارد که از ساخت ابزارهای اولیه با الهام از دندان حیوانات تا تولید نانو مواد زیستی جریان داشته است. طراحی ماشین پرواز داونچی (۱۴۵۲-۱۵۱۹) با الهام از پرندگان، هواپیمای ساخت برادران رایت (۱۹۰۳-۱۹۰۵) با الهام از بال عقاب و تولید اولین شمع از موم زنبور مثال‌های زیست‌الگو هستند [۹-۷].

حشرات با تنوعی که نیمی از گونه‌های حیات را شامل می‌شوند بسیار مورد توجه محققان زیست‌الگو هستند. الهام و الگوبرداری از این گونه‌ها در گرایش‌های: (۱) مواد و فناوری^۴، (۲) سطوح^۵، (۳) چسبندگی^۶، (۴) بینایی^۷، (۵) نور^۸، (۶) حسگر^۹ و (۷) رباتیک^{۱۰} پایه علم زیست‌الگوی حشرات است (شکل ۱) [۱۰].



شکل ۱: زیست‌الگوی حشرات بر اساس تنوع راسته‌ای در مقایسه با همه جانداران

از پیدایش کره زمین نزدیک به ۴/۵۴ میلیارد سال و از پیدایش حیات بر روی آن یک میلیارد سال می‌گذرد [۱].
هم‌اکنون زمین خانه میلیون‌ها گونه از جانداران است که انسان فقط یکی از آنها است [۲]. عمر ما انسان‌های امروزی که از انسان‌سایانی که در آفریقا می‌زیستند تکامل یافته‌ایم تنها بین ۲/۳ تا ۲/۴ میلیون سال بر روی زمین است [۳ و ۴]. در طول این دوران طولانی زندگی بشر بر روی زیست‌کره، انسان مانند همه موجودات با پیروی از قواعد طبیعت و تعامل با همه موجودات زندگی کرده است و تاریخ تمدن انسان هیچ ردپایی از تخریب طبیعت به‌دست انسان ندارد. اما با شروع انقلاب صنعتی (۱۷۰۰ بریتانیا) که تا امروز کمی بیش از ۳۰۰ سال بر آن گذشته، بسیاری از رخداد‌های وحشتناک زیست‌محیطی اتفاق افتاده است.

در واقع این صنعتی شدن که عمر آن در مقایسه با عمر ظهور انسان بر زیست‌کره بسیار بسیار اندک است و در مقابل عمر کره زمین به ثانیه‌ای می‌ماند، بیشترین تأثیرات مخرب را بر زیست‌کره گذاشته است.

اگرچه به نظر می‌رسد که صنعتی شدن به زندگی بهتر ما کمک کرده اما آلودگی و تخریب محیط‌زیست امروزه بقا ما و بسیاری موجودات زنده را تهدید کرده است. سؤال این است که چگونه باید ضمن بهره بردن از فواید زندگی مدرن به طبیعت و خودمان آسیب نرسانیم؟ به اعتقاد حکما و دانشمندان دوست‌دار خلقت تنها راه نجات برای تأمین منابع حیات و بقا، نگاه به استعداد‌های طبیعت است. خداوند در طبیعت و عوالم آن، حکمتها و دانشهایی قرار داده است که نیاز واقعی بشر و سایر موجودات از آن تأمین می‌شود؛ لذا یک الگوی خوب برای همگرایی علوم، شناخت پدیده‌های طبیعی و الگوبرداری از آن است که این علم را زیست‌الگو^۱ می‌نامند [۵].
علمی که امروزه به زیست‌الگو و الهام‌زیستی^۲ مشهور شده، نسل

^۱ Biomimetics

^۲ Bioinspiration

^۳ Schmitt

^۴ Materials science and technology

^۵ Surface science

^۶ Science of adhesives

^۷ Optics

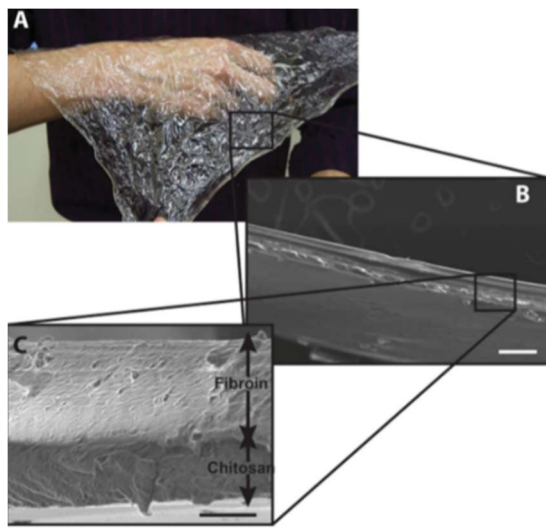
^۸ Photonics

^۹ Sensorics

^{۱۰} Robotics

۱. علم مواد

برخی رنگهای کوتیکول الهام بخش ساخت پوشش‌های رنگی خاص است. رنگ سفید سبک، کارآمد و ارزان قیمتی که امروزه



شکل ۲: کامپوزیت زیست‌الگویی (A) shrink بخش کامپوزیتی SEM (B) لایه های فیبروئین و کیتوسان SEM (C) ساختار کوتیکول

جایگزین مواد سفیدکننده معدنی در صنایع نساجی، کاغذ، پلاستیک، دندانپزشکی و رنگ‌سازی شده با الهام از نانوالیاف کیتین کوتیکول سوسک سایفوکیلوس^۷ (شکل ۳) تولید شده است [۱۶].



شکل ۳: سوسک سایفوکیلوس

علم زیست‌مواد^۱ فصل مشترک علوم زیستی، فیزیک، مکانیک، شیمی و مهندسی است. ساختار مواد زیستی، راه حل‌های خلاقانه-ای برای یافتن ترکیبات طبیعی ارائه می‌دهد [۱۱]. از بین این مواد، اسکلت‌خارجی (کوتیکول)^۲ حشرات به دلیل خواص با ارزشی چون: (۱) کوچکی ساختار، (۲) مقاومت در برابر فشار، خشکی، رطوبت و دما، (۳) قابلیت ترشح و ذخیره مواد جانبی، (۴) حسگری شیمیایی و مکانیکی، (۵) طرح و رنگ‌آمیزی، (۶) نگهداری اکسیژن، هضم غذا، تمیز کردن بدن و... بسیار مورد توجه است [۱۰].

کوتیکول یک کامپوزیت لایه‌دار شامل ریزرشته‌های کیتین^۳ است که در ماتریکسی از پروتئین و رنگدانه‌های آبریز قرار دارد. کیتین پلیمری کریستالی شامل ۱۸-۲۱ مولکول مرتب شده در الگوهای مختلف با قطر حدود ۲/۸ نانومتر است که با توجه به ساختار مولکولی و پولاریته زنجیرهای تشکیل دهنده‌اش سه نوع α ، β و γ دارد که دارای خواص مکانیکی متفاوتی است. همچنین بر اساس اختلاف میان‌کنش مولکولی بین کیتین و پروتئین‌ها و عملکرد آنها، دو نوع نرم و سخت دارد. کوتیکول «نرم» دارای مقدار مساوی کیتین و پروتئین با ۷۵-۴۰٪ آب بوده و انعطاف‌پذیر است. اما کوتیکول «سخت» ۵۰-۱۵٪ کیتین و ۱۲٪ آب دارد و بسیار محکم است [۱۲]. کیتین نامحلول در آب است لذا کاربرد صنعتی ندارد اما شکل داستیله آن به نام «کیتوسان»^۴ امروزه تولید تجاری و صنعتی زیادی پیدا کرده است [۱۳]. از جمله ترکیب کیتوسان با فیبروئین و کلاژن پایه مهمی در تحقیقات روز مهندسی زیست‌الگو است. «shrink» برگرفته از نام میگو^۵ (منبع کیتوسان) و ابریشم^۶ (منبع فیبروئین) یکی از این مواد است که ترکیبی از لایه‌های کیتوسان و فیبروئین می‌باشد. این کامپوزیت طبیعی و دست‌ساز بشر کاملاً زیست‌سازگار بوده، دو برابر محکم‌تر از کیتوسان و ده بار محکم‌تر از کیتین و فیبروئین است (شکل ۲). این ماده امروز بهترین جایگزین پلاستیک‌ها و برخی وسایل پزشکی است [۱۴، ۱۵].

¹ Biomaterials

² Cuticle

³ Chitin microfibrils

⁴ chitosan

⁵ Shrimp

⁶ Silk

⁷ Cyphochilus (Scarabaeidae)

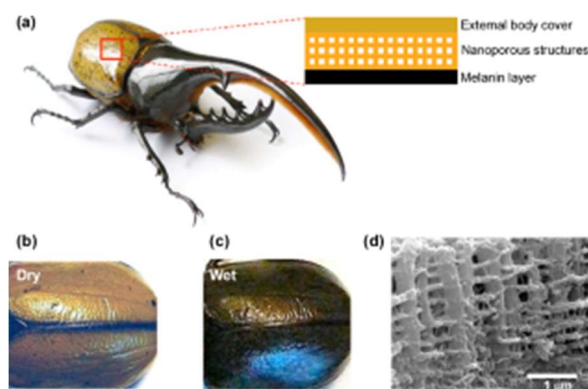
۲. علم سطوح

علم سطوح به بررسی خواص فیزیکوشیمیایی سطح بدن جانوران، گیاهان، جامدات و مایعات می‌پردازد. خواصی چون ضدسایش، فوق‌آبگریزی، چسبندگی، کاهش فشار، ضد مه، کاهنده صدا، جذب آب و حتی بینایی در پوست حشرات دیده می‌شود [۱۸]. برخی حشرات نیز پوستی با خصوصیت آئروپدینامیکی و هیدروپدینامیکی، خودتمیزکنندگی، تولید صدا، فیلترکنندگی، ذخیره هوا و مقاومت به گرما دارند (شکل ۵). این خصوصیات الگوهایی برای ساخت سطوح با قابلیت چسبندگی، اصطکاک، پوشش، روان‌سازی، فیلتر-کنندگی، حسگری، مرطوب‌سازی، خودتمیزکنندگی، ضدرسوب، متحمل به گرما و بینایی در مهندسی زیست الگو هستند [۱۰]. ساخت سطوح ضدسایش و فوق‌آبگریز موفقیت‌های صنعت در الگوبرداری از حشرات است:

الف) سطوح ضدسایش:

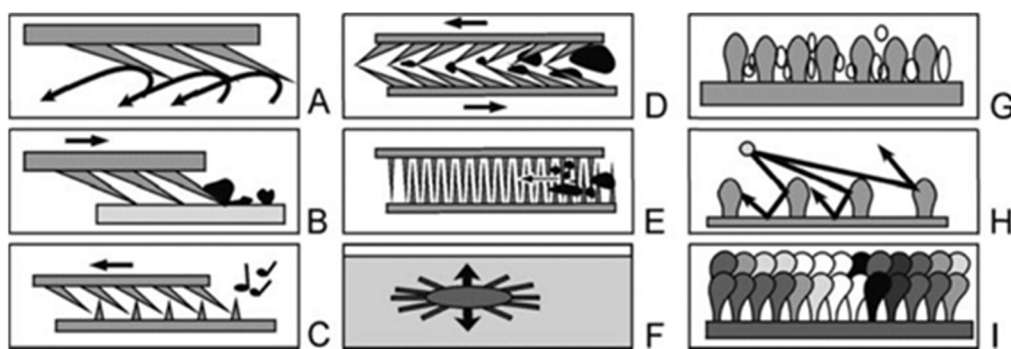
فرسایش مهم‌ترین عامل خسارت به مواد و دستگاه‌هاست. سالانه میلیون‌ها دلار بر تورهای هلیکوپتر، نازل‌های موتور موشک، تیغه‌های توربین، لوله‌ها و قطعات مکانیکی خسارت وارد می‌شود. زیست‌شناسان با کشف راز حیات حشرات بیابان‌زی مانند سوسک سرگین‌خوار^۲، سوسک‌های زمینی^۳ و مورچه‌ها که دائماً تحت سایش و فرسایش‌ش‌ها هستند این چالش بزرگ مهندسان را حل

رنگ کوتیکول چندلایه شگفت‌انگیز سوسک هرکول^۱ که با جذب رطوبت از سبز خاکی به سیاه تغییر می‌کند نیز الگوی ساخت بافت‌های اسفنجی است که رنگشان با جذب رطوبت تغییر می‌کند (شکل ۴) [۱۷].



شکل ۴: (a) سوسک هرکول (b) رنگ خاکی-سبز در شرایط خشک (c) رنگ سیاه در رطوبت بالا. (d) SEM از لایه‌های کوتیکول.

یکی دیگر از جاذبه‌های دنیای حشرات که در مهندسی پزشکی الگو برداری شده، ساخت سوزن سرنگ بدون درد با الهام از ساختار دهان پشه‌هاست که قادرند با حداقل احساس درد و التهاب در پوست به رگ برسند. محققان دانشگاه کانسای ژاپن با استفاده از پلیمر زیست تخریب‌پذیر پلی‌لاکتیک اسید، سوزن‌هایی بی‌خطر ساخته‌اند [۹].



شکل ۵. انواع ریز ساختارهای پوست حشرات. (A) سطح فعال آئروپدینامیکی، (B) تمیز کننده، (C) تولید کننده صدا، (D) ذخیره و توزیع کننده غذا، (E) فیلتر کننده، (F) سطح فعال هیدروپدینامیکی، (G) نگه‌دارنده هوا، (H) سطح مقاوم به گرما و (I) الگوهای متنوع رنگ.

¹ *Dynastes Hercules* (Scarabaeidae)

² *Scarabaeus sacer* (Scarabaeidae)

³ Ground beetle (Carabidae)

ساختار فوق‌آب‌گریز دیگری نیز در پولک‌های بال غالب پروانه‌ها دیده می‌شود. این پولک‌ها لبه‌هایی با آرایش منظم دارند که مانند سفال‌های سقف، مانع پخش آب شده و یک جریان آرام روی بال می‌سازند [۱۸].

ج) سطوح بینائی:

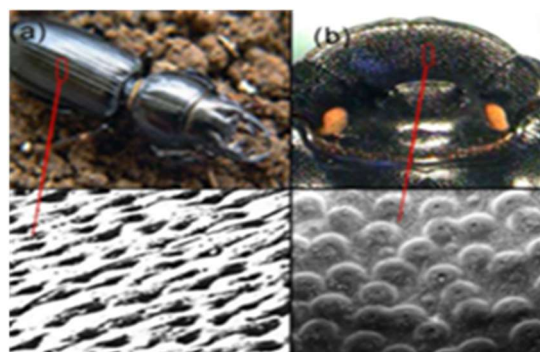
مهندسی اپتیک در پی ساخت سطوح ضدانعکاس، بازتابنده قوی، رنگی و شفاف است [۲۰]. تنوع رنگ و نورپردازی بدن حشرات، الگوهای جذاب الهام مهندسان اپتیک اند. نقش رنگین‌کمانی بال پروانه *Trogonoptera Brookiana* به‌خاطر نانو‌ساختارهای متنوع پولک‌هایش است که باعث جذب و پردازش نور می‌شود. شگفت‌انگیزتر آنکه حشره با تغییر زاویه بال نسبت به منبع نور، باعث تغییر رنگ بدن و شدت آن نسبت به رنگ زمینه محیط شده و این‌گونه خود را استتار می‌کند. علت این استتار جذب یا پراکندگی کردن نور توسط نانو‌ساختارهای پولک‌هاست (شکل ۸) [۱۸].

ساختار میله‌های شش‌گوشه نانو‌سکوپی سازمان‌یافته (قطر و ارتفاعی حدود ۲۰۰ نانومتر) در چشم برخی شب‌پره‌ها نیز باعث خاصیت ضدانعکاسی است [۱۸].

و) سطوح ضد مه:

صنایع هواپیما و خودرو نیازمند شیشه‌های دید در مه غلیظ هستند. ساختمان چشم حشراتی که در محیط‌های مه‌آلود زندگی می‌کنند

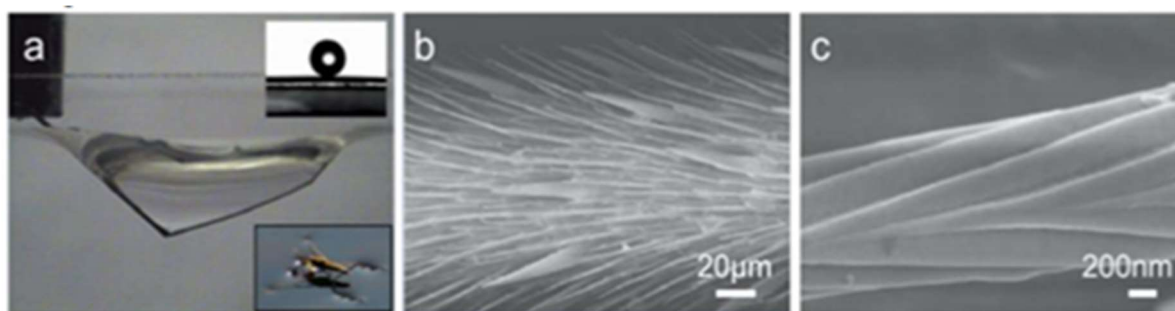
کرده‌اند. خاصیت ضد سایش این پوست‌ها که مانع چسبیدن خاک به آنها نیز می‌شود به هندسه عجیبشان مربوط است (شکل ۶) [۱۸].



شکل ۶: هندسه پوست ضد فرسایش، (a) سوسک‌های زمینی، (b) سوسک سرگین خوار

ب) سطوح فوق آب‌گریز:

سطوح فوق آب‌گریز پوست حیوانات، گیاهان، و حتی برخی مواد جامد که زاویه تماس استاتیکی (θ_w)^۱ بالاتر از ۱۵۰ درجه با قطره آب تشکیل می‌دهند، ایده‌های زیست‌الگویی برای صنعت هستند [۱۸]. از جمله سن‌های آب‌پیما^۲ که بدون خیس شدن قادر به ایستادن و راه رفتن روی آبند، الگوهای ارزشمندی هستند (شکل ۷). در واقع این نانو شیارهای نازک جهت‌دار در لایه کوتیکول موهای کوچک^۳ پای این حشره است که باعث فوق‌آب‌گریزی پا می‌شود [۱۸، ۱۹].



شکل ۷: (a) ایستادن سن‌های آب‌پیما روی آب و (b, c) ساختمان موهای پنجه پا.

^۱ به زاویه تماس یک قطره با سطح جامد گفته می‌شود.

^۲ *Aquarius remigis* (Gerridae)

^۳ Microsetae

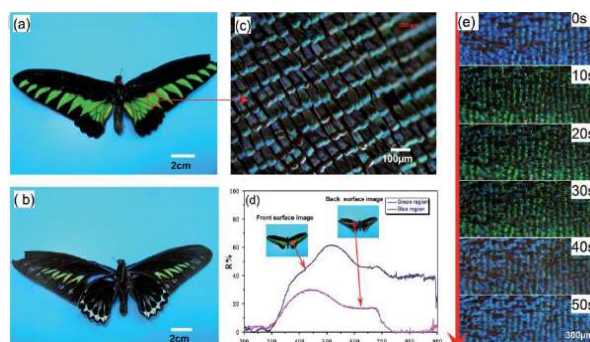
ه) سطوح جاذب آب:

بحران آب آشامیدنی در مناطق کم‌آب چالش بسیار بزرگی است اما محققان با الگوبرداری از حشرات بیابان‌زی به راه‌حلی اعجاب‌آور برای تأمین آب رسیده‌اند. سوسک استنوکارا^۴ که در کویر کم‌آب نامیب برای خود آب تولید می‌کند یک الگوی شگفت‌انگیز است. سوسک بخار آب را از هوای مه‌آلود بیابان با ریزسازه‌های آب-دوست و کانال‌های فوق‌آبگریز سطح بال خود جذب کرده و به صورت قطره در می‌آورد (شکل ۱۰). این قطرات کوچک به قطرات



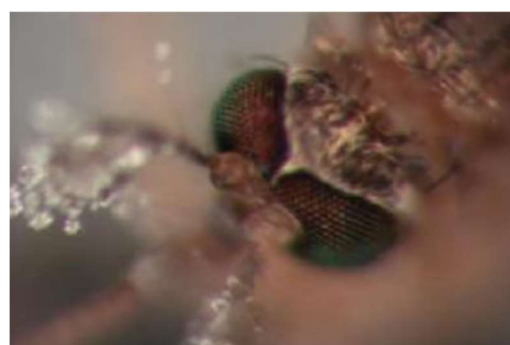
شکل ۱۰: سطح جاذب آب در بال‌های رویی سوسک استنوکارا (a). سطح بال رویی سوسک ماده بالغ یا نمای فرورفتگی‌ها و برجستگی‌های آن؛ (b) تصویر SEM از قسمت‌های فرو رفته.

بزرگتر تبدیل شده و از کانال‌های نانومتری سطح بدن به سمت دهان می‌غلتنند تا حشره آب گوارا را بنوشد. این قطرات بزرگ به واسطه قسمت‌های آبگریز و آبدوست، مومی و غیرمومی ناهموار سطح پشت بدن شکل می‌گیرند. مهندسان با تقلید از این الگوی پوست، چادرهای آب‌ساز ارزانی را ساخته‌اند که از بخار آب هوا یا مه قطرات آب را می‌سازد. این چادرها امروزه در پوشش ساختمان‌های مناطق خشک بکار می‌روند تا آب تولید کنند. الگوی سطوح آب‌دوست/فوق‌آبگریزی در این چادرها در تولید انواعی



شکل ۸: بال پروانه *Trogonoptera brookiana*، (a) بال جلو، (b) بال عقب، (c) تصویر میکروسکوپ نوری بال، (d) طیف بازتابی پوست: سیگنال ضعیف ناحیه آبی نسبت به ناحیه سبز، (e) فرآیند یک دقیقه‌ای برگشت به فرکانس آبی اولیه

الگوی بی‌نظیری برای ساخت این شیشه‌هاست. چشمان مرکب پشه *Culex pipiens* یک مکانیسم حفاظتی مؤثر برای دید واضح در مه غلیظ دارد (شکل ۹). در این چشم ریزساختارهای نانویی شش-ضلعی غیربسته‌بندی‌ای (NCP)^۱ وجود دارد که مانع تجمع قطرات مه بر روی سطح اماتیدیای^۲ چشم است. در عین حال چون ساختمان اماتیدیا خود یک شش ضلعی فشرده^۳ (HCP) میکروپی است، عملاً مانع گیرکردن قطره‌های مه در حفره‌های بین هر اماتیدیا میشود [۱۸].



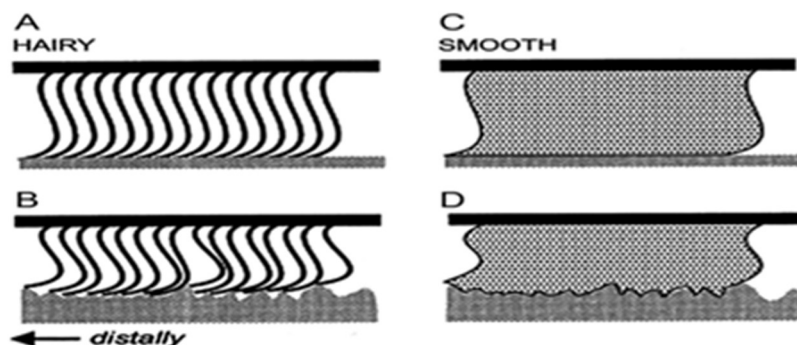
شکل ۹: چشم ضد مه پشه *Culex pipiens*

^۱ Non-close-packed

^۳ Hexagonally close-packed

^۴ *Stenocara gracilipes* (Tenebrionidae)

^۲ یک واحد بینایی از چشم مرکب حشرات (ommatidia)



شکل ۱۱: ریزساختارهای چسبندگی پای برخی حشرات: (A و B) نوع رشته‌های مویی و (C و D) صاف؛ (A و C) الگوی چسبندگی بر روی سطوح صاف و (B و D) سطوح ناهموار

صافی است (شکل ۱۱) که تراکم آنها با افزایش وزن بیشتر می‌شود که نه تنها قدرت چسبندگی را زیاده‌تر می‌کند بلکه سبب مقاومت به کشش و حساسیت به فشار است [۲۱].

ریزسازه دهان و ماده چسبی ترش‌چی سوسک استنوس^۲ نیز الگوی شگفت‌آوری برای چسبندگی است. این سازه شامل دو صفحه چسبنده در لب پایینی است که حشره آن را به سمت شکار پرتاب کرده و شکار را گیر می‌اندازد [۲۲].

اگرچه افزایش قدرت چسب، زیست‌سازگاری و کاهش میزان ماده چسب در واحد سطح برای تولید چسب‌های طبیعی مورد توجه است، اما چالش اصلی صنعت یافتن چسب‌ها و مکانیسم‌هایی است که چسبیدن و جدا شدن پیاپی را امکان‌پذیر کند. حشرات به دلیل داشتن چنین الگوهایی بسیار مورد توجه‌اند [۱۰]. از جمله قدرت چسبندگی و برگشت‌پذیری سریع پای حشرات که باعث می‌شود به راحتی از دیوار بالا بروند، الگوی ساخت چسب‌ها زیست‌الگویی است که در مقایسه با چسب‌های مصنوعی توانایی‌های شگفت‌آوری برای صنعت ایجاد می‌کند. عدم سمیت، سرعت و قدرت بالای اتصال به سطوح، چسبیدن مکرر، قدرت چسبیدن زیر آب، اتصال سریع برگشت‌پذیر و یا دائمی محکم از خواص مهم این چسب‌ها هستند. در زیست‌پزشکی که چسب‌ها باید سریع به بافت متصل شده، غیرسمی بوده، تولید متابولیت‌های سمی نکرده، کاربردشان در هنگام جراحی آسان بوده، زیست تخریب‌پذیری

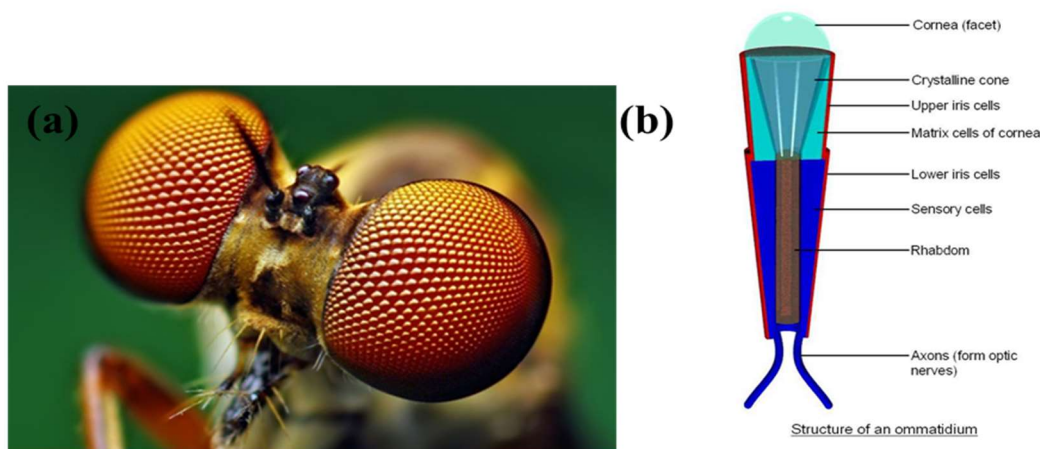
از دستگاه جمع‌آوری و تولید آب آشامیدنی نیز به کار رفته است [۱۸].

۳. علم چسبندگی

جلوه دیگر طبیعت، خواص مکانیکی و شیمیایی سطوح چسبنده است که به سختی از هم جدا می‌شوند. نمونه‌های فراوانی از سطوح چسبنده در حشرات به صورت اندام‌هایی مانند چنگک‌ها، قفل و بندی‌ها، مکنده‌ها، و لنگرها و یا به شکل سطوح اصطکاکی و یا حتی انواع ترشحات چسبنده وجود دارد که قدرت چسبندگی‌شان به ساختار و عملکرد آنها بستگی دارد. عملکرد این سطوح سه نوع اصلی دارد: ۱) چسبندگی موقت که حشره با قدرت زیاد به چیزی می‌چسبد ولی براحتی جدا می‌شود، ۲) چسبندگی متحرک که در عین چسبندگی حشره حرکت می‌کند، ۳) چسبندگی دائمی که در آن یک نوع مخلوط سیمان مانند ایجاد می‌شود. این چسبندگی‌ها به‌خاطر نیروهای مویرگی چسبنده^۱، پیوندهای مولکولی و اندروالسی است. از جمله اثر پیوندهای مولکولی در چسبندگی پای سوسک‌های *Chrysolina polita* بر شیشه بررسی شده است. همچنین الگوی پاهای پر موی برخی حشرات مانند مورچه‌ها، زنبورها، سوسک‌ها، ملخ‌ها و مگس‌ها که شامل ریزسازه‌های چسبنده‌اند در ربات‌ها و سایر طرح‌های صنعتی مورد توجه قرار گرفته‌اند [۱۰، ۲۱]. این ریزساختار شامل رشته‌های موئی و متراکم

^۱ Capillary adhesive force

^۲ *Stenus* (Staphylinidae)

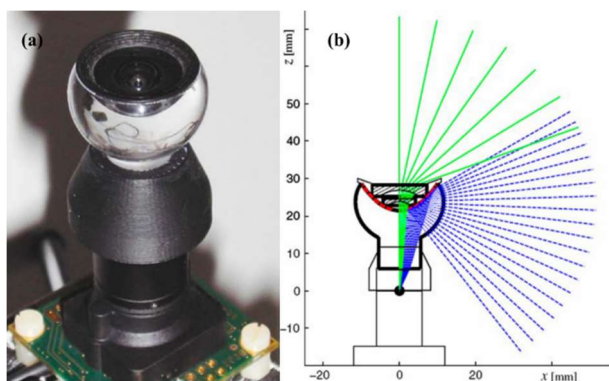


شکل ۱۲: (a) چشم مرکب؛ (b) یک واحد چشمی

تصویری محدب می‌سازد و قسمت مرکزی تمام نقاط تصویر را با لنزهای متعدّدش جمع‌آوری می‌کند (شکل ۱۳) [۲۳، ۲۴].

تدریجی همراه با بهبود بافت داشته و مقرون به صرفه باشند، باعث افزایش کاربرد چسب‌های زیستی شده و کاملاً مورد تأیید اتحادیه غذا و دارو آمریکا^۱ است [۲۱].

۴. علم تصویر



شکل ۱۳: (a) دوربین "Bee eye" با میدان دید ۲۸۰ درجه. (b) مسیر نور از اجسام به دو قسمت بیرون و مرکز.

حشرات برخلاف مهره‌داران که یک نوع چشم دارند، دو نوع چشم ساده و مرکب دارند که چشم مرکب خود از واحدهای چشمی تشکیل شده است (شکل ۱۲). در این ریزساختار شگفت‌انگیز هر نقطه از چشم مرکب یک تک تصویر را ثبت میکند تا همه نقاط تصویر گستره کامل واحدی را در نیمکره چشم بسازند. الگوبرداری از این قابلیت اولین بار توسط آندریاس بروکنر^۲ در ۲۰۰۸ از موسسه فراونهوفر^۳ در مهندسی اپتیک انجام شد که در پی آن شبیه-سازی سیستم‌های تصویری با دقت بالا و میدان وسیع رواج یافت [۲۳].

۵. علم نور

بدن پرندگان، ماهی‌ها و حشرات دارای تنوع ساختارهای فوتونی یک‌بعدی تا سه‌بعدی است به‌طوری‌که رنگ‌های درخشان، رنگین-کمّانی و ضدانعکاسی به آنها می‌دهد. گوناگونی حشرات تنوع بی-نظیری از این ساختارهای فوتونی دارد که پولک‌های بال پروانه‌ها

از جمله محققان نوروبیولوژی دانشگاه بیفلد^۴ آلمان، سیستم تصویر-برداری Bee eye را با الگو از چشمان زنبور عسل ساخته‌اند. این سیستم بر مبنای اصول کاتادیوپتریک^۵ عمل میکند که در آن لنزها و آینه‌ها با شکست و بازتاب نور تصویری با میدان وسیع و وضوح بالا می‌سازند. در این دوربین سطح بازتاب در قسمت بیرونی

^۱ Food & Drug Administration (FDA)

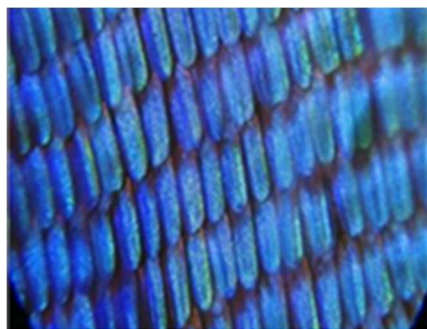
^۲ Andreas Brückner

^۳ Fraunhofer

^۴ Bielefeld

^۵ Catadioptric

لکه‌های رنگی فلزی و درخشان در بال برخی سوسک‌ها که اندازه-ای از 1D تا 3D دارند نیز بخاطر ساختارهای فوتونی کوتیکول آنهاست (شکل ۱۷) [۲۵].



شکل ۱۴: ساختار بلورهای فوتونی پولک‌های بال پروانه مورفو



شکل ۱۵: پوشش SWC ضد بازتاب لنز دوربین‌های Canon الهام‌گرفته از چشم شب‌پره‌ها



شکل ۱۷: ساختارهای فوتونی کوتیکول تک‌لایه‌ای D۱ سوسک Chrysochroa raja

شگفت‌انگیزترین آنهاست. جذابیت رنگ آبی رنگین‌کمانی بال پروانه مورفو^۱ به‌خاطر قرارگیری متناوب پولک‌های نسبتاً درشت دارای بلورهای فوتونی است که فواصل ظریف بین آنها با لایه کیتین معمولی پر شده و یک ریزسازه‌های میکرو و نانویی تشکیل داده است (شکل ۱۴) [۲۵]. با افزایش پولک‌ها، در واقع لایه‌های عبور نور بیشتر می‌شود که خود سبب انعکاس و بزرگنمایی بیشتر امواج نور است [۲۶، ۲۷].

امروزه از این نانو ساختارها در ساخت محصولات مانند عینک‌های انعکاسی، دوربین دید در شب و میکرو تراشه‌های کامپیوترها و موبایل‌ها استفاده می‌شود [۲۷] که محصولات فوق‌فناورانه زیست-الگویی پوشش SWC^۲ لنزهای دوربین‌های Canon (شکل ۱۵) و صفحه‌نمایش Qualcomm Mirasol (شکل ۱۶) تلویزیون‌ها و مانیتورهای شرکت کوالکام^۳ در مقیاس تجاری از آن جمله‌اند [۲۸] (۱).

از این ساختار رنگ در ساخت پارچه نیز استفاده شده است. اولین بار شرکت ژاپنی تیجین^۴ در پارچه‌ای به نام موفوتکس^۵ به‌جای استفاده از رنگدانه بر اساس تغییر ضخامت و ساختار الیاف، رنگی رنگین‌کمانی و قابل تغییر ایجاد کرد. همین ساختار در صنعت خودرو نیز به‌کار گرفته شد و شرکت جنرال موتورز از آن برای ساخت پوشش بدنه یک نوع کادیلاک استفاده کرد [۲۹].



شکل ۱۶: Qualcomm e-reader (چپ) و Top smart watch (راست) با صفحه نمایش Mirasol. الهام گرفته از بال پروانه مورفو

^۱ *Morpho didius* (Nymphalidae)

^۲ Subwavelength Structure Coating

^۳ Qualcomm

^۴ Teijin

^۵ Morphotex

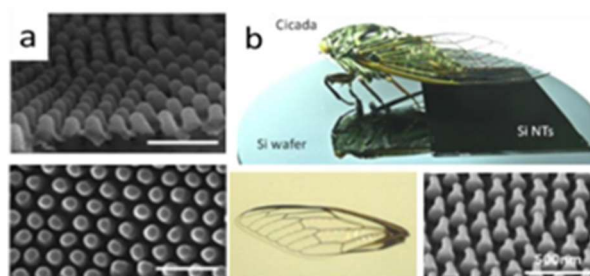
اگرچه هنوز الگوبرداری از ریزساختارهای کریستالی فوتونی یک چالش بزرگ علمی است، اما ساخت پلت‌فرم سنسورها، سلول‌های خورشیدی، صفحه نمایش‌ها، کاغذهای فوتونی از این ویژگی‌ها امکان‌پذیر شده‌است [۲۵]. با وجود این موفقیت‌ها هنوز فاصله زیادی برای درک عظمت خلقت در آفرینش کوچکترین ریزسازه‌های سه‌بعدی فوتونی حشرات از جمله در برخی پروانه‌ها [۳۱]، سوسک‌های سرخرطومی^۳ و شاخک‌دراز^۴ وجود دارد. به‌طوری‌که ساخت چنین ریزساختارهایی که در دامنه طول‌موج مرئی با تناوب‌هایی بین ده تا صدها نانومتر قابل استفاده باشند حتی در شرایط آزمایشگاهی هم بسیار دشوار است. از جمله پلی‌کریستال فوتونی سه‌بعدی رنگ نارنجی بالپوش شپشه *Pachyrrhynchus congestus pavonius* که در هیچ حشره‌ای یافت نشده موجب حیرت محققان است [۳۲].

۶. علم حسگرها

حشرات منبع الهام برای ساخت حسگرها هستند. الگوی چشمهای زیست‌الگویی که حسگرهای نوری بسیار کوچک و کارآمدی برای هدایت دقیق و پایدار ربات‌های پرنده‌اند، بینایی پروانه‌ها بوده است. موهای حسی Filiform و گره‌های حسی زنگوله‌ای Companiform حشرات که حسگرهای جریان هوا و فشارند، علیرغم ظاهر ساده‌شان به شدت حساسند و به همین جهت الگوی مناسبی برای طراحان حسگرها می‌باشند. حسگرهای جریان هوا، گیرنده‌هایی مکانیکی هستند که قادرند کمترین مقدار جریان هوا، صدا با فرکانس پایین و ارتعاش متوسط را تشخیص دهند. مجموعه‌ای از این موهای حسی در زائده سرسی^۵ انتهای بدن جیرجیرک‌ها یک اندامک حسگری بسیار حساس ساخته است. حسگرهای فشار زیست‌الگویی^۶ نیز بر اساس ساختمان و عملکرد گره‌های حسی زنگوله‌ای که در بخش‌هایی از بدن حشرات مانند پایه بال (پروانه‌ها)، بال‌های عقب^۷ (مگس‌ها)، مفاصل پا (ملخ‌ها) و سرسی (سوسری‌ها) قرار دارند، طراحی می‌شوند. اولین نوع از این

این لکه‌های فوتونی در چشمان بسیاری از حشرات نیز وجود دارد که نه تنها رنگ‌های درخشان و رنگین‌کمانی می‌سازند بلکه نقش ضدانعکاسی هم دارند که باعث افزایش کارایی دید و جلوگیری از انعکاس می‌شود. همین ریزساختارهای ضدبازتاب در چشم حشرات شب‌فعال از جمله شب‌پره‌ها به آنها قدرت جهت‌یابی دقیق در کمترین نور شب را می‌دهد. این سطوح ضدبازتاب عملاً یک سازه شبکه‌ای 2D است که انتقال نور را در شرایط تاریک افزایش می‌دهند. این چشم‌ها علاوه بر جهت‌یابی با جذب حداقل مقدار نور تصویر کامل می‌سازند که برای شکارچیان شب مانند سن‌های شکارگر که در تاریکی مطلق بدون خطا شکار می‌کنند حیاتی است. محققان براساس این خلقت شگفت‌انگیز ریزسازه‌های نانویی با حساسیت بالا به نور همراه با کاهش بازتاب طراحی و ساخته‌اند [۳۰].

برخی حشرات علاوه بر چشم دارای سامانه بینایی به نام گره قرنیه^۱ ای^۱ هستند که لکه‌هایی حساس به نورند و به شکل برآمدگی‌های کوتیکولی با آرایش شش ضلعی در پوست (جیرجیرک‌ها) یا در بال (شب‌پره قوش^۲) دیده می‌شوند (شکل ۱۸). ساختار این لکه‌ها نه تنها به دلیل پتانسیل آنها برای کاربردهای تکنولوژیکی زیست‌الگو، بلکه برای درک اصول به‌کارگیری نور توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند [۲۵].



شکل ۱۸: SEM (a) گره قرنیه ای در چشم شب‌پره *Attacus atlas*، در مقیاس ۵۰۰ nm. و (b) بال جیرجیرک (بالا) بال شفاف (پایین چپ) و SEM (پایین راست).

¹ Corneal nipples

² Hawk moths

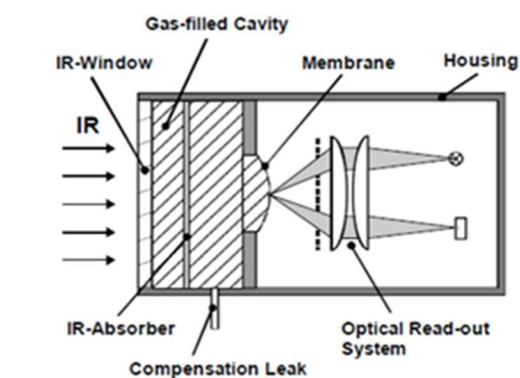
³ Weevils

⁴ Longthorns

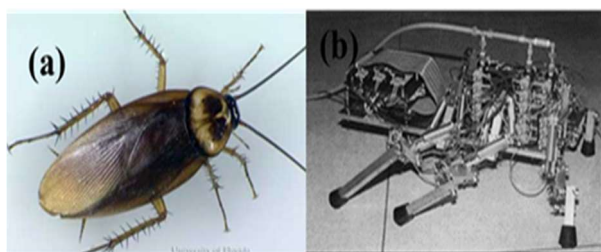
⁵ Cerci

⁶ Biomimetic strain sensors

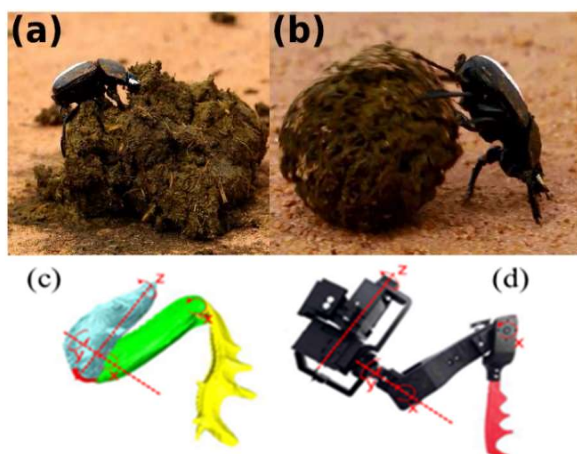
⁷ Halters



شکل ۱۹: ساختمان حسگر مادون قرمز Golay



شکل ۲۰: (a) سوسک‌های حمام و (b) ربات دونده‌ی زیست‌الگویی



شکل ۲۱: (a) سوسک سرگین خوار در حال تشکیل توپ سرگین، (b) حرکت به همراه توپ، (c) ساختمان پای جلوی سوسک سرگین خوار و (d) پای رباتیک

حسگرها در سال ۲۰۰۲ با الگو از گره‌های حسی زنگوله‌ای *Calliophora vicina* ساخته شد [۳۳].

حسگر آتش و دود، ساختار حسی شگفت‌آوری در سینه و شکم حشره آتش‌دوست^۱ است که برای تولیدمثل نیازمند جنگل‌های آتش گرفته می‌باشد. این حشره عجیب، آتش و دود را از کیلومترها مسافت حس می‌کند و با پروازی طولانی به محل آتش میرسد و در چوب‌های تازه سوخته شده تخم‌گذاری می‌کند. محققان دریافته‌اند دریافت بوی دود و تشخیص امواج مادون‌قرمز حاصل از سوختن چوب‌ها در مغز حشره همگرا می‌شود تا ناوربری دقیقی به‌سمت آتش داشته باشد. حسگر زیستی مادون قرمز Pneumatic Golay با تجزیه و تحلیل عملکرد حسگر آتش و دود حشره و براساس اصول ریاضی طراحی شده است (شکل ۱۹). این سنسور دارای محفظه‌ای است که از گاز پر می‌شود و در یک دیواره آن روزنه‌ای برای عبور اشعه IR و در دیواره دیگر غشاء نازک حساسی قرار دارد که به یک سیستم اپتیک متصل است. زمانیکه اشعه از روزنه و محفظه عبور کند میزان دما آن تغییر میکند که تغییرات در اپتیک حسگر ثبت و غلظت گاز تعیین می‌شود [۳۴].

۷. علم رباتیک

ربات‌ها در روند تکاملی‌شان به ربات‌های زیست‌الگویی^۲ امروزی رسیده‌اند که کاملاً از طبیعت الهام گرفته‌اند. هدف ساخت این ربات‌ها استفاده از مدل‌ها، سیستم‌ها و عناصر طبیعت برای غلبه بر محدودیت‌های فناوری ربات‌های سنتی است تا عملکرد و ثبات آنها بهبود یابد [۳۵].

ازجمله در ساخت نسل جدید ربات‌های بسیار کوچک دونده از پاهای حشرات الگوبرداری شده‌است. ربات‌های دونده شش پا که علاوه بر سرعت بالا انعطاف‌پذیری زیادی در دویدن دارند از سوسک‌های حمام (سوسری‌ها)^۳ که با سرعت زیاد می‌دوند الگو گرفته‌اند (شکل ۲۰) [۳۶]. همچنین از ساختار پای جلویی سوسک سرگین‌خوار^۴ که توپ سرگین را می‌سازد، پاهای رباتیک گوی‌ساز ساخته شده است (شکل ۲۱) [۳۷].

^۱ Pyrophilous

^۲ Biomimetic robot

^۳ *Periplaneta americana* Linnaeus (Blattidae)

^۴ *Scarabaeus galenus* (Scarabaeoidea)

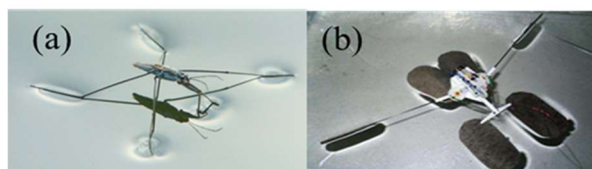
محققان همچنین از مگس‌ها به دلیل عملکرد بالای پروازشان برای ساخت هواپیماهای بدون سرنشین الگو گرفته‌اند. مگس خانگی می‌تواند در ثانیه تا ۲۰۰۰ بار بال بزند [۴۱] این عدد شگفت‌آور است



شکل ۲۲: یک ریز پرنده ساخت آزمایشگاه میکروسکوپی هاروارد که مانند یک زنبور کوچک به راحتی روی یک گل می‌نشیند.

درحالی‌که با چنین ضرب‌آهنگی کاملاً با ثبات پرواز کرده و می‌تواند ناگهانی تغییر مسیر بدهد بدون آنکه تعادلش به هم بخورد. Elzinga و همکاران در ۲۰۱۴ بر مبنای این توانایی خارق‌العاده یک مگس‌ربات^۵ ساختند. اما با وجود این موفقیت‌ها نویز زیاد این پرنده که مهمترین ایراد است هنوز حل نشده و از همین رو تحقیقات زیست الگوئی برای شناخت و درک بهترین مدل‌های ممکن از حشرات برای حل این مشکل همچنان ادامه دارد [۴۰].

ریزربات‌های آب‌پیما یکی دیگر از محصولات جذاب زیست-الگوئی‌اند که با الگوبرداری از حرکت سن‌های آب‌پیما ساخته شده‌اند. این حشرات به راحتی روی آب راه می‌روند و یا به بالا پریده و به شکل عجیب و کنترل نشده‌ای دوباره بر سطح آب می‌نشینند (۲). این قدرت مانور به ساختمان و عملکرد نوک خمیده پاها بستگی دارد. ریزربات آب پیمای امروزی تا ۱۴ سانتیمتر پریده و بدون آنکه سطح آب را بشکند دوباره روی آب می‌نشینند (شکل ۲۳) [۴۲].



شکل ۲۳: (a) ایستادن سن آب‌پیما روی سطح آب، (b) ربات الهام گرفته از آب‌پیما

پرنده‌های زیست‌الگوئی ازجمله ریزربات‌هایی هستند که کوچکی، قدرت پرواز و انعطاف‌پذیری فوق‌العاده بال‌هایشان از ساختمان بدن و عملکرد بال حشرات پرنده بسیار کوچک الگوبرداری شده است [۳۸، ۳۹]. Ornithopteri جدیدترین ربات پرنده‌ای که طراحی پیچیده دارد مدل ارتقا یافته طرح ماشین پرنده لئونارد و داوینچی است. بعد گذشت یک قرن از ساخت اولین هواپیما، دانشمندان موفق به ساخت پرنده‌های جدید زیست الگوئی (BAV)^۱ شده‌اند که قادر به انجام مأموریت‌های هوایی ویژه هستند. طرح بال و شیوه پرواز این پرنده‌های کوچک بدون سرنشین از برخی حشرات الگوبرداری شده است. آژانس تحقیقات پروژه‌های پیشرفته دفاعی آمریکا DARPA^۲ در ۲۰۰۵ اولین پرنده زیست الگوئی BMAV^۳ در ابعاد نانو را ساخت که توانست ۲ گرم بار را ۷/۵ سانتی‌متر جابه‌جا کند. این ریزپرنده نسبتاً ارزان، علیرغم داشتن تجهیزات مکانیکی و الکترونیکی فشرده، فوق‌العاده سبک و آنقدر کوچک‌اند که قابل تشخیص نیستند درحالی‌که به راحتی توسط یک اپراتور هدایت می‌شوند. اندازه بسیار کوچک آنها امکان عبور آسان از منافذ ریز و پرواز در فضاهای بسیار محدود را فراهم می‌کند و در عین کوچکی از هر چیز تصویربرداری کرده و آن را در حافظه خود ثبت یا مخابره می‌کنند. به همین خاطر در مأموریت‌های نظامی و عملیات پلیسی، جستجو در مکان‌های پر-خطر برای تشخیص نشت مواد شیمیایی، تابش‌های شدید، وجود ولتاژهای بالا و نیز خدماتی مانند سنجش از راه دور که از ربات‌های دیگر ساخته نیست از آنها استفاده می‌شود [۳۸].

نمونه دیگری از موفقیت‌های اخیر رباتیک ساخت ربات‌های کوچک هلی‌کوپتری (drones)^۴ است. در ساخت این پرنده‌ها از شکل بال و نوع پرواز زنبورها که drones یا ویزوئز کننده نامیده می‌شوند، الگوبرداری شده است. برخی از آنها کارهای هیجان-انگیزی مانند خدمات پیک شهری را انجام می‌دهند و یا حتی به عنوان تلفن‌های همراه آینده به کار گرفته خواهند شد. حتی برخی از آنها نیز به دلیل کاربردهای نظامی به وسایلی بسیار ترسناک تبدیل شده‌اند (شکل ۲۲) [۴۰].

¹ Biomimetic air vehicles

² Defense Advanced Research Projects Agency

³ Biomimetic micro air vehicles

⁵ Robotic fly

^۴ هواپیماهای بدون سرنشین

معماری و ویژگی‌های عجیب آنها برای طراحی‌های خاص الگوبرداری کنند. جالب‌ترین نمونه، لانه موریانه‌های بیابانی است که به شکل تپه‌ای کوچک است. این لانه‌ها، دالان‌ها و اتاقک‌هایی دارند که هوا در آنها نفوذ می‌کند و اکسیژن به مرکز لانه رسیده و دی‌اکسیدکربن خارج می‌شود. دالان‌هایی مویرگی در همه‌جای لانه، اتاقک‌ها را به هم وصل می‌کنند تا همیشه هوایی تازه و کاملاً خنک در لانه جریان داشته باشد (شکل ۲۴- a). این سازه الهام‌بخش معماران شرکت آروپ^۲ برای طراحی برج تجاری هراره زیмбаوه بوده تا تالار عظیم آن بدون هر گونه خنک‌کننده با سیستم تهویه طبیعی هوایی کاملاً مطبوع داشته باشد (شکل ۲۴) (۳) [۴۴].

معماران همچنین از ساختار هندسی بسیار پیچیده و بی‌نظیر لانه‌های زنبورهای عسل و وسپ‌ها^۳ برای ساخت ساختمان‌های محکم و ضد زلزله الهام گرفته‌اند [۴۵].

دانش زیست‌الگو با همه قدمت آن و تلاش‌های محققان گرایش‌های مختلف اکنون فقط بر دروازه‌ای از عجایب خلقت و از جمله دنیای شگفت‌انگیز حشرات ایستاده تا بی‌نهایت الگو برای الهام گرفتن و الگوبرداری را در مقابل دیدگان ما قرار دهد. این دانش و فناوری نوین در دانشگاه تهران با قدمتی نزدیک به دوازده سال ابتدا با ساخت شبه‌آنزیم‌ها در مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک در حوزه آنزیم‌های مصنوعی پایه‌گذاری شد [۵۴-۴۶] سپس تلاش متخصصان هنر و معماری، مهندسی بیونیک و رباتیک در دانشگاه قدم‌های بزرگی مانند طراحی و ساخت ربات انسان‌نما (سورنا) را شکل داد. راه اندازی رشته کارشناسی ارشد «زیست الگو» در

هر وسیله نقلیه‌ای به نوبری نیاز دارد و چون همه جانوران دارای چنین قدرتی هستند دانشمندان زیست‌الگو به بررسی نوبری حیوانات پرداخته‌اند. درمیان جانوران، مورچه‌ها از قوی‌ترین و دقیق‌ترین سیستم نوبری برخوردارند که می‌توانند بدون کوچکترین خطا مسیر لانه تا غذا را تشخیص داده و دائماً در تردد باشند. درعین حال مکانیسم‌های نوبری در گونه‌های مختلف مورچه‌ها متفاوت است. برخی از گونه‌های اجتماعی آنها با ترشح ماده شیمیایی (فرومون) و گونه‌های انفرادی آنها با ضبط تصاویر محیط نوبری می‌کنند. امروزه مهندسان زیست الگو از این رفتارهای هدایت‌شونده بصری و مکانیسم‌های حسی- حرکتی بسیار کارآمد برای طراحی سیستم‌های نوبری دقیق الهام می‌گیرند. تشخیص حرکت و اجتناب از برخورد و همچنین تثبیت پرواز از جمله این مکانیسم‌های فوق‌العاده برای الگوبردارند. طرح رباتهای زیستی^۱ از نوبری بصری مورچه‌ها الهام گرفته‌است. با- وجود این موفقیت‌ها دانشمندان هنوز نتوانسته‌اند برداشت کامل نورولوژیکی از شیوه نوبری حشرات برای طراحی سیستم‌های مستقل بیابند [۴۳].

اگرچه اصول زیست‌الگوی حشرات بر مبنای هفت گرایش که بیان شد در رشته‌های مختلف مهندسی به‌کار گرفته شده، اما الگوگیری از حشرات و الهام از پیچیدگی‌های خلقت آنها در زمینه‌های دیگر نیز مورد توجه محققان است. یکی از این زمینه‌ها معماری است. طراحان سازه به‌شدت به دنبال درک راز و رمز لانه‌های حشرات اجتماعی (زنبورها، مورچه‌ها و موریانه‌ها) هستند تا از خصوصیات



شکل ۲۴: (a) موریانه‌های بیابانی و (b) تالار دروازه شرقی مجتمع تجاری هراره زیмбаوه

^۱ Bio Robotic

^۲ Arup

^۳ Wasps (انواع زنبورهایی که دارای بدنی تپل و بند عرضی نازک در شکم و سینه هستند)

Evolution, Cambridge University Press, p. 242, ISBN 978-0-521-32370-3.

[4]. McHenry, H.M (2009), "Human Evolution", in Ruse, Michael; Travis, Joseph, Evolution: The First Four Billion Years, Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, p. 265, ISBN 978-0-674-03175-3.

[5]. موسوی موحدی، ع.ا. (۱۳۹۲). زیست الگو: همگرایی در علم و حکمت، نشریه نشاء علم، مجلد ۴، شماره ۱، صص ۹-۶.

[6]. Benyus, J.M. (2009) Biomimicry: Innovation inspired by nature. HarperCollins e-books.

[7]. Hwang, J., Jeong, Y., Park, J. M., Lee, K. H., Hong, J. W., & Choi, J. (2015). Biomimetics: forecasting the future of science, engineering, and medicine. International Journal of Nanomedicine, 10, 5701.

[8]. Bar-Cohen, Y. (2006). Biomimetics—using nature to inspire human innovation. Bioinspiration & Biomimetics, 1(1), P1.

[9]. موسوی موحدی، زینب (۱۳۹۵). فناوری های جدید بر مبنای دانش

زیست الگو و الهام زیستی، نشریه نشاء علم، مجلد ۷، شماره ۱، صص ۵۳-۶۱.

[10]. Gorb, S.N. (2011). Insect-inspired technologies: insects as a source for biomimetics, in Insect Biotechnology, Springer. p. 241-264.

[11]. Liu, Z., Zhang, Z., & Ritchie, R. O. (2018). On the materials science of nature's arms race. Advanced Materials, 30(32), 1705220.

[12]. Vaclaw, M. C., Sprouse, P. A., Dittmer, N. T., Ghazvini, S., Middaugh, C. R., Kanost, M. R. ... & Dhar, P. (2018). Self-Assembled Coacervates of Chitosan and an Insect Cuticle Protein Containing a Rebers–Riddiford Motif. Biomacromolecules, 19(7), 2391-2400.

[13]. Pillai, C. K. S., Paul, W., & Sharma, C. P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. Progress in polymer science, 34(7), 641-678.

[14]. Fernandez, J. G., & Ingber, D. E. (2013). Bioinspired chitinous material solutions for environmental sustainability and medicine. Advanced Functional Materials, 23(36), 4454-4466.

[15]. Fernandez, J. G., & Ingber, D. E. (2012). Unexpected strength and toughness in chitosan-fibroin laminates inspired by insect cuticle. Advanced materials, 24(4), 480-484.

دانشکده علوم و فنون نوین (۱۳۹۶) و تأسیس هسته پژوهشی زیست‌الگو و الهام‌زیستی (۱۳۹۷) نیز به سازماندهی و توسعه این رشته بسیار کمک نموده است. همچنین تدوین استاندارد ملی زیست الگو (۱۳۹۶) توسط متخصصان دانشگاه و سازمان ملی استاندارد، اکنون راهنمای ارزشمندی برای محققان کشور است [۵۵].

قطعا الهام و الگوبرداری از شگفتی‌های دنیای حشرات در زمینه‌های بیوشیمی و بیوفیزیک، سلولی-مولکولی، مهندسی پزشکی، رباتیک، هوا فضا، طراحی صنعتی و معماری یکی از جذاب‌ترین زمینه‌های فعالیت‌های علمی زیست‌الگوئی است. به یقین رونق فعالیت‌های علمی در این رشته، آینده روشنی از پیشرفت علم و فناوری زیست‌الگو و الهام‌زیستی را در کشور نوید می‌دهد.

تشکر و قدردانی

وظیفه خود میدانیم تا از اشارات و راهنمایی های حکیمانه استاد ارجمند جناب آقای دکتر موسوی موحدی که مشوق نگارش این مقاله بودند و بسیار بما آموختند، صمیمانه قدردانی نمایم. قطعاً زحمات خالصانه ایشان برای شکوفایی و رشد این دانش در کشور از خاطره‌ها فراموش نمی‌گردد.

به استحضار می‌رساند این مقاله کل یا بخشی از آن در جایی به چاپ نرسیده است.

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

(1) <https://asknature.org/idea/mirasol-display-technology/>

(2) <https://www.theverge.com/2015/7/30/9070591/robot-jump-water-insect-small-no-splash>

(3) <https://inhabitat.com/building-modelled-on-termites-eastgate-centre-in-zimbabwe/>

منابع و مؤاخذ

- [1]. Stassen, Chris (2005-09-10). "The Age of the Earth". Talk Origins Archive. Retrieved 2008-12-30.
- [2]. May, R. M. (1988). How many species are there on earth? Science, 241(4872), 1441-1449.
- [3]. Stringer, C.B. (1994), "Evolution of Early Humans", in Jones, Steve; Martin, Robert; Pilbeam, David, The Cambridge Encyclopedia of Human

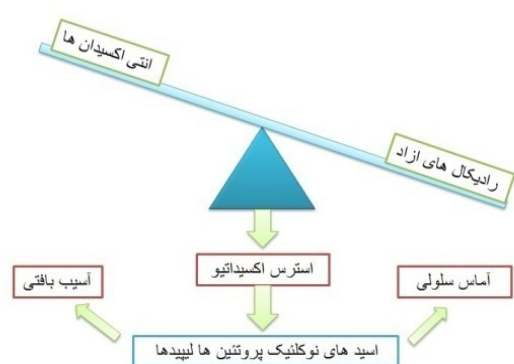
- [30]. Takemura, S. Y., Stavenga, D. G., & Arikawa, K. (2007). Absence of eye shine and tapetum in the heterogeneous eye of *Anthocharis* butterflies (Pieridae). *Journal of Experimental Biology*, 210(17), 3075-3081.
- [31]. Ghiradella, H. T., & Butler, M. W. (2009). Many variations on a few themes: a broader look at development of iridescent scales (and feathers). *Journal of the Royal Society Interface*, 6(suppl_2), S243-S251.
- [32]. Xu, J., & Guo, Z. (2013). Biomimetic photonic materials with tunable structural colors. *Journal of Colloid and Interface Science*, 406, 1-17.
- [33]. Johnson, E. A. C., Bonser, R. H. C., & Jeronimidis, G. (2009). Recent advances in biomimetic sensing technologies. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 367(1893), 1559-1569.
- [34]. Schmitz, H., Kahl, T., Soltner, H., & Bousack, H. (2011, March). Biomimetic infrared sensors based on the infrared receptors of pyrophilous insects. In *Bioinspiration, Biomimetics, and Bioreplication* (Vol. 7975, p. 797506).
- [35]. Lee, T., Jang, S., Jeong, M., & Cho, D. I. D. (2016, October). Allometric scaling of insects and animals for biomimetic robot design considerations. In *2016 16th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)* (pp. 1541-1546). IEEE.
- [36]. Delcomyn, F., & Nelson, M. E. (2000). Architectures for a biomimetic hexapod robot. *Robotics and Autonomous Systems*, 30(1-2), 5-15.
- [37]. Aditya, S. K. V., Ignasov, J., Filonenko, K., Larsen, J. C., Baird, E., Hallam, J., ... & Manoonpong, P. (2017). Bio-Inspired Design and Kinematic Analysis of Dung Beetle-Like Legs. In *2nd International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics*.
- [38]. Ward, T. A., Rezadad, M., Fearday, C. J., & Viyapuri, R. (2015). A review of biomimetic air vehicle research: 1984-2014. *International Journal of Micro Air Vehicles*, 7(3), 375-394.
- [39]. Liu, H., Ravi, S., Kolomenskiy, D., & Tanaka, H. (2016). Biomechanics and biomimetics in insect-inspired flight systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1704), 20150390.
- [40]. Lentink, D. (2014). Bioinspired flight control. *Bioinspiration & Biomimetics*, 9(2), 020301.
- [16]. Zeighami, F., & Tehran, M. A. (2016). Developing optically efficient nanofiber coatings inspired by cyphochilus white beetle. *Journal of Industrial Textiles*, 46(2), 495-509.
- [17]. Kim, J. H., Moon, J. H., Lee, S. Y., & Park, J. (2010). Biologically inspired humidity sensor based on three-dimensional photonic crystals. *Applied Physics Letters*, 97(10), 103701.
- [18]. 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*, 234, 27-50.
- [19]. Gao, X., & Jiang, L. (2004). Biophysics: water-repellent legs of water striders. *Nature*, 432(7013), 36.
- [20]. Nosonovsky, M., & Bhushan, B. (2010). Green tribology: principles, research areas and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 368(1929), 4677-4694.
- [21]. Favi, P. M., Yi, S., Lenaghan, S. C., Xia, L., & Zhang, M. (2014). Inspiration from the natural world: from bio-adhesives to bio-inspired adhesives. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 28(3-4), 290-319.
- [22]. Betz, O., Koerner, L., & Gorb, S. (2009). An insect's tongue as the model for two-phase viscous adhesives? *ADHESION ADHESIVES& SEALANTS*, 6(1), 32-35.
- [23]. Bogue, R. (2013). Developments in biomimetic vision. *Sensor Review*, 33(1), 14-18.
- [24]. Stürzl, W., Böldcker, N., Dittmar, L., & Egelhaaf, M. (2010). Mimicking honeybee eyes with a 280 field of view catadioptric imaging system. *Bioinspiration & Biomimetics*, 5(3), 036002.
- [25]. Yi, W., Xiong, D. B., & Zhang, D. (2016). Biomimetic and Bioinspired Photonic Structures. *Nano Advances*, 1, 62-70.
- [26]. Potyrailo, R. A., Ghiradella, H., Vertiatchikh, A., Dovidenko, K., Cournoyer, J. R., & Olson, E. (2007). Morpho butterfly wing scales demonstrate highly selective vapour response. *Nature Photonics*, 1(2), 123.
- [27]. Ragaci, M., Sabry, A. K. H., & Abdel-Rahman, A. (2016). Insect's photonic crystals and their applications. *Bioscience Research*, 13(1), 15-20.
- [28]. Vukusic, P., & Sambles, J. R. (2003). Photonic structures in biology. *Nature*, 424(6950), 852.
- [۲۹]. انزایی، نعیمه (۱۳۹۵). استفاده از علم زیست الگو در منسوجات، نشریه نشاء علم، مجلد ۷، شماره ۱، صص ۶۲-۷۰.

- [49]. Hong, J., Wang, W., Huang, K., Yang, W. Y., Zhao, Y. X., Xiao, B. L., ... & Moosavi-Movahedi, A. A. (2012). A highly efficient nano-cluster artificial peroxidase and its direct electrochemistry on a nano complex modified glassy carbon electrode. *Analytical Sciences*, 28(7), 711-716.
- [50]. Hong, J., et al., Direct electrochemistry of artificial peroxidase based on self-assembled cytochrome c-SDS-nano-micelle. *Analytical letters*, 2012. 45(15): p. 2221-2235.
- [51]. Kermani, H. A., Shockravi, A., Moosavi-Movahedi, Z., Khalafi-Nezhad, A., Behrouz, S., Tsai, F. Y. ... & Moosavi-Movahedi, A. A. (2013). A surfactant-heme-sulfonyl imidazole system as a nano-artificial enzyme. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 10(5), 961-968.
- [52]. Yang, W. Y., Hong, H., Zhao, Y. X., Xiao, B. L., Gao, Y. F., Yang, T., ... & Moosavi-Movahedi, Z. (2013). Electrochemical study of a nano vesicular artificial peroxidase on a functional nano complex modified glassy carbon electrode. *J. New Mat. Electrochem. Syst*, 16, 89-95.
- [53]. Moosavi-Movahedi, Z., Kalejahi, E. S., Nourisefat, M., Maghami, P., Poursasan, N., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2017). Mixed SDS-Hemin-Imidazole at low ionic strength being efficient peroxidase-like as a nanozyme. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 522, 233-241.
- [54]. Sajadimehr, Y., Moosavi-Movahedi, Z., Haghighi, M. G., Miyardan, A. B., Nourisefat, M., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2019). Iron-Porphyrin/Cysteine/PEG as Pseudo-Chloroperoxidase Nanozyme. *ChemistrySelect*, 4(35), 10357-10364.
- [۵۵]. استاندارد ملی ایران، بیومیمتیک (زیست الگو)، اصطلاحات و تعاریف، مفاهیم و روش‌شناسی. شماره ۲۲۱۲۷ چاپ اول ۱۳۹۶، ICS: 07.080، کمیته تدوین: دکتر علی‌اکبر موسوی موحدی (رئیس)، دکتر فرنوش عطاردی (دبیر)، دکتر مهدی ضرابی، دکتر منصوره مظاهری، دکتر زینب موسوی موحدی و دکتر مریم نوری صفت.
- [41]. Tripplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. Thomson Brooks/Cole, Belmont, California.
- [42]. Koh, J. S., Yang, E., Jung, G. P., Jung, S. P., Son, J. H., Lee, S. I., ... & Cho, K. J. (2015). Jumping on water: Surface tension-dominated jumping of water striders and robotic insects. *Science*, 349(6247), 517-521.
- [43]. Graham, P., & Philippides, A. (2017). Vision for navigation: What can we learn from ants? *Arthropod Structure & Development*, 46(5), 718-722.
- [44]. Gorb, S. N., & Gorb, E. V. (2016). Insect-inspired architecture: insects and other arthropods as a source for creative design in architecture. In *Biomimetic Research for Architecture and Building Construction* (pp. 57-83). Springer, Cham.
- [45]. Pohl, G., & Nachtigall, W. (2015). *Biomimetics for Architecture & Design: Nature-Analogies-Technology*. Springer.
- [46]. Moosavi-Movahedi, A. A., Semsarha, F., Heli, H., Nazari, K., Ghourchian, H., Hong, J. ... & Sefidbakht, Y. (2008). Micellar histidinate hematin complex as an artificial peroxidase enzyme model: Voltammetric and spectroscopic investigations. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 320(1-3), 213-221.
- [47]. Farivar, F., Moosavi-Movahedi, A. A., Sefidbakht, Y., Nazari, K., Hong, J., & Sheibani, N. (2010). Cytochrome c in sodium dodecyl sulfate reverse micelle nanocage: From a classic electron carrier protein to an artificial peroxidase enzyme. *Biochemical Engineering Journal*, 49(1), 89-94.
- [48]. Gharibi, H., Moosavi-Movahedi, Z., Javadian, S., Nazari, K., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2011). Vesicular Mixed Gemini- SDS- Hemin- Imidazole Complex as a Peroxidase-Like Nano Artificial Enzyme. *The Journal of Physical Chemistry B*, 115(16), 4671-4679.

مقدمه

یک الکترون جفت‌نشده از نظر شیمیایی بسیار فعال و واکنش‌پذیر است و به همین خاطر رادیكال آزاد تلاش خواهد کرد که الکترون‌ها را از ترکیبات دیگر دریافت کند تا به پایداری برسد. رد و بدل الکترون به رادیكال آزاد و تکرار آن زنجیره الکترون مورد نیاز تأمین می‌شود. این واکنش زنجیره‌ای «آبشار رادیكال‌های آزاد» نامیده می‌شود که می‌تواند به بافت زنده آسیب برساند. اگر رادیكال‌های آزاد توانایی بدن را برای منظم کردن آنها مختل کنند، وضعیتی ایجاد می‌شود که به‌عنوان استرس اکسایشی شناخته می‌شود. رادیكال‌های آزاد می‌توانند به‌طور زیان‌آوری چربی‌ها، پروتئین‌ها و ژنوم را تغییر دهند و همچنین در تعدادی از بیماری‌های انسان دخیل هستند. لیپیدها به شدت مستعد آسیب رادیكال‌های آزاد هستند که منجر به پراکسایش لیپیدها (فرآیندی که در آن رادیكال‌های آزاد، الکترون‌ها را از لیپیدها جدا می‌کند و لیپید را به صورت رادیكال در می‌آورند)، می‌شوند که می‌تواند باعث ایجاد تغییرات نامطلوب شود. آسیب رادیكال آزاد به پروتئین می‌تواند سبب از دست رفتن فعالیت آنزیمی شود. همچنین حضور رادیكال‌های آزاد در سلول می‌تواند منجر به جهش‌زایی و سرطان گردد [۱]. آنتی‌اکسیدان‌ها موادی هستند که قادرند پیش از آنکه رادیكال‌های آزاد به ژنوم و یا غشای سلولی یا سایر اجزای سلولی آسیب وارد کند با اکسیژن فعال آنها وارد واکنش شوند [۲] و از این آسیب جلوگیری کنند. از این‌رو تعادل بین رادیكال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌ها برای عملکرد فیزیولوژیکی مناسب ضروری است. استفاده از منابع خارجی آنتی‌اکسیدان‌ها می‌تواند در مقابله با شرایط استرس اکسایشی کمک‌کننده باشد [۳].

طریق کاهش گلوکوتایون و کاتالاز و سوپراکسید دیس‌موتاز، با کاهش دفاع آنتی‌اکسیدان همراه است. با توجه به وجود استرس اکسیداتیو و اثر آن بر تسریع عوارض میکرو و ماکروواسکولر دیابت، مطالعات گسترده‌ای جهت بررسی نحوه کاهش اکسیدان‌های بدن و افزایش و استفاده بهینه از آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک و غیرسنتتیک صورت گرفته است. ویتامین‌های گوناگون و داروهایی همچون مهارکننده‌های آنزیم تبدیل‌کننده آنژیوتانسین و سولفونیل اوره‌ها، لیپوئیک اسید، متفورمین و ملاتونین مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. همچنین اثرات آنتی‌اکسایشی در گیاهان مختلف در سال‌های اخیر مشاهده شده است و همگی حاکی از نقش بسیار پررنگ استرس اکسایشی در بیماری دیابت و ایجاد عوارض آن بوده‌اند (شکل ۱) [۴].



شکل ۱: استرس اکسایشی در نتیجه ی برهم خوردن تعادل بین آنتی‌اکسیدان‌ها و رادیكال‌های آزاد ایجاد شده و می‌تواند با تأثیر بر ماکرومولکول‌های زیستی موجب آسیب بافتی و آماس سلولی و غیره شود.

رادیكال‌های آزاد چه موادی هستند؟

حیات و رشد سلول‌های زنده وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند؛ واکنش‌های شیمیایی مورد نیاز برای حفظ حیات به طور کلی به‌عنوان «سوخت و ساز» شناخته می‌شوند. در این واکنش‌های شیمیایی مولکول‌های بزرگ‌تر به مولکول‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند و یا مولکول‌های کوچک‌تر به مولکول‌های بزرگ‌تر سازماندهی می‌شوند. برای اینکه این مولکول‌ها دارای ثبات باشند، باید دارای الکترون کافی باشند.

رادیكال‌های آزاد مولکول‌هایی با پوسته الکترونی ناقص هستند که در همه‌جا، هوایی که تنفس می‌کنیم، در موادی که در اطراف ما

دیابت نوع ۲ یا غیر وابسته به انسولین، یکی از شایع‌ترین بیماری‌های متابولیک در سراسر جهان می‌باشد که با توجه به ماهیت چند عاملی بیماری، عوامل مختلفی در آن نقش دارند. با توجه به کاهش حساسیت به انسولین در دیابت نوع ۲ اختلال در هموستاز گلوکز ایجاد می‌گردد که در نهایت منجر به هیپرگلیسمی می‌شود. استرس اکسایشی که حاصل عدم توازن میان تولید رادیكال‌های آزاد و دفاع آنتی‌اکسیدان‌های بدن می‌باشد، در بیماری دیابت افزایش یافته است. یکی از عواملی که منجر به افزایش استرس اکسایشی می‌گردد، هیپرگلیسمی است. همچنین دیابت از

هستند و در داخل بدن ما وجود دارند و می‌توانند با تخریب سلول‌های بدن و انتشار مواد سمی به بافت‌های اطراف خود خسارات جبران‌ناپذیری به بدن وارد می‌کنند. می‌توانند آغاز کننده یک‌سری واکنش زنجیره‌ای مانند بازی دومینو باشند. این اثر دومینو در نهایت می‌تواند کل سلول را برهم بزند زیرا رادیكال آزاد می‌تواند آغاز کننده هزاران واکنش شیمیایی باشد که در عرض چند ثانیه واکنش اولیه رخ دهد [۵].

خطر اصلی آنها آسیبی است که در اثر واکنش با اجزای سلولی مهم مانند ژنوم و یا غشا سلولی به سلول وارد می‌کنند. واکنش زنجیره‌ای رادیكال آزاد ممکن است منجر به شکسته شدن غشا سلولی شود که می‌تواند آنچه را که به سلول وارد و از آن خارج می‌شود تغییر دهد، واکنش زنجیره‌ای ممکن است ساختار چربی را تغییر دهند و باعث رسوب آنها در رگ‌های بدن شوند. مولکول‌های آسیب‌دیده ممکن است دچار جهش و تبدیل به تومور شوند. واکنش‌های آبشاری ممکن است منجر به تغییر توالی ژنوم شده و این جهش‌ها در سلول تغییرات غیرمعمولی ایجاد می‌کنند که می‌تواند منجر به تضعیف فعالیت و عملکرد سلول و یا مرگ سلول شود. برای جلوگیری از آسیب رادیكال آزاد، بدن یک سیستم دفاعی با استفاده از آنتی‌اكسیدان‌ها دارد [۱].

آیا رادیكال‌های آزاد همیشه مضر هستند؟

رادیكال‌های آزاد محصولات جانبی طبیعی فرایندهای شیمیایی از جمله متابولیسم هستند. گزارش شده است که رادیكال‌های آزاد غیرمتعادل محصولات زائد واکنش‌های شیمیایی مختلف در سلول هستند که وقتی ساخته می‌شوند، به سلول‌های بدن آسیب می‌رسانند. بدون وجود آنتی‌اكسیدان‌ها آنها بدن موجود زنده را خیلی سریع از بین می‌برند. با این حال، مهم است که به یاد داشته باشید که رادیكال‌های آزاد نیز دارای وظایف مهمی هستند که برای بقای ما ضروری هستند.

توانایی بدن برای تبدیل اكسیژن موجود در هوای تنفسی و مواد غذایی به انرژی شیمیایی حاصل از واکنش زنجیره‌ای رادیكال‌های آزاد بستگی دارد. مفید یا مضر بودن رادیكال‌های آزاد به میزان آنها بستگی دارد، در غلظت‌های پایین برای چندین فرآیند فیزیولوژیکی از جمله فسفریلاسیون پروتئین‌ها، تمایز سلولی، القای آپوپتوز، بلوغ اووسیت، ایمنی سلولی و دفاع سلولی در برابر

میکروارگانیسم‌ها (رادیكال‌های آزاد بخش مهمی از سیستم ایمنی بدن هستند که در رگ‌ها شناور هستند و به‌عنوان راهی برای حمله و کشتن پاتوژن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند) ضروری می‌باشند [۵،۶،۷]. گروهی از رادیكال‌های آزاد نیز بسته به مسیرهای سیگنال‌دهی که در آن دخیل هستند می‌توانند مفید یا مضر واقع شوند، به‌عنوان مثال می‌توان به نقش مفید آنها در فعال‌سازی فاکتور رونویسی به وسیله اكسایش پروتئین‌های تنظیمی مؤثر در این فرآیند اشاره کرد [۸،۹]. همچنین استرس اكسایشی کوتاه‌مدت در جلوگیری از پیری حائز اهمیت است. پیشنهاد شده است که تولید بیش از حد رادیكال‌های آزاد و گونه‌های فعال اكسیژن در اثر اشعه آفتاب و پدیده استرس اكسایشی در طولانی‌مدت در بیماری‌زایی پیری پوست دخالت دارد. تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه ارتباط پدیده استرس اكسایشی و پیری پوست انجام شده است که در اکثر موارد روی پوست و محیط‌های کشت سلولی مثل فیبروبلاست‌های پوست انسانی یا پر روی حیوانات، انجام گرفته است. نتایج این پژوهش‌ها نشان داد که بین میزان پراکسیداسیون لیپیدها در پلاسما با پیری زودرس پوست ناشی از نور آفتاب ارتباط وجود دارد. بر این اساس می‌توان به این افراد توصیه کرد که جهت پیشگیری از پیری زودرس پوست علاوه‌بر استفاده از کرم‌های ضد آفتاب و محافظت از پوست با استفاده از مکمل‌های غذایی حاوی آنتی‌اكسیدان، ظرفیت آنتی‌اكسیدانی پلاسمای خود را نیز افزایش دهند [۱۱]. البته لازم به تذکر است که استفاده از کرم‌های ضد آفتاب به دلیل داشتن مواد نگهدارنده مانند متیل پارابن احتمالاً موجب افزایش رادیكال‌های آزاد و پراکسایش لیپیدی خواهد شد [۱۲].

شرایط و مسیرهایی که منجر به تولید رادیكال‌های آزاد و مواد اكسیدان می‌شوند [۹]:

۱. متابولیسم طبیعی هوازی:

تقریباً ۹۰٪ اكسیژن مورد استفاده توسط سلول توسط سیستم انتقال الکترون میتوکندریایی مصرف می‌شود.

۲. سم زدایی مواد سمی در کبد:

متابولیسم سلولی، التهاب مزمن، عفونت‌ها و بیماری‌های دیگر را تسریع می‌کند.

۳. مواجهه با آلودگی‌ها

اكسایش یک فرآیند طبیعی و ضروری است که در بدن رخ می‌دهد و رادیكال‌های آزاد و آنتی‌اكسیدان‌ها بخشی از اجزای مورد نیاز برای عملکرد طبیعی و سالم بدن هستند. استرس اكسایشی در زمانی رخ می‌دهد که رادیكال‌های آزاد و آنتی‌اكسیدان‌ها از تعادل خارج می‌شوند. با برهم خوردن این تعادل بسیاری از بافت‌ها دچار آسیب شده و درصداً ابتدا به انواع بیماری‌ها را بالا ببرد [۱۱]. در انسان استرس اكسایشی در پیشرفت سرطان، بیماری پارکینسون، بیماری‌های قلبی عروقی، آترواسكلروز، نارسایی قلبی، سكتة قلبی، بیماری سلول داسی‌شكل، بیماری سل، اوتیسم، عفونت، سندروم خستگی مزمن و افسردگی دخیل است [۹].

منابع آنتی‌اكسیدان‌ها کدامند؟

بدن تا حدودی آنتی‌اكسیدان‌های درون سلولی مورد نیاز خود را تولید می‌کند اما نمی‌توان گفت به منابع خارجی نیازی نیست زیرا بسیاری از آنتی‌اكسیدان‌های حیاتی در بدن ساخته نمی‌شوند بنابراین باید از طریق منابع خارجی تأمین شوند. آنتی‌اكسیدان‌های معروف شامل ویتامین سی، آ، ای، سلنیوم و روی هستند و به‌طور معمول در مواد غذایی با رنگ‌های نارنجی و قرمز و آبی و میوه‌ها و سبزیجات ارغوانی یافت می‌شوند. برای نمونه نگاه به جدول زیر لازم است:

جدول ۱: منابع آنتی‌اكسیدان‌ها

ویتامین C	مرکبات- گریپ فروت- طالبی- انواع توت‌ها- انبه- کلم بروکلی- کلم بروكسل- فلفل‌ها- سیب زمینی شیرین- گوجه‌ها
ویتامین E	بروکلی- کدو حلوایی- اسفناج- آووکادو- شلغم- پاپایا- تخمه آفتاب‌گردان
ویتامین A	هویج- طالبی- ذرت- شلیل- هلو- کدو حلوایی- کدو- سیب زمینی شیرین- گوجه - هندوانه
سلنیوم	آجیل - ماهی تن - گوشت گاو- مرغ
روی	آجیل‌ها - غذاهای دریایی - گوشت قرمز- حبوبات- لبنیات
کورکومین	زردچوبه

۴. وجود سندرم روده تحریک‌پذیر

۵. تماس با سموم

۶. مصرف سیگار، الکل، مواد مخدر و تنباکو

۷. آلودگی

۸. تماس با آفت‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها

۹. قرار گرفتن در معرض اشعه‌ها

۱۰. استرس زیاد و تنش‌های عاطفی

۱۱. مصرف فست‌فودها و مواد غذایی فرآوری‌شده

۱۲. ورزش و فعالیت بدنی نامنظم و یا بیش‌ازحد

۱۳. مصرف داروهای خاص مثل بیوتیک‌ها

۱۴. انجام فعالیت‌های عادی بدن مثل تنفس و هضم غذا و ...

اگرچه رادیكال‌های آزاد به‌طور طبیعی در بدن تولید می‌شوند اما سبک زندگی و همچنین شرایط محیطی هم بر میزان حضور آنها در بدن موجودات زنده مؤثر است. تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان داده است که مصرف غذاهای سرخ شده، الکل، دخانیات و یا قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها و یا تشعشعات منجر به افزایش مقدار رادیكال‌های آزاد در بدن موجودات زنده می‌گردد [۲].

آنتی‌اكسیدان‌ها چه موادی هستند؟

آنتی‌اكسیدان‌ها مولکول‌هایی هستند که سلول را در مقابل رادیكال‌های آزاد محافظت کرده و آنها را خنثی می‌کنند. آنتی‌اكسیدان‌ها قادر به دادن الکترون به یک رادیكال آزاد بدون بی‌ثبات شدن خودشان هستند، در نتیجه واکنش زنجیره‌ای رادیكال آزاد را متوقف می‌کنند. آنتی‌اكسیدان‌ها مواد طبیعی هستند که وظیفه آنها خنثی کردن و از بین بردن رادیكال‌های آزاد در محیط است. می‌توان گفت همان‌طور که فیبر محصولات زائد را در روده‌ها پاک‌سازی می‌کند، آنتی‌اكسیدان‌ها رادیكال‌های آزاد زائد را در سلول‌ها پاک می‌کنند. سلول‌های موجودات زنده قادر به تولید آنتی‌اكسیدان به مقدار ناچیز هستند، همچنین سیستم‌های آنزیمی در بدن وجود دارد که می‌توانند رادیكال‌های آزاد را خنثی کنند [۲،۳].

استرس اكسایشی چیست؟

آنتی‌اکسیدانت‌ها چگونه می‌توانند از آسیب‌های سلولی و بافتی در نتیجه استرس اکسایشی جلوگیری کنند؟

ویتامین C به عنوان مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان محلول در آب در مایعات خارج سلولی شناخته می‌شود [۹،۱۰]. این ویتامین قادر به خنثی‌سازی رادیكال‌های آزاد اکسیژن‌دار است. ویتامین E، یک آنتی‌اکسیدان قوی محلول در چربی، جزو مؤثرترین مواد آنتی‌اکسیدان در غشا سلولی است که در غشا از پراکسیداسیون اسیدهای چرب غشا محافظت می‌کند. بتا کاروتن و سایر کاروتنوئیدها نیز حفاظت آنتی‌اکسیدانی از بافت‌های غنی از چربی را تأمین می‌کنند [۱۰].

شواهدی وجود دارد که برخی از انواع سبزیجات و میوه‌ها در برابر تعدادی از سرطان‌ها و بیماری‌های دیگر از انسان محافظت می‌کنند. مطالعات گسترده‌ای نشان داده‌اند که درصد شیوع سرطان در افرادی که آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در میوه‌ها و سبزیجات را مصرف می‌کنند، به مراتب کمتر از سایر افراد است. علاوه بر این، کسانی که مقادیر کمتری از آنتی‌اکسیدان‌ها را مصرف می‌کردند یا در معرض دود مثل سیگار کشیدن قرار می‌گرفتند، ریسک بالاتری از این اختلالات داشتند [۹].

اکسایش لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) در خون، موجب بالا رفتن احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی می‌شود، بنابراین دریافت ویتامین E از طریق منابع طبیعی و نه از طریق مکمل‌های آن، با جلوگیری از این اکسایش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را در افراد کاهش می‌دهد [۱۳].

سرطان یکی از عوامل مرگ‌ومیر در انسان‌هاست. رادیكال‌های آزاد باعث انواع مختلفی از تغییرات شیمیایی ژنوم می‌شوند و می‌توانند عامل جهش‌زایی و ایجاد سرطان باشند. سلول‌های سرطانی به‌ویژه در مقایسه با سلول‌های طبیعی سطوح بالاتری از رادیكال‌های آزاد اکسیژن را دارند و به دلیل سطح متابولیسم بالاتر مستعد اختلالات میتوکندریایی هستند. سلول‌های سرطانی سطوح بالایی از استرس اکسایشی را به‌خاطر فعال شدن آنکوژن‌ها و از دست دادن سرکوب‌کننده‌های تومور نشان می‌دهند. رادیكال‌های آزاد اکسیژن‌دار با تغییر سیگنال رشد و بیان ژن باعث تکثیر مداوم سلول‌های سرطانی

می‌شود و می‌تواند با ایجاد تغییرات پایه، حذف‌ها و شکسته شدن رشته به DNA آسیب برساند [۱۴،۱۵].

در سیستم قلبی - عروقی سلول‌ها به‌طور مداوم رادیكال‌های آزاد اکسیژن تولید می‌کنند که به‌عنوان مولکول‌های سیگنالی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این رادیكال‌های آزاد اکسیژن جزء جدایی‌ناپذیر فرآیند هومئوستاز سلولی هستند و در یک محیط احیایی که توسط آنتی‌اکسیدان‌های درون سلولی و خارج سلول متعادل شده است فعالیت می‌کنند. مهم‌ترین نقش این آنتی‌اکسیدان‌ها زمانی مشخص می‌شود که سطوح رادیكال‌های آزاد اکسیژن‌دار از ظرفیت آنتی‌اکسیدان‌های سلولی بیشتر بوده و یک حالت استرس اکسایشی ایجاد می‌کنند. چندین سیستم آنتی‌اکسیدانی در گردش خون وجود دارد، با کاهش فعالیت آنها استرس اکسایشی رخ می‌دهد [۱۵].

فرآیندهای متابولیکی طبیعی و یا تنش‌های سلولی به‌طور مداوم رادیكال‌های آزاد اکسیژن‌دار و رادیكال‌های آزاد نیتروژن‌دار را تولید می‌کنند و در طول زمان انباشته می‌شوند. تجمع بیش‌ازحد رادیكال‌های آزاد اکسیژن‌دار و اثرات مخرب آن منجر به تخریب سلولی و اختلال در ترمیم آسیب‌ها می‌شود. سالمندان به دلیل تضعیف سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی بیشتر در معرض ابتلا به بیماری‌ها قرار می‌گیرند. سلول‌های عصبی بیشتر تحت تأثیر استرس اکسایشی مخرب هستند. نوروها از نظر متابولیسمی سلول‌های فعالی هستند و از مقادیر زیادی اکسیژن استفاده می‌کنند (تقریباً یک چهارم کل اکسیژن مصرف‌شده در بدن در طول متابولیسم). در نتیجه سلول‌های عصبی مقادیر زیادی از رادیكال‌های آزاد اکسیژن‌دار و نیتروژن‌دار تولید کرده و در معرض حملات رادیكال‌های آزاد قرار می‌گیرند. در مقایسه با سلول‌های دیگر، نوروها سطح پایین‌تری از مولکول‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی را شامل می‌شوند. تمام این موارد بدن را مستعد دریافت بیماری آلزایمر می‌کند. چندین ارگان حیاتی مانند قلب، ریه و مغز در برابر آسیب اکسایشی آسیب‌پذیر هستند. مغز به‌ویژه به‌خاطر محتوای بالای اکسیژن، نرخ متابولیسم بالا و سطوح بالای چربی‌های چند غیراشباع آسیب‌پذیر است. آسیب مغزی ممکن است منجر به آسیب به بخش‌هایی از مغز بعد از سکته مغزی، بیماری آلزایمر، بیماری پارکینسون و سایر اختلالات نورودژنراتیو گردد. استرس اکسایشی به‌عنوان یکی از فاکتورهای زمینه‌ساز سکته مغزی شناخته می‌شود.

به نظر می‌رسد کاهش سیستم دفاع آنتی‌اكسیدانی در سكته مغزی در افزایش آسیب ناشی از رادیكال‌های آزاد مؤثر است و لذا شاید مصرف هر چه بیشتر مواد غذایی و دارویی حاوی آنتی‌اكسیدان در کنترل و کاهش روند تخریب بافتی مؤثر باشد [۲،۴،۸،۱۰،۱۴]. آنتی‌اكسیدان‌ها با خنثی‌سازی رادیكال‌های آزاد از مرگ سلول‌های عصبی جلوگیری می‌کنند. مصرف به اندازه آنتی‌اكسیدان‌ها می‌تواند خطر حمله قلبی و سكته مغزی را کاهش دهند [۱۵،۱۶].

هنگامی که پوست در معرض سطوح بالای نور ماورا بنفش قرار می‌گیرد، آسیب اكسایشی در اثر تشکیل انواع مختلفی از گونه‌های فعال اكسیژن است. گونه‌های اكسیژن فعال رادیكالی به لیپیدها، پروتئین‌ها و ژنوم سلولی آسیب می‌زند و به‌عنوان عوامل اولیه آفتاب‌سوختگی، پیری زودرس پوست و سرطان‌های پوست در نظر گرفته می‌شوند. بتاکاروتن به همراه ویتامین E به‌عنوان یکی از قوی‌ترین ترکیبات آنتی‌اكسیدانی برای کمک به حفاظت پوست در مقابل گونه‌های فعال اكسیژن عمل می‌کند [۱۷،۱۸،۱۹].

آیا آنتی‌اكسیدان‌ها همیشه مفید هستند؟

همواره تعادلی بین رادیكال‌های آزاد و آنتی‌اكسیدان برقرار است که بسیار مفید و ضروری است. خارج شدن از این تعادل چه از سوی رادیكال‌های آزاد باشد و چه از سوی آنتی‌اكسیدان‌ها آثار زیان‌آوری به بار خواهد آورد. برخلاف باور عمومی حتی در میزان مصرف آنتی‌اكسیدان‌ها نیز باید دقت شود. سمیت مصرف بالای آنتی‌اكسیدان‌های محلول در آب مانند آسکوربیک اسید (ویتامین C) ممکن است در افراد سالم کمتر مورد توجه قرار گیرد زیرا مقادیر اضافی این مواد از طریق ادرار به سرعت دفع می‌شود اما مصرف مکمل‌های ویتامین C در افراد مبتلا به سرطان به زنده ماندن سلول‌های سرطانی کمک می‌کند، ویتامین C به عنوان جاروکننده رادیكال‌های آزاد عمل می‌نماید، این ویتامین دو الکترون به‌صورت متوالی از پیوند دوگانه بین کربن ۲ و ۳ خود از دست می‌دهد، زمانی که این الکترون از دست می‌رود این ویتامین اكسیده شده و ترکیب دیگری را احیا می‌نماید، به همین دلیل این ویتامین را آنتی‌اكسیدان می‌نامند [۲۰،۲۱]. از جمله موارد دیگر اینکه اوژنول (augenol) که یکی از آنتی‌اكسیدان‌های موجود در روغن میخک است در سطوح بالا دارای اثرات سمی است. مصرف همزمان مکمل‌های ویتامین E

و داروهای رقیق‌کننده خون موجب تداخل دارویی و افزایش خطر خونریزی در این افراد مصرف‌کننده می‌شود. مطالعه بر روی میزان بالای ویتامین E نشان داده است که سطوح بالای مصرف مکمل‌های این ویتامین نقشی در پیشگیری از سكته مغزی ندارد و همچنین مصرف میزان بالای مکمل‌های ویتامین E و بتاکاروتن تأثیری بر جلوگیری از مرگ‌ومیر و عوارض قلبی و عروقی نداشته پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ویتامین E بدون دستور پزشک و برای مصرف عادی مجاز نیست [۲۰،۲۱]. مصرف بیش‌ازحد بتاکاروتن که نمونه دیگری از آنتی‌اكسیدان‌هاست می‌تواند موجب تغییر رنگ طبیعی پوست به رنگ نارنجی مایل به زرد شود که بیماری کاروتنوز نام دارد [۲۱].

مصرف زیاد مکمل‌های آنتی‌اكسیدان می‌تواند باعث اختلال در هموستازی طبیعی سلول (که مرتبط با نقش رادیكال‌های آزاد اكسیژن است) شوند. مصرف بیش‌ازحد گروهی از آنتی‌اكسیدان‌ها می‌تواند زیانبار باشد، زیرا میزان بالای آنتی‌اكسیدان جذب مواد معدنی از جمله آهن و روی را دچار اختلال کرده. کمبود مواد معدنی از جمله فقر آهن و روی را ایجاد کند زیرا از جذب آنها توسط لوله گوارش جلوگیری می‌کند. از این‌رو افرادی که به رژیم‌های گیاهی روی می‌آورند لازم است بدانند که رژیم‌های گیاهی حاوی مقادیر بالایی از اسیداکزالیک، تانن و اسید فیتیک هستند. مصرف بیش‌ازحد حبوبات، ذرت و نان سبوس‌دار باعث بالا رفتن میزان اسید فیتیک شده که در نتیجه آن فرد دچار کمبود کلسیم و آهن می‌گردد. به‌طور مشابه اسید اکزالیک در کاکائو، شکلات، اسفناج، شلغم و ریواس یافت می‌شود و کلم، چای و باقلا حاوی تانن می‌باشند. اضافه کردن مقادیر زیاد این مواد به رژیم غذایی ممکن است از جذب مواد معدنی در بدن جلوگیری کند [۲۲،۲۳].

چه راهکارهایی برای برقراری تعادل بین رادیكال‌های آزاد و آنتی‌اكسیدان‌ها وجود دارد؟ تغییر سبک زندگی به یک سبک سالم می‌تواند استرس اكسایشی را کاهش دهند. راهکارهای ارائه شده به شرح ذیل است [۲۴]:

• ورزش منظم

این موضوع با سطوح آنتی‌اكسیدان‌های طبیعی بالاتر و کاهش آسیب ناشی از استرس اكسایشی مرتبط است. ورزش منظم با طول‌عمر طولانی‌تر، اثرات کمتر پیری و کاهش خطر سرطان و

بیماری مرتبط است. سوزاندن سوخت در تمرین‌های ورزشی با شدت بالا باعث واكنش‌های شیمیایی می‌شود که باعث ایجاد رادیكال‌های آزاد با سرعت بیشتر می‌شوند. با این حال این بهانه‌ای برای رفتن به سالن‌های ورزشی نیست. با توجه به مقاله‌ای در نشریه تغذیه بالینی منتشر شده است به نظر می‌رسد که تمرین ورزشی مکرر استرس اكسایشی را کاهش می‌دهد. این به این دلیل است که ورزش منظم بدنی باعث افزایش دفاع آنتی‌اكسیدانی می‌شود. با توجه به این که ورزش شدید می‌تواند باعث ایجاد استرس اكسایشی شود، مطالعات متعددی برای بررسی اثرات مصرف مكمل‌های آنتی‌اكسیدان در ورزشکاران انجام شده است. با این حال ثابت شده است مكمل‌های آنتی‌اكسیدانی اثرات مفیدی را ایجاد نکردند و ورزش منظم به تنهایی برای ایجاد دفاع آنتی‌اكسیدانی در برابر استرس اكسایشی ناشی از ورزش کافی می‌باشد [۲۴].

• افزایش مصرف سبزیجات و میوه در رژیم غذایی

دریافت کافی آنتی‌اكسیدان‌ها بخشی ضروری از رژیم غذایی سالم است اما دریافت بیش‌ازحد آنتی‌اكسیدان‌ها (از طریق مكمل‌ها) می‌تواند در برخی موارد مضر باشد؛ بنابراین می‌باید از مكمل‌های آنتی‌اكسیدانی با میزان بالا اجتناب کرد. علاوه بر این، مطالعات نشان می‌دهند که مواد غذایی تازه آسیب اكسایشی را بیش از مكمل‌ها کاهش می‌دهند. با این حال، مصرف كم مكمل مانند قرص مولتی‌ویتامین ممكن است مفید باشد در صورتی که كمبود مواد مغذی خاصی باشد و یا قادر به دنبال کردن رژیم غذایی سالم نباشد [۲۴].

مطالعات روی آنتی‌اكسیدان‌ها مصنوعی نتوانسته است به طور كامل مصرف مفید این ترکیبات را در رژیم غذایی تأیید کند. بنابراین فرد بالغ سالم که غذاهای متنوعی را با دریافت انرژی کافی مصرف می‌نماید نباید به ویتامین‌های اضافی و مكمل‌های معدنی نیاز داشته باشد. با این وجود، در طول پیری استرس اكسایشی موجود در بدن رو به افزایش است و روش‌هایی برای کاهش تشکیل رادیكال‌های آزاد اكسیژن افزایش‌یافته در سلول‌ها باید اجرا شود. نتایج مطالعات نشان می‌دهد آلوئه‌ورا از مكمل‌ها مؤثرتر و به‌طور بالقوه ایمن‌تر است [۲۴ و ۲۵].

• سیگار

اجتناب از قرار گرفتن در معرض دود سیگار.

• استفاده با احتیاط از مواد شیمیایی

این مواد شامل انواع شوینده‌ها و آفت‌کش‌های باغبانی می‌شود.

• محیط‌زیست سالم

طرح‌های سازگار با محیط‌زیست مانند carpooling (استفاده همزمان چند نفر از یک ماشین برای رسیدن به مقصد مشترک) با کاهش الودگی هوا به کاهش تولید رادیكال‌های آزاد در بدن كمک می‌کند.

• خواب کافی

اگر خواب کافی نداشته باشیم بدن قادر نخواهد بود مواد سمی تولید شده از راه‌های مختلف را دفع کند. آزمایشات نشان داده است که نخوابیدن به مدت طولانی حتی می‌تواند سبب مرگ شود. محققان در حال حاضر نشان داده‌اند که خواب مكانیزم اولیه برای حذف مواد زائد سمی حاصل از متابولیسم مغز می‌باشد. سیستم لنفاوی، زباله‌های سلول‌ها را در سرتاسر بدن جمع‌آوری و دفع می‌کند؛ فعالیت مغز، تولید هورمون، آنتی‌اكسیدان و تعادل رادیكال آزاد و آنتی‌اكسیدان‌ها و ... تحت تأثیر خواب قرار می‌گیرند [۲۶]. ملاتونین ماده آنتی‌اكسیدانی است که تولید آن منوط به داشتن یک خواب خوب و به‌موقع می‌باشد. همچنین در نبود این هورمون افراد با مشکلاتی نظیر تنش، اضطراب، پیری سریع و دیابت مواجه می‌شوند. بی‌خوابی با افزایش عوامل دخیل در بیماری دیابت و عوارض مرتبط با آن نیز همراه است. داشتن خواب آشفته یا خوابی بی‌کیفیت نظیر اختلال در آغاز خواب و یا حفظ پیوستگی آن سبب افزایش خطر همراه است. بنابراین عادت به خواب سالم می‌تواند از اختلال در سطح گلوکز و در نتیجه افزایش احتمال ابتلا به بیماری دیابت پیشگیری نماید. بهبود سلامت جامعه نیازمند آگاهی افراد از روش‌های اصلاح برنامه خواب و تنظیم ساعت بیولوژیک بدن می‌باشد [۲۷].

• اجتناب از پرخوری

مطالعات نشان داده‌اند که پرخوری و خوردن مداوم، بدن را در حالت استرس اكسایشی بیشتر از زمانی نگه می‌دارد که در فواصل دور از هم غذا خورده شود و یا وعده‌های غذایی کوچک و با تعداد بیشتر.

نتیجه‌گیری

رادیکال‌های آزاد مولکول‌های ناپایدار هستند که می‌توانند به سلول‌های شما آسیب برسانند. زمانی که مواد غذایی را هضم می‌کنید و یا در هوای آلوده نفس می‌کشید، بدن شما آنها را می‌سازد. این آسیب سلولی ممکن است خطر سرطان، بیماری‌های قلبی، آب‌مروارید، دیابت یا عفونت‌ها را افزایش دهد. رادیکال‌های آزاد ممکن است بر عملکرد مغز تأثیر بگذارند، آسیب به سلول‌های بدن ناشی از گونه‌های اکسیژن فعال نقش اساسی در روند پیری و پیشرفت بیماری دارد. در شرایط عادی، سطوح سلولی مهم و فیزیولوژیکی گونه‌های اکسیژن فعال در سطوح پایین توسط سیستم‌های آنتی‌اکسیدان مختلف در بدن حفظ می‌شوند، اما در غلظت‌های بالا، آنها تغییرات نامطلوبی نسبت به ترکیبات سلولی نظیر لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA ایجاد می‌کنند. گونه رادیکال‌های آزاد فعال اکسیژن دار می‌تواند مفید باشد چون از طریق سیستم ایمنی به‌عنوان راهی برای حمله و کشتن پاتوژن‌ها استفاده می‌شود و استرس اکسایشی کوتاه‌مدت در جلوگیری از پیری از طریق القای بی‌هوشی حائز اهمیت است. آنتی‌اکسیدان‌ها موادی هستند که از سلول‌ها در برابر آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کنند. دانشی که در این بررسی ارائه شده‌است، در مدیریت استرس اکسایشی و بیماری‌های مرتبط با آن مفید خواهد بود.

منابع و مؤاخذ

- and animal function. *Journal of dairy science*, 76(9), 2812-2823.
- [7]. Sugino, N. (2006). Roles of reactive oxygen species in the corpus luteum. *Animal Science Journal*, 77(6), 556-565.
- [8]. Rajendran, P., Nandakumar, N., Rengarajan, T., Palaniswami, R., Gnanadhas, E. N., Lakshminarasiah, U., Gopas, J. & Nishigaki, I. (2014). Antioxidants and human diseases. *Clinica chimica acta*, 436, 332-347.
- [9]. Sarangarajan, R., Meera, S., Rukkumani, R., Sankar, P., & Anuradha, G. (2017). Antioxidants: Friend or foe?. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(12), 1111-1116.
- [10]. Percival, M. (1998). Antioxidants clinical nutrition insights. *Advanced Nutrition Publications, Inc. NUT031*, 1, 96.
- [۱۱]. قادری، رضا، زریان، اصغر. (۱۳۸۷). ارتباط شاخص‌های اکسیداتیو پلاسما و پیری زودرس پوست ناشی از نور آفتاب. *مجله پزشکی هرمزگان* (سال دوازدهم)، شماره چهارم، صفحات ۲۲۲-۲۱۵.
- [12]. Pishkari, N., Habibi-Rezaei, M., Taghavi, F., Amanlou, M., Sheibani, N., Saso, L., & Moosavi-Movahedi, A. A. The correlation between ROS generation and LPO process as the function of methylparaben concentrations during hemoglobin fructation. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 1-7.
- [13]. Ozougwu, Jevan C. (2016). The role of reactive oxygen species and antioxidants in oxidative stress, *International Journal of Research Pharmacy and Biosciences*, 3(6), 1-8.
- [14]. Poljsak, B. (2011). Strategies for reducing or preventing the generation of oxidative stress. *Oxidative medicine and cellular longevity*, Article ID 194586, 15 pages.
- [15]. Yoshikawa, Toshikazu, and Yuji Naito. "What is oxidative stress?" *Japan Medical Association Journal* 45 (7) (2002): 271-276.
- [16]. Dreher, D., & Junod, A. F. (1996). Role of oxygen free radicals in cancer development. *European Journal of cancer*, 32(1), 30-38.
- [17]. Acuña, U. M., Wittwer, J., Ayers, S., Pearce, C. J., Oberlies, N. H., & De Blanco, E. J. C. (2012). Effects of (5Z)-7-oxozeaenol on the oxidative pathway of cancer cells. *Anticancer research*, 32(7), 2665-2671.
- [18]. Wang, X., Wu, G., Cao, G., Yang, L., Xu, H., Huang, J., & Hou, J. (2015). Zoledronic acid inhibits the pentose phosphate pathway through attenuating the Ras-TAp73-G6PD axis in bladder cancer cells. *Molecular medicine reports*, 12(3), 4620-4625.
- [1]. Sivanandham, V. (2011). Free radicals in health and diseases-a mini review, *Pharmacol Onl*, 1, 1062-1077.
- [2]. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), 118.
- [3]. McCord, J. M. (2000). The evolution of free radicals and oxidative stress. *The American journal of medicine*, 108(8), 652-659.
- [۴]. همت‌آبادی محبوبه، لاریجانی باقر. (۱۳۸۸). مروری بر نقش استرس اکسیداتیو و درمان‌های آنتی‌اکسیدان در دیابت، *مجله دیابت و متابولیسم* ایران، ۹ (۱)، ۶-۱.
- [5]. Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases. *Indian journal of clinical biochemistry*, 30(1), 11-26.
- [6]. Miller, J. K., Brzezinska-Slebodzinska, E., & Madsen, F. C. (1993). Oxidative stress, antioxidants,

- [24]. موسوی موحدی، علی اکبر، (۱۳۹۸). سبک زندگی: چشم انداز جدید به آنتی‌اکسیدان‌ها، نشست سبک زندگی، سلامت و سعادت‌مندی، سپیدان فارس (سخنرانی کلیدی)
- [25]. Halliwell, B. (2007). Oxidative stress and cancer: have we moved forward? *Biochemical Journal*, 401(1), 1-11.
- [26]. پیرحقی، میترا، فرهادی، محمد، موسوی موحدی، علی اکبر، (۱۳۹۵). سبک زندگی و پزشکی خواب، نشریه نشاء علم، مجلد ۶، شماره ۲، صفحات ۱۰۳-۱۱۳
- [27]. سلیمان‌پور، مرجان، یوسفی، رضا، موسوی موحدی، علی اکبر، (۱۳۹۶). ملاتونین: آنتی‌اکسیدان محصول خواب با کیفیت، نشریه نشاء علم، مجلد ۷، شماره ۲، صفحات ۱۰۷-۱۱۵
- [19]. Valko, M., Leibfriz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 39(1), 44-84.
- [20]. Valko, M., Izakovic, M., Mazur, M., Rhodes, C. J., & Telser, J. (2004). Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Molecular and cellular biochemistry*, 266(1-2), 37-56.
- [21]. Droge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological reviews*, 82(1), 47-95.
- [22]. Sen, C., Packer, L., & Hänninen, O. (Eds.). (2000). *Handbook of oxidants and antioxidants in exercise*. Elsevier.
- [23]. Sies, H., Stahl, W., & Sundquist, A. R. (1992). Antioxidant Functions of Vitamins: Vitamins E and C, Beta-Carotene, and Other Carotenoids a. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 669(1), 7-20.

ویروس کرونای جدید: از پیشگیری و درمان تا سازوکار تکثیر و گسترش در بدن انسان

فائزه موسوی موحدی^۱، رضا یوسفی^{۲*}

چکیده

به دلیل آنکه سیستم ایمنی انسان از قبل برای مقابله با ویروس کرونای جدید (عامل بیماری کووید-۱۹) آمادگی نداشته است، سرعت گسترش این ویروس مهلک در جوامع انسانی بسیار بالا است. منشأ این ویروس نیز همانند دو ویروس هم خانواده آن یعنی عامل سندرم تنفسی خاورمیانه‌ای (MERS) و یا عامل سندرم شدید تنفسی حاد (SARS)، حیوانی می‌باشد. مسیر اصلی انتقال این ویروس از طریق قطرات تنفسی افراد بیمار و یا تماس با سطوح و اشیاء آلوده است. افرادی که از بیماران کووید-۱۹ مراقبت می‌کنند و یا آنهایی که در مکان‌های حضور و تردد بیماران آلوده به این ویروس قرار می‌گیرند، به میزان بیشتری در معرض ابتلا به ویروس کرونای جدید می‌باشند. این ویروس در سطح خود پروتئین تاجی شکلی دارد که پس از اتصال به آنزیم غشایی موسوم به ACE2 به درون سلول‌های سالم راه می‌یابد، سپس برای ایجاد نسخه‌های بیشتر تکثیر می‌شود. این گیرنده پروتئینی نقش مهمی در کنترل فشار خون و عملکرد قلب و شش‌ها دارد و در بخش‌های مختلف بدن نظیر شش، قلب و عروق خونی، کلیه‌ها و دستگاه گوارش حضور دارد. اگرچه تاکنون داروی مؤثری برای درمان بیماری کووید-۱۹ معرفی نشده است ولی طراحی آنتی‌بادی علیه پروتئین تاجی شکل ویروس کرونای جدید و یا داروهایی که پیش از اتصال ویروس به گیرنده غشایی‌اش جایگاه اتصال ویروسی آن را اشغال نمایند، از اهداف پژوهشگران فعال در حوزه طراحی داروهای جدید می‌باشد. همچنین دلیل تشدید علائم بیماری ویروس کرونای جدید در برخی افراد با بیماری‌های زمینه‌ای افزایش بیان گیرنده غشای سلولی ACE2، کاهش توان سیستم ایمنی بدن و یا هر دوی این عوامل اعلام شده است. با افزایش سن نیز نرخ مرگ‌ومیر در بیماران مبتلا به ویروس کرونای جدید به دلیل کاهش قدرت سیستم ایمنی و ابتلا به برخی بیماری‌های زمینه‌ای افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد در شرایط حاضر مراقبت‌های بهداشتی فردی و اجتماعی با هدف پیشگیری از آلوده شدن به این عفونت ویروسی و به‌کارگیری روش‌های طبیعی جهت تقویت سیستم ایمنی مهمترین راهکارهایی باشد که می‌توان با هدف جلوگیری از گسترش بیشتر این بیماری در جوامع انسانی به کار گرفت.

واژگان کلیدی: کووید-۱۹، آنزیم غشایی ACE2، عفونت ویروسی، پروتئین تاجی شکل، سیستم ایمنی.

* عهده‌دار مکاتبات، دانشیار بیوشیمی دانشگاه شیراز، تلفن: ۰۷۱۳۶۱۳۷۶۱۷، نشانی الکترونیکی: ryousefi@shirazu.ac.ir

^۱ مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک (IBB)، دانشگاه تهران

^۲ آزمایشگاه شیمی پروتئین (PCL)، بخش زیست‌شناسی دانشگاه شیراز

مقدمه

جامعه انسانی به شدت بالاست. به طور کلی احتمال ابتلا به این ویروس در کارکنان مراقبت‌های بهداشتی که از افراد مبتلا مراقبت می‌کنند، بیشتر است [۳]. همچنین تماس با افرادی که از کانون‌های شیوع بین‌المللی ویروس باز می‌گردند، ملاحظات جدی را می‌طلبد.

راه‌های انتقال ویروس کرونای جدید

از آنجاییکه SARS-CoV-2 یا 2019-nCoV ویروس جدیدی است، راه‌های انتقال آن مشابه خانواده ویروس کرونا که قبلاً اعلام شده است، می‌باشد. قرار گرفتن در فاصله کمتر از ۱/۸ متر با افراد آلوده احتمال ابتلای به عفونت ویروسی را بالا می‌برد (۴). در این حالت ابتلای فرد سالم به ویروس از طریق قطرات تنفسی و ضمن سرفه یا عطسه فرد مبتلا امکان‌پذیر است. راه دیگر آلودگی به این ویروس تماس سطوح و اشیاء آلوده است. در این حالت لازم است شخص ابتدا سطح یا شی آلوده را لمس نماید و سپس دهان، بینی و احتمالاً چشم خود را لمس کند (۵). انتقال ویروس از طریق مدفوع فرد بیمار نیز به عنوان یک روش محتمل نادر در نظر گرفته می‌شود. اخیراً ماده ژنتیکی این ویروس که اسید نوکلئیک RNA است در نمونه‌های مدفوع افراد آلوده دیده شده است [۴]. همچنین تنها از طریق علائم نمی‌توان تفاوت بین عفونت ویروس کرونای جدید و دیگر بیماری‌ها را مشخص کرد. بعد از آنکه سابقه تماس‌ها و مسافرت فرد مشخص شود، ضروری است تا پزشکان معاینه فیزیکی و دقیق فرد مشکوک را نیز در دستور کار قرار دهند و افراد مشکوک را برای انجام آزمایش‌های دقیق تشخیص کرونا معرفی نمایند (۵). در حال حاضر دارویی برای درمان یا پیشگیری از این ویروس وجود ندارد و اغلب درمان‌ها حمایتی هستند. این بدان معنی است که ضمن آنکه عفونت مسیر خود را ادامه می‌دهد لازم است بیمار حمایت شود تا سیستم ایمنی‌اش بتواند آن را از بدن پاک نماید (۶).

ویروس‌های کرونا (CoV) خانواده‌ی بزرگ ویروسی هستند که عامل طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها در پستانداران و پرندگان می‌باشند. ابتلا به اعضای این خانواده ویروسی، طیف وسیعی از علائم بالینی از سرماخوردگی ساده تا بیماری‌های مزمن تنفسی ایجاد می‌کند [۱]. نام ویروس کرونا از کلمه لاتین corona به معنای «تاج» یا «هاله» گرفته شده است که به بخش مهمی از ساختار ویروس (پروتئین تاجی شکل سطحی آن) اشاره دارد که به کمک میکروسکوپ الکترونی قابل مشاهده است (۱). ویروس جدیدی که از این خانواده در سال ۲۰۱۹ شایع شد، SARS-CoV-2^۱ نام گذاری شده است (۲) و در این نوشتار با عنوان ویروس کرونای جدید نیز معرفی می‌شود. همچنین سازمان بهداشت جهانی نیز عامل بیماری عفونی کرونای جدید را 2019-nCoV نام نهاده است که n به معنی جدید (new) و CoV به معنی ویروس تاجدار است و ۲۰۱۹ نیز سال شیوع آن می‌باشد. این ویروس عامل بیماری عفونی تنفسی کرونای جدید است که اولین بار در ووهان^۲ چین ظاهر شد و سازمان بهداشت جهانی در فوریه سال ۲۰۲۰ آن را کووید-۱۹ (COVID-19)^۳ نام نهاد (۲). این ویروس نیز شبیه دو ویروس عامل سندرم تنفسی خاورمیانه‌ای (MERS)^۴ و یا عامل سندرم شدید تنفسی حاد (SARS)^۵ منشأ حیوانی دارد و احتمالاً از خفاش به انسان منتقل شده است؛ اگر چه در خصوص منشأ حیوانی دقیق آن هنوز شواهد علمی جدی در دست نیست (۳). علائم مهم ابتلا به این ویروس اغلب دو تا چهارده روز از زمان مواجهه اولیه در انسان ظاهر می‌شود. تب، سرفه و مشکلات تنفسی از نشانه‌های جدی ابتلا به این ویروس می‌باشد. با وجود آنکه این ویروس در برخی افراد علائم نسبتاً خفیفی دارد ولی همچون عامل بیماری SARS می‌تواند مشکلات تنفسی شدیدی در افراد ایجاد کند که به مرگ نیز منتهی گردد [۲]. به دلیل آنکه این ویروس جدید می‌باشد و سیستم ایمنی انسان از قبل برای مقابله با آن آمادگی ندارد، از این رو سرعت گسترش آن در

¹ Severe acute respiratory syndrome coronavirus-2

² Wuhan

³ Coronavirus disease-2019

⁴ The Middle East respiratory syndrome coronavirus

⁵ Severe acute respiratory syndrome coronavirus

تشخیص بیماری کرونای جدید (کووید-۱۹)

در دست داشتن سابقه مسافرت افراد به کانون‌های آلودگی یا سابقه تماس آنها با اشخاص درگیر بیماری مهم می‌باشد. بیشتر اوقات مشکل بیمار، سرماخوردگی تشخیص داده می‌شود و به منزل فرستاده خواهد شد ولی در صورتیکه علائم بیماری شدید باشد، تیم پزشکی ممکن است نمونه‌هایی از ترشحات بینی یا مخاط گلو و یا خون فرد را برای تشخیص دقیق‌تر بیماری تهیه نماید (۵).

راه‌های درمان بیماری کووید-۱۹

برای بیماران مبتلا به کووید-۱۹ تاکنون دارو یا واکسن خاصی معرفی نشده است. با این حال برای نوع خفیف این بیماری اقدامات کمکی جهت کاهش علائم بیماری انجام می‌شود (۶). این اقدامات حمایتی شامل استراحت، نوشیدن مایعات، پایین آوردن تب با استفاده از داروی تیلنول^۱ (استامینوفن) [۵] و استفاده از بخور برای تسکین سرفه است (۵). ضروری است توجه داشته باشیم که در این شرایط به دلیل خطر ابتلا به سندرم ری^۲ که بالقوه می‌تواند کشنده باشد، کودکان و نوجوانان خود را با مصرف آسپرین و محصولات حاوی این دارو با خطر مواجه نسازید [۶]. نظیر ابتلا به عفونت ویروسی عامل بیماری‌های MERS و SARS، بیماران مبتلا به کووید-۱۹ نیز در شرایطی نیازمند مراقبت‌های ویژه پزشکی می‌باشند. این مراقبت‌ها شامل بستری شدن در بیمارستان، اکسیژن‌رسانی و سایر روش‌های حمایتی است تا سیستم ایمنی آلودگی ویروسی را از بدن پاکسازی نماید. داروی مشخصی که قادر به سرکوب یا از بین بردن این ویروس باشد در حال حاضر در دسترس نیست (۶).

راه‌های جلوگیری از ابتلا به بیماری کرونای جدید

برای جلوگیری از ابتلا به کووید-۱۹ لازم است همان اقداماتی را انجام دهید که معمولاً برای محافظت خود در مقابل آنفلونزا انجام می‌دهید. این اقدامات مهم شامل مواردی است که توسط پزشکان اطلاع‌رسانی شده است. برای کسب اطلاعات بیشتر در

ارتباط با این موضوع شما می‌توانید به این آدرس‌ها رجوع نمایید: (۷ و ۸).

علائم ابتلا به بیماری کووید-۱۹

علائم مهم آلودگی به ویروس کرونای جدید که اغلب در بخش‌های فوقانی سیستم تنفسی نمایان می‌شود، تب، سرفه و تنگی نفس است (۹) و می‌تواند با آبریزش بینی، گلودرد، سردرد، کسالت و اضطراب نیز همراه باشد. گاهی نیز این ویروس ضمن درگیر کردن سیستم تنفسی علائمی نظیر ذات‌الریه یا برونشیت را ایجاد می‌کند. لازم به یادآوری است که این علائم بیشتر در کودکان، افراد مسن و افرادی که بیماری‌های زمینه‌ای نظیر بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های ریوی و یا دیابت دارند دیده می‌شود (۵).

انواع مختلف ویروس‌های کرونا

با وجود آنکه بیشتر ویروس‌های کرونا موجب بروز علائم خفیف سرماخوردگی نظیر آبریزش بینی یا گلودرد می‌شوند، انواع خطرناک‌تر آن نظیر ویروس کرونایی که باعث سندرم تنفسی خاورمیانه‌ای (MERS) و یا سندرم شدید تنفسی حاد (SARS) می‌شود ممکن است زمینه بروز ذات‌الریه را فراهم کند و همچنین باعث مرگ افراد مبتلا شود. ویروس کرونا متعلق به خانواده Coronaviridae است که هفت نوع مختلف دارد. گزارش شده است که همه این هفت نوع ویروس کرونا می‌توانند انسان را به بیماری مبتلا کنند. چهار نوع متداول این ویروس‌ها که به ویروس کرونای اکتسابی معروفند شامل E۲۲۹، NL۶۳، HKU۱، OC۴۳ هستند. این چهار نوع ویروس کرونا که بسیار شایع هستند، می‌توانند باعث بروز علائم سرماخوردگی شوند و برای انسان‌ها در جوامع مختلف مشکل ایجاد نمایند. همچنین سه نوع دیگر ویروس کرونا شامل SARS-CoV، MERS-CoV و 2019-nCoV یا SARS-CoV-2 است که اغلب مشکلات پزشکی جدی ایجاد می‌کنند. این سه نوع اخیر قادرند در انسان علائمی نظیر ذات‌الریه را ایجاد کنند. گزارش‌های

¹ Tylenol

² Reye's Syndrome

بیوشیمی و ساختار شیمیایی ویروس کرونای جدید

همانند دیگر ویروس‌های کورونا، ویروس کرونای جدید نیز ساختار کروی با پروتئین‌هایی موسوم به تاج یا سنبله (اسپایک^۱) دارد که از سطح آن بیرون زده است. این پروتئین‌های سطحی به گیرنده پروتئینی خاصی در غشای سلول‌های انسانی متصل می‌شوند و ضمن تغییر شکل امکان ادغام پوشش غشایی ویروس با غشای پلاسمایی سلول انسان را فراهم می‌کنند. به این ترتیب محتوی ژنتیکی ویروس (اسید نوکلئیک RNA) برای ایجاد نسخه‌های بیشتر به درون سلول‌های انسانی راه می‌یابد و به این ترتیب نسخه‌های زیادی از ویروس بوجود می‌آیند که به تدریج، دیگر سلول‌های بدن را مورد یورش و تهاجم قرار می‌دهند. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که پروتئین تاجی شکل سطحی این ویروس به یکی از آنزیم‌های مهم غشای سلول انسانی که به اختصار ACE2^۲ خوانده می‌شود، متصل می‌گردد. اخیراً با هدف حمایت از پژوهش‌های مرتبط با ویروس کرونای جدید، توالی ژنوم آن توسط دانشمندان چینی منتشر شده و همچنین به کمک میکروسکوپ الکترونی تصویر سه بعدی از پروتئین تاجی شکل این ویروس تهیه شده است (۱۴).

نتایج پژوهش محققان نشان داده است که توانایی اتصال پروتئین تاجی این ویروس به گیرنده غشایی در قیاس با پروتئین مشابه در ویروس SRAS 2002 ده تا بیست برابر بیشتر می‌باشد [۸]. با وجود شباهت توالی و ساختار بین پروتئین‌های تاجی شکل در این دو ویروس، سه آنتی بادی مختلف بر علیه ویروس SARS2002 که در گذشته تهیه شده است، نمی‌توانند با موفقیت به پروتئین تاجی شکل ویروس کرونای جدید متصل شود. این یافته‌ها پیشنهاد می‌کند که واکسن و آنتی‌بادی علیه SARS 2002، بر ضد ویروس کرونای جدید کارایی ندارد و از این رو تولید واکسن و آنتی‌بادی اختصاصی علیه آن ضروری می‌باشد [۹]. پژوهشگران در حال حاضر شرایط تولید آنتی-بادی‌هایی را بررسی می‌کنند که پروتئین تاجی شکل سطح این ویروس را هدف قرار می‌دهد. آنها همچنین امیدوارند که از

علمی نشان می‌دهد که این سه نوع خطرناک ویروس کرونا از حیوانات به انسان منتقل شده‌اند (۱۰ و ۱۱).

بر اساس گزارش مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌های آمریکا (CDC)، ویروس MERS-CoV معمولاً باعث تب، سرفه و مشکلات تنفسی می‌شود و غالباً به بروز ذات‌الریه در افراد مبتلا می‌انجامد. همچنین سی تا چهل درصد مبتلایان به ویروس MERS معمولاً جان خود را از دست می‌دهند (۱۲). ویروس SARS-CoV نیز باعث تب، لرز، درد بدن و عفونت تنفسی می‌شود که می‌تواند کشنده باشد. هنوز هم مواردی از آلودگی با عامل ویروسی بیماری MERS در بعضی از کشورها وجود دارد ولی از سال ۲۰۰۴ تاکنون هیچ موردی از SARS در جهان گزارش نشده است. ویروس کرونا (SARS-CoV) یک ویروس شایع است که حداقل یک بار در طول زندگی افراد آلوده می‌کند (۱۳).

آنالیز ژنتیکی عامل بیماری کرونای جدید (SARS-CoV-2 یا 2019-nCoV) نشان داده است که این ویروس دارای دو نوع L و S است. نوع L (۷۰ درصد) این ویروس شایع‌تر از نوع S (۳۰ درصد) آن است. این دو نوع ویروس با دو چند شکلی ژنتیکی تک نوکلئیدی^۱ از همدیگر متمایز می‌شوند. نوع S که نسخه‌ای اجدادی است، زمینه پیدایش نوع L را فراهم نموده است. در حالیکه نوع L بسیار مهاجم‌تر با شیوع بسیار سریع است. قدرت تهاجمی و سرعت شیوع نوع S که از نظر تکاملی قدیمی‌تر و آرام‌تر است، کمتر می‌باشد. همچنین در مراحل اولیه همه‌گیری این بیماری در ووهان چین، نوع L بسیار شایع بود ولی بعد از اوایل ژانویه ۲۰۲۰ فراوانی آن به تدریج کاهش یافت که این پدیده می‌تواند به دلایل مداخله‌ی انسانی باشد. مداخله انسان ممکن است فشار انتخابی شدیدتری را بر روی نوع L قرار دهد تا آن را سریع‌تر و مهاجم‌تر نماید. از طرف دیگر، نوع S که از نظر تکاملی قدیمی‌تر و از لحاظ تهاجمی ضعیف‌تر است ممکن است به واسطه فشار انتخابی شیوع بیشتری پیدا نماید [۷].

^۱ Single-nucleotide polymorphism

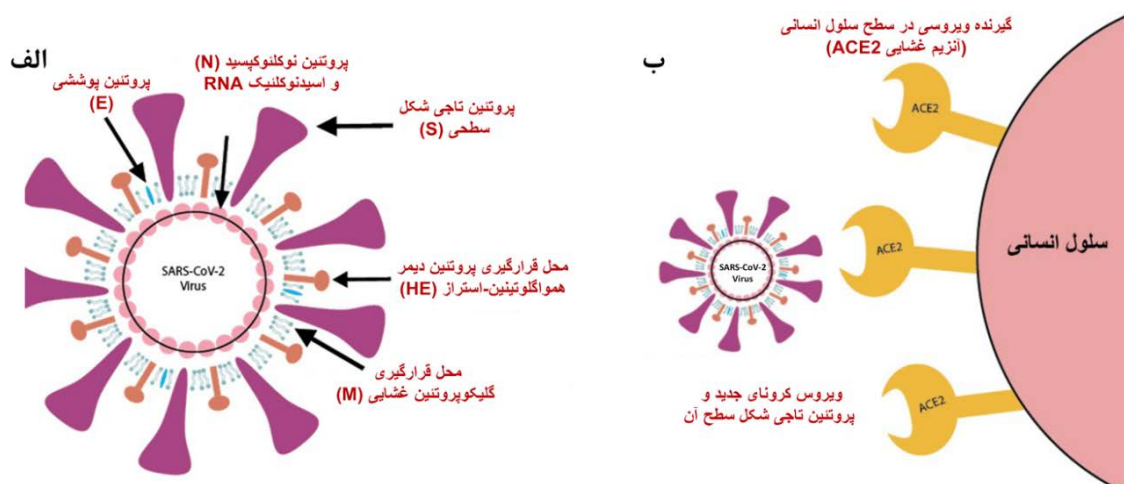
^۲ Spike

^۳ Angiotensin-Converting Enzyme 2

امولکول‌های پروتئینی N ضمن اتصال به ژنوم حلقوی این ویروس ساختاری تسبیح مانند را ایجاد می‌کنند که احتمالاً به ژنوم ویروسی کمک می‌کند تا کمپلکس رپلیکاز-ترانسکریپتاز^۵ (RTC) و متعاقباً ژنوم کپسوله شده را درون ذرات ویروسی بسته‌بندی کند. پروتئین غشایی پوششی^۶ (E) به مقدار کمی در ویروس دیده می‌شود و احتمالاً به عنوان کانال یونی عمل می‌کند. علاوه بر نقش در انتقال یون‌ها، این پروتئین فرایند مونتاژ و رهاسازی ویروس را نیز تسهیل می‌کند. اگرچه این پروتئین در تکثیر ویروس نقشی مهمی ندارد ولی در بیماری‌زایی آن مؤثر می‌باشد. پروتئین غشایی^۷ (M) فراوان‌ترین پروتئین ساختاری این ویروس است که توالی پپتید نشانه را ندارد و به صورت دوتایی (دایمر) دیده می‌شود. این پروتئین ممکن است دو ساختار فضایی مختلف داشته باشد که امکان انحنای غشایی را فراهم می‌کند و به نوکلئوکسپید متصل می‌شود. پروتئین دایمر هموآگلوتنینین استراز^۸ (HE) که در ویروس‌های کرونای نوع بتا

پروتئین تاجی شکل سطحی برای جداسازی آنتی بادی از افرادی که از عفونت ویروس کرونای جدید بهبود یافته‌اند نیز استفاده کنند. اگر این آنتی بادی در مقادیر زیادی تولید شود، به طور بالقوه می‌تواند برای درمان عفونت‌های جدید و قبل از تهیه واکسن استفاده شود. علاوه بر این، پژوهشگران انستیتوی ملی بهداشت آمریکا (NIH)^۱ رویکردهای دیگری را نیز برای درمان بیماران مبتلا به ویروس کرونای جدید دنبال می‌کنند (۱۴).

ژنوم این ویروس از جنس اسید نوکلئیک RNA است و پروتئین تاجی آن (S) به شدت گلیکوزیله^۲ (قندی) می‌باشد. این پروتئین از توالی پپتید نشانه انتهای N^۳ برای رسیدن به شبکه آندوپلاسمی سلول (ER) استفاده می‌کند و این مسیر شرایط اتصال ویروس به گیرنده غشای سلول میزبان را فراهم می‌نماید. طی مطالعات آزمایشگاهی نشان داده شده است که پروتئین نوکلئوکسپید^۴ (N) این ویروس که به شدت فسفوزیله است به ژنوم آن (RNA) متصل می‌شود (شکل ۱-الف) [۱۰].



شکل ۱: جزئیات ساختاری ویروس کرونای جدید. ساختار این ویروس متشکل از اجزای مختلف شامل یک پروتئین تاجی شکل سطحی (S)، پروتئین دایمر هموآگلوتنینین-استراز (HE)، یک گلیکوپروتئین غشایی (M)، یک پروتئین پوششی (E)، یک پروتئین نوکلئوکسپید (N) و اسید نوکلئیک RNA می‌باشد. (ب) نمایش گیرنده پروتئینی ویروس کرونای جدید در سطح سلول انسانی و چگونگی برهمکنش ویروس با آن. همانطور که در این شکل نشان داده شده است گیرنده ACE2 سلول انسانی، ویروس کرونا را از طریق پروتئین تاجی شکل سطحی آن شناسایی می‌کند (۱۵).

¹ National Institutes of Health

² Glycosylated

³ N-terminal signal sequence

⁴ Nucleocapsid

⁵ Replicase-transcriptase complex

⁶ Envelope protein

⁷ Membrane protein

⁸ Hemagglutinin-esterase dimer protein

دیده می‌شود، از طریق مشتق قندی سیالیک اسید^۱ به گلیکوپروتئین‌های سطحی سلول میزبان وصل می‌شود. این پروتئین در ورود ویروس به سلول میزبان و تکثیر و گسترش آن در بخش‌های مخاطی بدن نقش مهمی دارد (شکل ۱-الف) [۱۰].

گیرنده غشایی ویروس کرونای جدید در غشای سلول‌های انسانی

آنزیم مبدل آنژیوتانسین^۲ (ACE2) که یک اگزوپپتیداز^۲ است در سال ۲۰۰۲ کشف شد. این آنزیم که در تبدیل آنژیوتانسین II (Ang II) به آنژیوتانسین (Ang 1-7) نقش دارد، اثرات مستقیمی بر عملکرد قلب و سیستم ایمنی داشته و به میزان زیادی در سلول‌های اندوتلیال عروقی قلب، کلیه، ریه و دستگاه گوارش بیان می‌شود [۱۲]. همچنین اخیراً نقش این آنزیم در فشار خون [۱۳] و بروز عارضه دیابت [۱۴] روشن شده است. این پروتئین غشایی علاوه بر وظایف فیزیولوژیک مهمی که بر عهده دارد، جایگاه اتصال و ورود ویروس کرونای جدید (SARS-CoV-2) و عامل بیماری کووید-۱۹ است (شکل ۱-ب). از این‌رو بیشترین آثار بالینی این ویروس در همین نواحی بدن مشاهده می‌شود که بیان گیرنده غشایی ACE2 را نشان می‌دهند [۸]. همچنین ویروس کرونای جدید علاوه بر مخاط سیستم تنفسی از طریق لوله گوارش نیز به بدن راه می‌یابد [۱۵]. میزان بیان این گیرنده غشایی پروتئینی در شش‌ها و قلب به مراتب بیشتر از دیگر بخش‌های بدن می‌باشد. از این‌رو شش‌ها با سطح نسبتاً وسیعی که دارند بیشترین دریافت ویروس را خواهند داشت و به علت میزان بالای گیرنده پروتئینی ACE2 بهترین انبار نگهداری و تکثیر ویروس کرونای جدید می‌باشند. به همین دلیل این بیماری را در ابتدا با بروز اختلال در سیستم تنفسی می‌توان تشخیص داد. علائم بیماری کووید-۱۹ در بیماران قلبی-عروقی بروز نسبتاً شدیدتری دارد که ممکن است به دلیل میزان حضور گیرنده ACE2 در این بیماران باشد [۱۶]. علاوه بر عملکردش در قلب، نقش این گیرنده غشایی در فشار خون [۱۳] و دیابت [۱۴] نیز روشن شده است. همچنین این

آنزیم غشایی در مقابل داروهای مهار کننده آنزیم مشابهی که به اختصار ACE نام دارد و از مهمترین آنزیم‌های تنظیم کننده فشار خون است حساسیتی ندارد [۱۲]. گزارش شده است که نسبت آنزیم ACE به ACE2 در افراد با فشار خون بالا به مراتب بیشتر از افراد سالم است [۱۶]. از آنجایی که جایگاه اصلی اتصال و ورود ویروس کرونای جدید، گیرنده غشایی ACE2 است از این‌رو این آنزیم هدف مهم دارویی برای داروهای مقابله با این ویروس است که در آینده به حوزه درمان وارد می‌شوند.

به نظر می‌رسد علاوه بر طراحی آنتی‌بادی بر علیه پروتئین تاجی شکل سطحی ویروس و یا تهیه واکسن بر اساس همین پروتئین جستجوی ترکیباتی که بتوانند پیش از اتصال ویروس کرونا به جایگاه اتصال گیرنده سلولی ACE2، این جایگاه را با تمایل بالا اشغال نمایند، از اهمیت زیادی در پیشگیری و درمان بیماری کرونای جدید برخوردار هستند. علاوه بر آنزیم غشایی ACE2 پروتئین غشایی دیگری نیز به عنوان جایگاه احتمالی ورود ویروس کرونای جدید معرفی شده است. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که پروتئین غشایی CD 209L که در سلول‌های اندوتلیال کبدی و غدد لنفاوی دیده می‌شود و جایگاه اتصال و ورود ویروس هیپاتیت C است احتمالاً در اتصال و ورود ویروس کرونای جدید به درون سلول نیز نقش داشته باشد [۱۷ و ۱۸].

رابطه مصرف سیگار و ابتلا به بیماری کرونای جدید (کووید-۱۹)

نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که مصرف سیگار توان سیستم ایمنی را به تدریج رو به ضعف می‌برد. همچنین دود سیگار باعث افزایش ظهور گیرنده غشایی ویروس کرونای جدید (ACE2) در مجاری و کیسه‌های هوایی ریوی می‌گردد. از این‌رو افراد سیگاری به مراتب بیشتر از افراد غیرسیگاری مستعد ابتلا به بیماری کووید-۱۹ هستند. این افراد معمولاً هنگام ابتلا به این ویروس علائم نسبتاً شدیدتری را نشان می‌دهند [۱۹]. بر اساس آمارهایی که بوسیله مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌های چین ارائه شده است، اگرچه زنان و مردان تقریباً به

¹ Sialic acids

² Exopeptidase

خطر ابتلای بیماران قلبی عروقی به ویروس کرونای

جدید

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که میزان حضور گیرنده غشایی ACE2 که ورود ویروس کرونای جدید را به سلول‌های بدن تسهیل می‌کند، ممکن است در بیماران قلبی-عروقی در قیاس با افراد سالم به مراتب بیشتر باشد. همچنین داروهای کنترل‌کننده فشار خون که معمولاً سیستم رنین-آنژیوتنسنین را هدف قرار می‌دهند، میزان تولید پروتئین ACE2 را در بدن بالا می‌برند. از این رو خطر ابتلا به ویروس کرونای جدید در افرادی که این داروها را مصرف می‌کنند، می‌تواند به‌طور بالقوه بیشتر باشد [۱۶]. گزارش‌های علمی حاکی از آن است که ویروس کرونای عامل سندرم تنفسی خاورمیانه (MERS-CoV) می‌تواند باعث میوکاردیت حاد و نارسایی قلبی شود. همچنین گزارش شده است که عامل بیماری عفونی کرونای جدید (SARS-CoV-2) و MERS-CoV بیماری‌زایی مشابهی دارند و آسیب میوکارد ناشی از عفونت با این ویروس‌ها بدون شک باعث افزایش دشواری و پیچیدگی درمان این بیماران می‌شود. آسیب‌های میوکارد در ۵ بیمار از ۴۱ بیمار مبتلا به کووید-۱۹ در ووهان چین گزارش شده است که در آنها سطح تروپونین^۱ نیز به میزان قابل توجهی بالا بوده است (< ۲۸ پیکوگرم بر میلی‌لیتر). اگرچه تأثیر دقیق بیماری ویروسی کووید-۱۹ بر سیستم قلبی-عروقی هنوز به میزان زیادی ناشناخته مانده است ولی گزارش‌هایی وجود دارد که آسیب حاد قلبی^۲، آریتمی^۳، کاهش فشار خون و تاکی کاردی^۳ را در بیماران آلوده به این ویروس نشان می‌دهد. همچنین مشکلات قلبی-عروقی قابل توجهی همزمان در افراد آلوده به این ویروس به‌ویژه آنهایی که نیاز به مراقبت‌های ویژه دارند، گزارش شده است. به طور کلی تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که بیماران مبتلا به کووید-۱۹ ممکن است به صدمات جدی قلبی-عروقی دچار شوند و دلیل اصلی آن احتمالاً می‌تواند حضور بالای گیرنده غشایی ACE2 در سیستم قلب و عروق باشد [۱۶].

یک اندازه مستعد بیماری کرونای جدید هستند اما درصد مرگ و میر در میان مردان چینی ۲/۸ و در زنان چینی ۱/۷ می‌باشد [۳]. یکی از علل مهمی که برای شیوع بیشتر مرگ و میر ناشی از ابتلا به این ویروس در مردان ذکر شده است تفاوت میزان مصرف سیگار بین جمعیت مردان و زنان این کشور می‌باشد. چین بیشترین جمعیت افراد سیگاری در جهان را دارد و بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی (WHO) در سال ۲۰۱۹، ۴۷/۶ درصد مردان چینی سیگار مصرف کرده‌اند در حالی که این درصد برای زنان چینی ۱/۸ بوده است [۳]. همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهد که میزان بیان گیرنده این ویروس (ACE2) در سطح سلول‌های هدف افرادی که قبلاً سیگار را ترک کرده‌اند، بسیار کاهش یافته است. از این رو پیشنهاد می‌شود که ترک سیگار ممکن است خطر ابتلا به این بیماری ویروسی را به میزان قابل-توجهی کاهش دهد (۱۶). برای درک بیشتر آثار سیگار روی بدن مطالعه این کتاب پیشنهاد می‌شود: [۲۰].

دلایل بالاتر بودن خطر ویروس کرونای جدید برای

بیماران دیابتی

گزارش شده است که بیماری دیابت دو تا سه برابر احتمال ابتلا به بیماری کووید-۱۹ را افزایش می‌دهد. اگر بیماران دیابتی به این ویروس مبتلا شوند به علت تغییرات زیاد قند خون، درمان آن بسیار سخت‌تر خواهد بود. همچنین این بیماران علائم نسبتاً شدیدتری را نیز بعد از عفونت نشان می‌دهند. در بیماران دیابتی سیستم ایمنی به تدریج آسیب می‌بیند و از این رو جنگ با ویروس برای چنین بیمارانی سخت‌تر خواهد بود که به تبع آن دوره‌ی درمان نیز برای آنها طولانی‌تر خواهد شد. همچنین پژوهش‌های علمی نشان داده است که ویروس در محیطی که غلظت قند بیشتر است، بهتر تکثیر می‌یابد و برای زمان نسبتاً طولانی‌تری باقی می‌ماند (۱۷ و ۱۸).

¹ Acute cardiac injury

² Arrhythmia

³ Tachycardia

ویروس کرونای جدید و خطرات برای کودکان و افراد

مسن

مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌های چین (CCDC)^۱ بر اساس نتایج یک پژوهش آماری که در استان ووهان و هوبئی^۲ (چین) بر روی ۴۴۶۷۲ نفری که بیماری کرونای جدید در آنها تأیید شده است (از ۷۲۳۱۴ نفر که بعضی سالم و بعضی مشکوک به بیماری بودند) اعلام کرده است که احتمال ابتلا به بیماری کووید-۱۹ در افراد مسن و افراد دارای بیماری‌های زمینه‌ای نظیر عوارض قلبی-عروقی، بیماری‌های ریوی، کلیوی و دیابت به مراتب بیشتر از دیگران است [۳] و (۱۹). گزارش‌ها نشان می‌دهد که آمار مرگ و میر در بین افراد با سن ۸۰ و بالاتر که به بیماری ویروس کرونای جدید مبتلا شده‌اند، حدود ۱۴/۸ درصد می‌باشد [۳]. اگر چه دلایل علمی تأثیر سن بر روی میزان ابتلا به کووید-۱۹ کاملاً مشخص نیست اما گفته می‌شود که سیستم ایمنی افراد مسن قدرت به مراتب کمتری جهت مقابله با بیماری‌ها و عفونت‌ها را دارد. همچنین افراد مسن اغلب دارای بیماری‌های زمینه‌ای هستند که باعث بروز مشکلات جدی در درمان آنها می‌شود و زمان رسیدن به بهبودی را نیز افزایش می‌دهد (۱۹). آمار کودکان مبتلا به ویروس کرونای جدید خیلی کمتر از افراد بزرگسال است و تاکنون تقریباً هیچ کودک زیر ۹ سالی چه در کشور چین و یا در دیگر کشورهای درگیر ویروس کرونای جدید، نمرده است. این یافته‌ها به معنای عدم مواجه کودکان با این بیماری عفونی نیست. گزارش‌ها حاکی از آن است که کودکان این بیماری را به صورت بسیار خفیف نشان می‌دهند و در این شرایط می‌توانند نقش ناقل آن به دیگران را ایفا نمایند [۳] و (۲۰).

پزشکان چینی گزارش کرده‌اند که کودکان آلوده اغلب دچار سرفه، گرفتگی بینی و آبریزش بینی، اسهال و سردرد می‌شوند. همچنین کمتر از نیمی از کودکان تب می‌کنند و بسیاری از آنها هیچ علامتی ندارند. اکثر کودکان و نوجوانان مبتلا در چین دارای عفونت خفیف بوده‌اند و در مدت یک یا دو هفته بهبود یافته‌اند

(۲۰). به طور کلی میزان مرگ و میر ناشی از بیماری کووید-۱۹ با افزایش سن بالا می‌رود.

تقویت سیستم ایمنی راهکاری مهم جهت مقابله با عفونت ویروس کرونای جدید

یک بدن سالم فقط به معنای سالم بودن از بیرون نیست بلکه داشتن سیستم ایمنی قوی نیز سلامت و ایمنی آن را در برابر بیماری‌های عفونی و غیرعفونی تضمین می‌کند. از آنجایی که در شرایط حاضر درمان مشخصی برای ویروس کرونای جدید وجود ندارد، علاوه بر مراقبت‌های بهداشتی جدی با هدف پیشگیری، تقویت سیستم ایمنی نیز برای مبارزه با این ویروس خطرناک مهم است. با وجود آنکه ژنتیک فرد نقش مهمی در داشتن سیستم ایمنی قوی دارد سبک زندگی و نحوه تغذیه نیز در دارا بودن سیستم ایمنی توانمند اهمیت اساسی دارند. حتی زمانی که به نظر می‌رسد اطرافیان شما در یک اجتماع کوچک نظیر خانواده و مدرسه مریض هستند، هنوز راهکارهای مهمی وجود دارد که می‌توانید به کمک آنها سیستم ایمنی بدن خود را تقویت کنید. آیا تا به حال فکر کرده‌اید که چگونه بعضی از افراد بسیار مریض می‌شوند و به طور دائمی مستعد ابتلا به عفونت سرماخوردگی و ویروسی هستند؟ این موضوع عمدتاً به سیستم ایمنی بدن آنها مربوط است که اولین خط دفاعی در برابر عوامل عفونی است که به بدن راه می‌یابند. سیستم ایمنی بدن خود را قوی‌تر کنید تا کمتر به عوامل عفونی و بیماری‌های دیگر مبتلا شوید. با کمی تغییر سبک زندگی می‌توانید شرایطی را ایجاد کنید که سیستم ایمنی بدن به اندازه کافی قوی‌تر شود تا از شما در برابر عفونت ویروسی به میزان قابل توجهی محافظت نماید. از داشتن خواب خوب تا پیاده‌روی زیر نور خورشید و داشتن یک رژیم غذایی مفید و متعادل همگی راه‌های ساده و طبیعی هستند که در تغییر و بهبود سیستم ایمنی بدن و قدرت بدن در مبارزه با بیماری‌های عفونی و غیرعفونی نقش مهمی دارند. در ادامه چند راهکار مهم طبیعی که در تقویت سیستم ایمنی و به تبع آن در توان بدن جهت مقابله با عفونت‌های ویروسی و

¹ Chinese Center for Disease Control and Prevention

² Hubei province, China

باکتریایی نقش دارند، معرفی می‌شوند (۲۱ و ۲۲). این راهکارهای مهم به طور خلاصه در شکل ۲ نیز معرفی شده‌اند.



شکل ۲: این شکل روش‌های طبیعی برای تقویت سیستم ایمنی بدن را نشان می‌دهد.

• سطح استرس خود را کاهش دهید.

استرس می‌تواند سیستم ایمنی بدن شما را تخلیه کند. از این رو هر آنچه را که می‌توانید برای مدیریت سطح استرس خود انجام دهید. استرس مزمن با آزاد کردن هورمون کورتیزول، پاسخ ایمنی بدن را به شدت سرکوب می‌کند. این هورمون نیز در عملکرد و تولید مجدد سلول‌های دفاعی T (یک نوع گلبول سفید خاص) تداخل ایجاد می‌کند. همچنین کورتیزول میزان تولید یکی از مولکول‌های دفاعی مهم (آنتی‌بادی IgA) را کاهش می‌دهد. این آنتی‌بادی در روده و مجاری تنفسی که اولین خطوط دفاعی ما در برابر عفونت‌ها هستند نقش جدی ایفا می‌کند. برای اینکه سطح استرس خود را کاهش دهید، شما می‌توانید به طور منظم نرمش با تنفس عمیق را تمرین نمایید [۲۱] و [۲۲].

• مطمئن شوید که A-B-C-D-E خود را دریافت می‌کنید.

این سخن که مصرف روزانه یک عدد سیب شما را از پزشک دور نگه می‌دارد، کاملاً بجا است زیرا که سیب با داشتن مقادیر

قابل توجه از ویتامین‌های A، B و C می‌تواند باعث بهبود عملکرد سیستم ایمنی شما شود. به طور کلی ویتامین A، B6، C، D و E می‌تواند به افزایش توان سیستم ایمنی بدن شما کمک کند. از بین همه این ویتامین‌ها، ویتامین C نقش مهمتری در تقویت سیستم ایمنی دارد و عدم وجود آن نیز موجب بروز بیماری‌های مختلفی نظیر اسکوروی^۱ می‌شود. ویتامین C را می‌توانید از مرکبات مانند پرتقال، گریپ فروت، اسفناج و توت-فرنگی دریافت کنید. شما می‌توانید مکمل‌های مولتی‌ویتامین را نیز با تجویز پزشک خود مصرف نمایید؛ اگرچه مصرف طبیعی آنها از طریق جیره غذایی بهترین راه ممکن دریافت روزانه آنها است (۲۲).

• ورزش کنید.

شواهد علمی نشان می‌دهد که ورزش سیستم ایمنی بدن شما را تقویت می‌کند. ورزش منظم تحرک سلول‌های دفاعی که از بدن شما در مقابل بیماری محافظت می‌کند را بیشتر می‌نماید. ورزش در فصل سرما و آنفولانزا نیز می‌تواند از اهمیت بیشتری برخوردار باشد. ورزش با افزایش گردش خون در بدن می‌تواند سلامت و ایمنی را تقویت کند. با گردش خون مناسب، سلول‌های ایمنی (سلول‌های دفاعی) می‌توانند به طور مؤثر در سراسر بدن حرکت کنند و شما را در برابر ابتلا به بیماری عفونی مقاوم‌تر نمایند. با این وجود، تمرین‌های جدی مداوم و ورزش‌های سخت و شدید ممکن است سیستم ایمنی بدن را تضعیف کنند و شما را مستعد ابتلا به بیماری آنفولانزا و دیگر عفونت‌های ویروسی نماید [۲۲].

• خواب کافی داشته باشید.

خواب ناکافی می‌تواند سیستم ایمنی بدن و پاسخ به واکسن‌ها را به شدت تضعیف کند. کمبود خواب باعث می‌شود که واکنش ایمنی التهابی فعال شود و این پدیده نیز به نوبه خود باعث کاهش فعالیت سلول‌های لنفوسیتی T در بدن می‌شود. اگر می‌خواهید عملکرد سیستم ایمنی خود را بهبود ببخشید سعی نمایید حداقل ۷ ساعت خواب خوب و کیفی در شبانه روز داشته باشید و از بیدار ماندن تا پاسی از شب به شدت خودداری نمایید [۲۳] و (۲۳). با خواب خوب شرایط تولید مؤثر ملاتونین (آنتی-

¹ Scurvy

سبزیجاتی نظیر کلم بروکلی و کلم در رژیم غذایی روزانه مهم است (۲۲).

- **آغوز را امتحان کنید.**

به اولین شیر مادر اصطلاحاً آغوز گفته می‌شود. آغوز سرشار از مولکول‌های دفاعی یا همان آنتی‌بادی‌های محافظت کننده در برابر بیماری‌ها است. این آنتی‌بادی‌ها به نوزاد کمک می‌کنند تا در سال‌های اولیه زندگی با قدرت بیشتری بر بیماری‌ها غلبه کند. مصرف همین آنتی‌بادی‌ها، کودکانی که از شیر مادر تغذیه می‌شوند را در برابر سرماخوردگی و آلرژی (حساسیت) مقاوم‌تر می‌کند. این آنتی‌بادی‌های به صورت پودر از شیر گاو و شیر بز نیز قابل تهیه هستند. از این‌رو افراد بزرگسال نیز می‌توانند از مزایای مصرف آنها بهره‌مند شوند. برای مصرف پودر آغوز شما می‌توانید آن را با آب و یا آب میوه‌ها مخلوط و سپس میل نمایید (۲۲ و ۲۴)

سخن آخر

اگر چه نرخ مرگ و میر در مبتلایان به ویروس کرونای جدید در قیاس با ویروس‌های کرونای مشابه دیگر کمتر است، در شرایط حاضر این ویروس با سرعت زیادی در جوامع انسانی در حال گسترش است. با هدف جلوگیری از گسترش و مهار کامل این ویروس ضروری است اهتمام بیشتری به مراقبت‌های بهداشتی فردی و اجتماعی و تقویت سیستم ایمنی به روش‌های طبیعی داشته باشیم. همچنین لازم است مراقبت از افراد در معرض خطر بیشتر نظیر سالم‌خوردگان و افرادی که از قبل مبتلا به بیماری‌های زمینه‌ای نظیر دیابت، بیماری‌های تنفسی و بیماری‌های قلبی-عروقی هستند، مورد توجه بیشتر قرار گیرد.

* شماره در گروه منظور منابع و مواخذ است و شماره در پرانتز منظور وبگاه است.

وبگاه‌های بازدید شده

- (1) <https://www.merriam-webster.com/dictionary/coronavirus>
- (2) [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)

اکسیدان مهم بدن) را ایجاد نمایید تا شما را از سمیت رادیکال-های آزاد و استرس‌های شیمیایی رها سازد [۲۴ و ۲۵].

- **سیگار را ترک کنید.**

عادت به مصرف سیگار را متوقف کنید زیرا سیگار نه تنها خطر ابتلا به سرطان را افزایش می‌دهد بلکه سیستم ایمنی بدن را نیز به میزان قابل توجهی مختل می‌کند. گزارش شده است که دود سیگار بر دو سیستم ایمنی اکتسابی و ذاتی تأثیر منفی دارد. همچنین دود سیگار شانس بروز پاسخ‌های ایمنی آسیب‌زا را به شدت افزایش می‌دهد و باعث کاهش کارایی دفاعی سیستم ایمنی بدن می‌شود (۲۲).

- **در معرض نور آفتاب قرار بگیرید.**

قدم گذاشتن در نور طبیعی یکی از مهمترین عوامل تولید ویتامین D در بدن است و این ویتامین برای عملکرد صحیح سیستم ایمنی ضروری است. این ویتامین به بدن جهت تولید مولکول‌های دفاعی (آنتی‌بادی‌ها) کمک می‌کند. سطح پایین ویتامین D در بدن به عنوان یکی از دلایل عمده مشکلات تنفسی شناخته شده است. قدم زدن در نور آفتاب به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه باعث می‌شود که ویتامین D به اندازه کافی در بدن تولید شود (۲۲).

- **روزانه پروبیوتیک مصرف کنید.**

مطالعات متعددی نشان می‌دهد که پروبیوتیک‌ها و مکمل‌ها سیستم ایمنی بدن را بهبود می‌بخشند. خوردن ماست یا کفیر علاوه بر اینکه یک وعده غذایی خوشمزه است، در تقویت سیستم ایمنی نیز مؤثر می‌باشد. از آنجایی که دستگاه گوارش بخش بزرگی از سیستم ایمنی را تشکیل می‌دهد با مصرف یک مکمل پروبیوتیک، شما سیستم ایمنی بدن خود را با تمام آنچه برای مبارزه با ویروس‌ها و باکتری‌ها لازم است، مسلح می‌کنید [۲۶ و ۲۷]، (۲۲).

- **سبزیجات و میوه‌های بیشتری بخورید.**

سبزیجات، میوه‌ها، دانه‌ها و آجیل‌ها حاوی مواد مغذی هستند که برای سیستم ایمنی بدن ما ضروری هستند. مصرف روزانه آنها باعث افزایش توان سیستم ایمنی می‌شود. همچنین کبد سالم روند سم‌زدایی طبیعی بدن را تضمین می‌کند و به این ترتیب به توان ایمنی بدن کمک می‌کند. برای داشتن یک کبد سالم، وجود

- [2]. Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., ... & Yu, T. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet*, 395(10223), 507-513.
- [3]. Chinese Center for Disease Control and Prevention (CCDC), The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) — China, 2020[J]. *China CDC Weekly*, 2020, 2(8): 113-122.
- [4]. Gu, J., Han, B., & Wang, J. (2020). COVID-19: Gastrointestinal manifestations and potential fecal-oral transmission. *Gastroenterology*, DOI: <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.02.054>
- [5]. Shortridge, L., & Harris, V. (2007). Alternating acetaminophen and ibuprofen. *Paediatrics & Child Health*, 12(2), 127-128.
- [6]. Schrör, K. (2007). Aspirin and Reye Syndrome. *Pediatric Drugs*, 9(3), 195-204.
- [7]. Tang, X., Wu, C., Li, X., Song, Y., Yao, X., Wu, X., Cui, J. (2020). On the origin and continuing evolution of SARS-CoV-2. *National Science Review*, DOI: <https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa036>
- [8]. Zhang, H., Penninger, J. M., Li, Y., Zhong, N., & Slutsky, A. S. (2020). Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) as a SARS-CoV-2 receptor: molecular mechanisms and potential therapeutic target. *Intensive Care Medicine*, DOI: <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05985-9>
- [9]. Ahmed, S. F., Quadeer, A. A., & McKay, M. R. (2020). Preliminary identification of potential vaccine targets for the COVID-19 coronavirus (SARS-CoV-2) based on SARS-CoV immunological studies. *Viruses*, 12(3), 254.
- [10]. Fehr A.R., Perlman S. (2015) Coronaviruses: An Overview of Their Replication and Pathogenesis. In: Maier H., Bickerton E., Britton P. (eds) *Coronaviruses. Methods in Molecular Biology*, vol 1282. Humana Press, New York, NY
- [11]. Holmes, K. V. (2003). SARS-associated coronavirus. *New England Journal of Medicine*, 348(20), 1948-1951.
- [12]. Tikellis, C., & Thomas, M. C. (2012). Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) is a key modulator of the renin angiotensin system in health and disease. *International Journal of Peptides*, vol. 2012, 1-8.
- [13]. Ingelfinger, J. R. (2009). Angiotensin-converting enzyme 2: implications for blood pressure and kidney disease. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 18(1), 79-84.
- [14]. Wong, D. W., Oudit, G. Y., Reich, H., Kassiri, Z., Zhou, J., Liu, Q. C., Scholey, J. W. (2007). Loss of angiotensin-converting enzyme-2 (Ace2) (3) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/summary.html>
- (4) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/clinical-criteria.html>
- (5) <https://www.verywellhealth.com/coronavirus-overview-4783291>
- (6) https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/about/prevention-treatment.html?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fcoronavirus%2Fabout%2Fprevention.html
- (7) <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>
- (8) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/index.html>
- (9) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/about/symptoms.html>
- (10) <https://www.cdc.gov/coronavirus/types.html>
- (11) <https://www.uptodate.com/contents/coronaviruses>
- (12) <https://www.cdc.gov/coronavirus/mers/about/index.html>
- (13) <https://www.cdc.gov/sars/index.html>
- (14) <https://www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/novel-coronavirus-structure-reveals-targets-vaccines-treatments>
- (15) https://www.prosci-inc.com/covid-19/#_edn4
- (16) <https://www.nytimes.com/2020/02/20/health/coronavirus-men-women.html>
- (17) <https://www.medscape.org/viewarticle/926097>
- (18) <https://diabetesvoice.org/en/news/covid-19-and-diabetes/>
- (19) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/specific-groups/high-risk-complications.html>
- (20) <https://medicine.yale.edu/news-article/22996/>
- (21) <https://www.health.harvard.edu/diseases-and-conditions/coronavirus-resource-center>
- (22) <https://healthcareinamerica.us/for-a-stronger-immunity-natural-ways-to-boost-the-immune-system-d7aba9ae599b>
- (23) <https://www.ucsf.edu/news/2012/08/12458/sleep-affects-potency-vaccines>
- (24) <https://www.healthline.com/nutrition/bovine-colostrum>

منابع و مؤخذ

- [1]. Vabret, A., Dina, J., Brison, E., Brouard, J., & Freymuth, F. (2009). Human coronaviruses. *Pathologie-biologie*, 57(2), 149-160.

- [21]. Jefferies, W. M. (1991). Cortisol and immunity. *Medical hypotheses*, 34(3), 198-208.
- [22]. Nieman, D. C., & Wentz, L. M. (2019). The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science*, 8(3), 201-217. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>
- [23]. Besedovsky, L., Lange, T., & Born, J. (2012). Sleep and immune function. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, 463(1), 121-137.
- [۲۴]. سلیمان پور، مرجان، یوسفی، رضا، موسوی موحدی، علی اکبر، (۱۳۹۶)، ملاتونین: آنتی اکسیدان محصول خواب با کیفیت، نشریه نشا علم، مجلد ۷، شماره ۲، صفحات ۱۰۷-۱۱۵
- [۲۵]. پیرحقی، میترا، فرهادی، محمد، موسوی موحدی، علی اکبر، (۱۳۹۵)، سبک زندگی و پزشکی خواب، نشریه نشا علم، مجلد ۶، شماره ۲، صفحات ۱۰۳-۱۱۳
- [۲۶]. یوسفی، رضا، ایزدی، محمود، نیازی، علی، سلامی، مریم، موسوی موحدی، علی اکبر، (۱۳۸۹) تأثیر پروبیوتیک‌ها بر سلامتی و ایمنی بدن انسان، نشریه رازی، مجلد ۲۱، شماره ۴، صفحات ۲۷-۳۶
- [۲۷]. مصلحی شاد، مریم، سلامی، مریم و موسوی موحدی، علی اکبر، (۱۳۹۲)، آیا همه می‌توانند از فرآورده غذایی پروبیوتیکی استفاده کنند؟، نشریه نشا علم، مجلد ۳، شماره ۲، صفحات ۱۰۴-۱۰۷
- accelerates diabetic kidney injury. *The American Journal of Pathology*, 171(2), 438-451.
- [15]. Xiao, F., Tang, M., Zheng, X., Li, C., He, J., Hong, Z., ... & Lai, R. (2020). Evidence for gastrointestinal infection of SARS-CoV-2. *MedRxiv*, DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.02.17.20023721>
- [16]. Zheng, Y. Y., Ma, Y. T., Zhang, J. Y., & Xie, X., (2020), COVID-19 and the cardiovascular system. *Nature Reviews Cardiology*, DOI: <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0360-5>
- [17]. Gardner, J. P., Durso, R. J., Arrigale, R. R., Donovan, G. P., Maddon, P. J., Dragic, T., & Olson, W. C. (2003). L-SIGN (CD 209L) is a liver-specific capture receptor for hepatitis C virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 100(8), 4498-4503.
- [18]. Cai, G., Cui, X., Zhu, X., & Zhou, J. (2020). A Hint on the COVID-19 Risk: Population Disparities in Gene Expression of Three Receptors of SARS-CoV, Preprints, DOI: [10.20944/preprints202002.0408.v1](https://doi.org/10.20944/preprints202002.0408.v1)
- [19]. Wang, J., Luo, Q., Chen, R., Chen, T., Li, J., (2020), Susceptibility Analysis of COVID-19 in Smokers Based on ACE2. Preprints, DOI: [10.20944/preprints202003.0078.v1](https://doi.org/10.20944/preprints202003.0078.v1)
- [۲۰]. موسوی موحدی، علی اکبر، موسوی نژاد، سیده زهرا، یوسفی، رضا، (۱۳۸۸)، دود سیگار: تازه‌های علمی در تعدیل آسیب‌های ناشی از آن، انتشارات امیرکبیر

تنوع زیستی، امنیت غذایی و سلامت

منصوره مظاهری^{*}،^۱ معصومه محمودی میمند^۱

چکیده

محافظت از تنوع زیستی در کشاورزی پایدار و تولید مواد غذایی و سلامت بشر، امری ضروری است. انسان‌ها برای زندگی نیازمند تأمین منابع غذایی، سرپناه و سایر ملزومات هستند، در راستای این الزام گاهی گونه‌های گیاهی و محیط زیست را تغییر می‌دهند و یا با استفاده از آفت‌کش‌ها تنوع زیستی را کاهش می‌دهند. تأمین غذا و سلامتی انسان نیز به بسیاری از عوامل از جمله سلامت محیط زیست و خدمات زیست بوم بستگی دارد. هرگونه تغییر در زیست بوم، دسترسی به غذا، آب، هوا و داروهای طبیعی و سنتی را تهدید کرده، پاسخ‌های طبیعی سیستم ایمنی بدن را نسبت به مواد حساسیت‌زا و سایر عوامل بیماری‌زا تحت تأثیر قرار داده و با افزایش ریسک بیماری‌های عفونی و سایر بیماری‌ها مانند دیابت و سرطان و حتی سلامت روان همراه است. در این بررسی به اهمیت حفظ تنوع زیستی در امنیت غذایی و همچنین سلامت انسان پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: تنوع زیستی، امنیت غذایی، سلامت، زیست بوم، کشاورزی

^{*}عهده‌دار مکاتبات، استایار، تلفن و دورنگار: ۰۲۶-۳۲۸۲۳۷۱۶ نشانی الکترونیکی m_mazaheri@standard.ac.ir

^۱ پژوهشکده صنایع غذایی و فرآورده‌های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

مقدمه

استفاده از آفت‌کش‌ها، پیامدهای شدید منفی برای سلامت انسان،

حیات وحش و تنوع زیستی کشاورزی را سبب شده است. استفاده از آفت‌کش‌ها باعث آلودگی جدی محیط‌زیست شده که بر سلامت انسان‌ها نیز تأثیرگذار است. ۲۵ میلیون نفر در سال از مسمومیت حاد آفت‌کش در کشورهای در حال توسعه رنج می‌برند. همچنین استفاده از این مواد باعث مرگ بسیاری از حیوانات، گیاهان و ماهی‌ها شده است. استفاده از تنوع زیستی کشاورزی برای کمک به مقابله با آفات و بیماری‌ها و افزایش کیفیت خاک بهترین گزینه است. افزایش استفاده از آفت‌کش‌ها در فعالیتهای کشاورزی یکی از مهمترین نگرانی‌های بهداشتی است. قرار گرفتن در معرض مستقیم برخی از آفت‌کش‌ها با اثرات عصبی، اثر بر روی تولیدمثل و تأثیرات ژنوتوکسیک همراه است [۲] و در بعضی موارد قرار گرفتن طولانی مدت در معرض برخی از آفت‌کش‌ها باعث افزایش خطر ابتلا به برخی از سرطان‌ها، از جمله لنفوم غیرهجومی، لوسمی، سرطان مغز و پروستات می‌شود [۳]. ۲۵٪ از آفت‌کش‌ها در کشورهای کم درآمد مورد استفاده قرار می‌گیرند و ۹۹٪ آن‌ها مرگ‌ومیر مرتبط با آفت‌کش‌ها را تجربه می‌کنند [۴]. در موجودات در معرض مواد آفت‌کش با تغییر در زیستگاه‌ها و زنجیره غذایی، اثرات سمی کوتاه مدت و همچنین بلندمدت مشاهده می‌شود. بقای انسان نیز با بقای گونه‌های متعدد دیگری که وابسته به زیست بوم‌های نامحدود هستند، مرتبط می‌باشد.

تنوع زیستی اغلب مقابله با آلودگی‌های آفات را که می‌تواند تهدید کننده مواد غذایی باشد، تضمین می‌کند [۵]. به عنوان مثال، ذرتی که همراه با بادام زمینی رشد می‌کند اثر استمبور، که آفتی مهم در کشاورزی در مرکز و جنوب اروپا است را کاهش می‌دهد و کاکائوهایی که در نزدیکی جنگل‌های طبیعی رشد می‌کنند کمتر از آلودگی‌های ناشی از آفات رنج می‌برند. در طول ۶۰ سال گذشته، استفاده از آفت‌کش‌ها و کودهای مصنوعی به‌ویژه در کشورهای صنعتی افزایش یافته و جمعیت تعداد زیادی از گونه‌های زنده موجود در زمین‌های کشاورزی به علت استفاده از آفت‌کش‌ها، کاهش یافته است [۶].

آفت‌کش‌های شیمیایی برای تمام موجودات و زیست بوم سمی هستند. مقدار آنها، تواتر استفاده، زمان‌بندی و روش پاشش آفت‌کش‌ها، آب و هوا، ساختار گیاهی و نوع خاک در شدت

حفظ تنوع زیستی نقش مهمی در رفع نیازهای ضروری انسان از جمله تأمین غذا و تضمین سلامتی دارد. هر گونه تغییر در اثرات زیست بوم، بر روی غذا، آب، هوا و بیماری تأثیرگذار است. محرک‌های مستقیم از دست دادن تنوع زیستی شامل تغییر کاربری زمین، از دست دادن زیستگاه، بهره‌برداری بیش‌ازحد، آلودگی، گونه‌های مهاجم و تغییرات اقلیمی است. تنوع گونه‌ای بیشتر خدمات زیست بوم مانند حفاظت از منابع آب، تشکیل و حفاظت از خاک، ذخیره‌سازی و بازیافت مواد مغذی، تجزیه و جذب آلودگی و کمک به ثبات آب و هوا را فراهم نموده و منابع بیولوژیکی مانند مواد غذایی، منابع دارویی، محصولات چوب، ذخایر پرورشی، تنوع در ژن‌ها، گونه‌ها و زیست بوم‌ها را در دسترس قرار می‌دهد [۱].

تنوع زیستی و امنیت غذایی

بر اساس پیش‌بینی سازمان خوراک و فرآورده‌های کشاورزی تا سال ۲۰۵۰، جمعیت جهان به بیش از ۹ میلیارد نفر می‌رسد. رشد جهانی جمعیت و صنعتی شدن، تغییرات جهانی را تسریع می‌کند و منجر به فرسایش قابل توجه تنوع زیستی، تخریب قابل توجه زیست بوم و جنبش‌های بزرگ مهاجرتی توسط جمعیت انسان و حیوانات می‌شود. از دست رفتن تنوع زیستی و امنیت غذایی جهانی، دو چالش عمده این دوره است. سلامت و امنیت غذایی با یکدیگر ارتباط دارند و هر دوی آنها با تنوع زیستی مرتبط هستند. عرضه مواد غذایی تا حد زیادی به کشاورزان، دامداران، ماهی‌گیران و تنوع زیستی کشاورزی وابسته است و تنوع ژنتیکی نیز نقش بسیار مهمی در کشاورزی دارد.

تنوع زیستی، منبع تولید مواد غذایی شامل محصولات زراعی و دامداری است. تنوع ژنتیکی در این زمینه باعث بهبود مستمر در تولید مواد غذایی می‌شود. تنوع زیستی کشاورزی نیز برای سیستم‌های تولید کشاورزی ضروری است و اساس خدمات اکوسیستم مانند گرده افشانی، کنترل آفات، چرخه مواد غذایی، کنترل فرسایش و تأمین آب است. از دست رفتن تنوع کشاورزی منجر به کاهش قابل ملاحظه بسیاری از سیستم‌های تولید و تأثیر منفی بر سلامت انسان می‌شود. تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی علت غالب از دست رفتن تنوع زیستی است. همچنین

(مانند وبا) از طریق انتشار فاضلاب‌های تصفیه نشده به آب‌های ساحلی؛ قرار گرفتن در معرض سموم؛ اثرات آب و هوا و اقلیم بر میزان و روش انتقال و شدت بیماری‌های عفونی. اختلالات تنوع زیستی، فراوانی برخی از ارگانیسم‌ها را کاهش می‌دهد، باعث افزایش جمعیت رشد در دیگر کشورها شده، تعاملات و واکنش‌های بین موجودات زنده و بین ارگانیسم‌ها و محیط‌های فیزیکی و شیمیایی آنها را تغییر می‌دهد [۱۴]. برخی از بیماری‌ها، از قبیل دیابت نوع ۲، بیماری‌های تنفسی و قلب و عروق، ارتباط مستقیم با مدیریت خدمات زیست بوم دارند. گیاهان و به‌ویژه درختان، از طریق جذب و یا رسوب ذرات روی سطح برگ به کاهش برخی از آلودگی‌های هوا کمک می‌کنند [۱۵].

آتش‌سوزی‌های جنگل‌های بزرگ و شیوه‌های آبیاری و عملیات سوزاندن محصولات و یا پسماندهای کشاورزی منجر به آلودگی هوا شده و همچنین نشان داده شده است که موجب افزایش تعداد مرگ‌ومیر می‌شود [۱۶]. آلودگی هوا، ممکن است موجب فعال‌سازی مسیرهای زیستی شود که در بروز برخی بیماری‌ها از جمله دیابت مؤثر است [۱۷]. برخی مطالعات نشان داده‌اند که قرار گرفتن انسان در معرض زیستگاه‌های متنوع، برای توسعه پاسخ‌های طبیعی سیستم ایمنی بدن نسبت به مواد حساسیت‌زا و سایر عوامل بیماری‌زا ضروری است [۱۹-۱۸]. حساسیت در افراد ممکن است به علت فقدان مواجهه با میکروب‌ها، به‌ویژه در دوران کودکی، منجر به ایجاد اختلالات در جمعیت میکروبی در افراد و به‌ویژه موجب بیش‌پاسخی به ذرات زیستی (حساسیت) شود [۲۰]. محیط‌های غنی از میکروب موجب محافظت در مقابل حساسیت و ایمنی خودکار در مقابل بیماری‌ها به‌ویژه در کودکان می‌شود [۲۱]. بنابراین، کاهش تنوع زیستی در محیط زیست ممکن است مسئول بخشی از برخی از اختلالات سیستم ایمنی بدن انسان باشد [۲۰]. به همین ترتیب، تنوع میکروبی، ممکن است بر روی شرایط زیستی تأثیر بگذارد و منجر به بیماری‌های ناشی از التهاب شود [۲۰]. این اختلالات عبارتند از: حساسیت و آسم، بیماری التهابات روده‌ای، بیماری قلبی عروقی، برخی از سرطان‌ها، برخی از بیماری‌های بالقوه عصبی، دیابت نوع ۲، افسردگی وابسته به التهاب و بروز برخی از بیماری‌های مرتبط با چاقی [۲۲].

اثرات سمی مهم است. برخی از آفت‌کش‌ها می‌توانند به تدریج در زنجیره غذایی تجمع پیدا کنند. این سموم، حیات وحش را در معرض خطر قرار می‌دهند. در طول ۴۰ سال گذشته، استفاده از بعضی از آفت‌کش‌ها مانند کاربامات و ارگانوفسفات شدیداً افزایش یافته و منجر به کاهش شدید جمعیت گونه‌های نادر شده است. [۶]. تغییر ساختار گیاهی با استفاده از علف‌کش‌ها اتفاق می‌افتد و باعث تغییر زیستگاه‌ها می‌شود. استفاده از قارچ‌کش‌ها نیز باعث توقف رشد چمن و ریشه می‌شود [۶]. با استفاده از این مواد، منابع غذایی پرندگان و پستانداران کاهش می‌یابد و لذا جمعیت آنها کاهش یافته و امنیت غذایی تهدید می‌شود [۷]. لذا سلامت انسان نیز به مخاطره می‌افتد. استفاده از آفت‌کش‌ها و کودها، با آلوده کردن آب‌های سطحی جمعیت دوزیستان را تهدید می‌کند [۸]. علف‌کش گلیفوسات، جمعیت فیتوپلانکتون‌های میکروبی را کاهش داده و باعث افزایش سیانوباکتری‌ها می‌شود که ترکیب جوامع میکروبی آب شیرین را تغییر می‌دهد [۹]. بنابراین اقداماتی مورد نیاز است که اثرات آفت‌کش‌ها را بر تنوع زیستی کاهش دهد، زیرا که آنها تهدید اساسی برای تنوع زیستی و امنیت آب و غذا هستند.

از دست دادن تنوع زیستی و افزایش ریسک بیماری

سلامت انسان به عملکرد طبیعی زیست بوم بستگی دارد. تغییر زیست بوم منجر به کاهش فراوانی برخی از موجودات زنده و افزایش جمعیت برخی گونه‌های دیگر و دستکاری ارگانیسم‌ها و محیط‌های فیزیکی آنها و افزایش ریسک بیماری‌ها می‌شود [۱۱-۱۰]. طبق برآورد سازمان بهداشت جهانی تخمین زده می‌شود که بین ۲۳ تا ۲۵ درصد از بار جهانی بیماری‌ها می‌تواند از طریق بهبود مدیریت شرایط محیطی جلوگیری شود. [۱۲]. افزایش بسیاری از بیماری‌های عفونی مرتبط با طیف وسیعی از تهدیدات زیست محیطی است. این تهدیدات شامل تخریب و یا تهاجم به زیستگاه حیات وحش، تغییر در توزیع و در دسترس بودن آب‌های سطحی، تغییرات استفاده از زمین‌های کشاورزی، شهرنشینی کنترل‌نشده یا انفجار شهرنشینی، مقاومت در برابر مواد شیمیایی آفت‌کش، تغییرات و تنوع اقلیمی، مهاجرت و مسافرت‌های بین المللی و تجارت، می‌باشد [۱۳]. بیماری‌های انسانی مرتبط به عوامل بسیاری از جمله موارد زیر می‌باشد: مصرف غذاهای دریایی آلوده؛ انتشار پاتوژن‌های انسانی

تعداد ابتدایی تولیدمثل یک گیاه آلوده می‌تواند گونه‌های میزبان را آلوده کند. تغییرات تنوع زیستی که بر تنوع میزبان تأثیر می‌گذارد، بر تعداد ارگانیسم‌های آلوده تأثیر می‌گذارد که به‌نوبه خود بر احتمال پیدایش بیماری‌ها مؤثر است. افزایش تنوع گونه‌ها منجر به افزایش بیشتر تعداد باروری یک ارگانیسم آلوده و در نتیجه افزایش خطر ابتلا به بیماری‌ها به دلیل افزایش تعداد مخاطبین بین فرد آلوده و میزبان بالقوه است. هنگامی که نرخ انتقال بین گونه‌های انتقال، نزدیک به انتقال گونه‌های درون گونه است، خطر بسیار بالا خواهد بود. بنابراین تنوع بیوفیزیکی میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و جانوران، دانش گسترده‌ای را به ارمان می‌آورد که مزایای مهمی برای علوم بیولوژیک و سلامت دارد.

فعالیت‌های انسانی ساختار و عملکرد زیست بوم را مختل می‌کند و تنوع زیستی بومی را تغییر می‌دهد. اینگونه اختلالات باعث کاهش فراوانی برخی موجودات، ایجاد رشد جمعیت در سایرین، تغییر فعل و انفعالات بین ارگانیسم‌ها و ایجاد تعامل بین موجودات زنده و محیط‌های فیزیکی و شیمیایی آنها می‌شود. الگوهای بیماری‌های عفونی نسبت به این اختلالات حساس هستند. تغییر کاربری زمین؛ مدیریت آب به‌عنوان مثال از طریق ساخت سد، آبیاری، شهرنشینی کنترل نشده، مقاومت در برابر مواد شیمیایی، مهاجرت و مسافرت و تجارت بین‌المللی همه در ایجاد بیماری‌های عفونی تأثیر گذارند [۲۶]. هنگامی که مناطق طبیعی به منظور مصارف کشاورزی و یا برای ایجاد شهرک‌های جدید شهری، جنگل‌زدایی می‌شوند، جمعیت انسان در معرض بسیاری از ناقلین و گونه‌های حامل بیماری‌های واگیردار قرار می‌گیرد، در حالی که جمعیت شکارچیان طبیعی را که می‌توانند کنترل پراکندگی جمعیت‌های بیماری‌زا را کنترل کنند، محدود می‌کند [۲۷]. آب و هوا بخشی جدایی‌ناپذیر از عملکرد اکوسیستم است و با توجه به نتایج شرایط آب و هوایی بر اکوسیستم‌های زمینی و دریایی، سلامت انسان به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تنوع زیستی دریایی تحت تأثیر اسیدی شدن اقیانوس‌ها مربوط به میزان کربن موجود در جو است. تنوع زیستی زمینی تحت تأثیر تنوع آب و هوا است، از جمله حوادث شدید آب و هوایی خشکسالی و سیل است که به‌طور مستقیم بر سلامت اکوسیستم و بهره‌وری و در دسترس

تنوع زیستی محیط‌های زیستی اطراف مناطق سکونت افراد، تحت تأثیر دسته‌هایی از باکتری‌ها است که بر پوست تأثیر گذارند. در مقایسه با افراد سالم، کسانی که حساسیت دارند، تنوع محیط‌زیستی کمتری در محل سکونت خود دارند و همچنین تنوع کمتری از باکتری‌های گرم منفی بر روی پوست آنها وجود دارد [۱۶]. اکثر میکروب‌ها عملکرد حیاتی برای بقای انسان دارند. از دست رفتن تنوع زیستی در محدوده وسیع‌تر، منجر به کاهش تنوع در میکروب‌های موجود در فلور میکروبی انسان شده که می‌تواند منجر به اختلال عملکرد سیستم ایمنی و بیماری شود. هر گونه تخریب زیست بوم، مانند مناظر اصلاح شده، کشاورزی شدید و استفاده از مواد ضد میکروبی، ممکن است خطر انتقال بیماری‌های عفونی را افزایش دهد و تنوع زیستی نیز ممکن است عامل محافظتی برای جلوگیری یا کاهش در معرض قرار گرفتن عوامل عفونی باشد [۲۳].

فعالیت‌های انسانی در قاره‌های مختلف پس از حملات نظامی یا به دلیل تجارت و بازرگانی منجر به معرفی بیماری‌های عفونی بسیاری مانند سرخک، طاعون و آبله از یک قاره به دیگر قاره‌ها شده است. معرفی بیماری‌های جدید به مناطق جدیدتر موجب شیوع بیماری در جمعیت بومی شده است که هیچ گونه سابقه تماس با پاتوژن را نداشته و در نتیجه اپیدمی‌های ویرانگر و تلفات فاجعه‌آمیز برای زندگی انسان‌ها رخ داده است [۲۴].

تنوع زیستی تأثیر بسیار زیادی بر شدت و تأثیر بیماری‌های همه‌گیر دارد. بین کاهش توالی بیماری و افزایش تنوع میزبانی رابطه وجود دارد که "اثر رقت" نامیده می‌شود. در جوامع میزبان که غنی از تنوع گونه‌ها هستند، خطر عفونت در انسان کاهش می‌یابد. کاهش میزان بروز بیماری‌ها می‌تواند از طریق رقت‌های وابسته به تراکم باشد که در آن افزایش غنای گونه‌ها با کاهش فراوانی افراد در گونه و با رقت‌های وابسته به فرکانس همراه است که در آن افزایش غنای گونه‌ای به‌خودی‌خود موجب کاهش میزان بروز بیماری می‌شود. حتی اگر اضافه کردن گونه منجر به افزایش تعداد مطلق فرد در جامعه شود، این اتفاق می‌افتد. بنابراین، نسبت جمعیت افراد آلوده در جمعیت، پویایی بیماری و انتقال بیماری وابسته به تراکم، فراوانی ارتباطات میان افراد آلوده و میزبان بالقوه حساس را افزایش می‌دهد [۲۵].

اهمیت تنوع زیستی در تحقیقات پزشکی و طب سنتی

هنوز هم در مراقبت‌های بهداشتی، طب سنتی نقش اساسی را ایفا می‌کند. تقریباً داروهای سنتی توسط ۶۰٪ از جمعیت جهان استفاده می‌شوند و در بعضی از کشورها به طور گسترده در سیستم بهداشت عمومی گنجانیده شده‌اند. استفاده از گیاهان دارویی رایج‌ترین ابزار دارویی در طب سنتی و داروهای مکمل در سراسر جهان است. گیاهان دارویی از طریق جمع‌آوری جمعیت‌های وحشی و زراعی تهیه می‌شوند. بسیاری از جوامع علاوه بر مواد غذایی، به محصولات طبیعی جمع‌آوری شده از زیست بوم برای اهداف دارویی و فرهنگی نیز تکیه می‌کنند. اگرچه داروهای شیمیایی فراوانی برای اهداف پزشکی در دسترس است، اما نیاز و تقاضای جهانی برای محصولات طبیعی برای استفاده به عنوان داروهای دارویی و تحقیقات پزشکی نیز فراوان است که به گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها متکی است و استفاده از آنها برای فهم فیزیولوژی انسان و درک و معالجه بیماری‌های انسانی استمرار دارد [۳۵].

حفظ تنوع زیستی تنها راه اساسی گسترش تنوع مولکولی لازم برای کشف دارو می‌باشد. کشف دارو از گونه‌های وحشی در بیشتر زمینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، پیشگیری از بیماری و حفظ سلامتی، یکی از مهمترین نتایج حفظ تنوع زیستی می‌باشد. به علاوه، مواد شیمیایی، چه از منابع طبیعی و چه مصنوعی، قابل تجدیدپذیر نیستند و با استفاده از این مواد، منابع کاهش می‌یابند. گرچه گونه‌های جدید به‌طور مرتب کشف می‌شوند، اما گونه‌های شناخته شده قدیمی با سرعت ۱۰۰۰ برابر بیشتر از سرعت کشف گونه‌های جدید منقرض می‌شوند [۳۶] که تهدید کننده عملکردهای اکوسیستم و توانایی ارائه کالا و خدمات برای سلامتی و رفاه انسان است. علاوه بر این، از دست دادن غیرقابل برگشت دانش سنتی در مورد استفاده دارویی از گیاهان و حیوانات و از بین رفتن تنوع مولکولی همزمان با انقراض میکروب‌ها، گیاهان، قارچ‌ها و حیوانات ضررهای دیگری است که تحقیقات زیست پزشکی و به نوبه خود بقای انسان را تهدید می‌کند. کشف تنوع زیستی برای کشف دارو دارای منافع برای افراد بومی و افرادی است که در کشورهای در حال توسعه و کم-درآمد زندگی می‌کنند. هنگامی که شرکت‌های بزرگ دارویی،

بودن کالاها و خدمات اکوسیستم برای استفاده انسان تأثیر می‌گذارد و تغییر در توزیع گیاهان، حیوانات و حتی شهرک‌های انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۸].

تنوع زیستی و سلامت روان

تنوع زیستی تأثیر مستقیمی نیز بر سلامت روان انسان دارد. این نوع مزایا در فضاهای سبز شهری مشاهده شده است. رابطه مستقیمی بین سلامت روانشناختی و گسترش فضای سبز وجود دارد، اما ارتباط با افزایش تنوع زیستی در فضای سبز، مستقل از اندازه منطقه آنها، بسیار قوی‌تر است. مزایای بالقوه تنوع زیستی برای سلامت جسمی و روانی عمدتاً با تماس مستقیم افرادی که در معرض محیط‌های طبیعی و یا فضاهای سبز شهری قرار دارند همراه است [۲۹]. از طرف دیگر، گسترش شهرنشینی، مانع از تماس راحت و دائمی افراد با محیط‌های طبیعی می‌شود. این انزوا می‌تواند با افزایش تعداد بیماری‌های مرتبط با آلودگی شهری، سبک زندگی بی‌تحرک و ترافیک زیاد اتومبیل‌ها مرتبط باشد [۳۰]. بنابراین، تمام مزیت‌های اقتصادی و فناوری زندگی در مناطق شهری، تبدیل به معامله‌هایی می‌شوند که با تغییر شرایط محیطی که افراد در آن زندگی و معاشرت می‌کنند، سلامت انسان را به خطر می‌اندازد. فرض بر این است که پیشرفت واقعی در بهداشت عمومی فقط از دیدگاه انسانی‌تر و بوم‌شناختی‌تر امکان‌پذیر خواهد بود. این رویکرد باید به عنوان دو بعد اساسی در بهداشت عمومی ریشه پیدا کند، یعنی قادر به کاهش نابرابری‌های اجتماعی و بهداشتی و در عین حال ارتقاء محیط‌های پایدار سلامتی شود. بررسی نقش محیط فیزیکی بر سلامت انسان، یک مسئله اساسی در سلامت عمومی است [۳۱]. اگر چه مطالعه تأثیر تماس با طبیعت بر سلامت روان، مبحث جدیدی است، اما مستندات تجربی مرتبط با آن از مدت‌ها پیش وجود دارد. مطالعاتی وجود دارد که بر روی تأثیرات بهداشت روان ناشی از تماس با طبیعت در جمعیت‌های آسیب‌پذیر تمرکز دارد [۳۲]. در مطالعه‌ای که روی ۱۱۲ بزرگسال انجام شده است، نشان داده شده است که گروهی که در محیط طبیعی پیاده‌روی کردند، نسبت به گروهی که فقط در محیط شهری پیاده‌روی داشتند عصبانیت کمتر و نشاط بیشتری داشتند [۳۳]. مطالعه دیگر، حاکی از شیوع افسردگی کمتر در بیمارانی بوده است که در معرض بوی میوه و بوی طبیعی قرار گرفته اند [۳۴].

منابع و مؤاخذ

- [1]. Andrianos, L. (2014). Sustainable Alternatives for Poverty, Reduction and Eco-Justice, Volume 1, England, Cambridge Scholars Publishing.
- [2]. Sanborn, M., Kerr, K.J., Sanin, L.H., Cole, D.C., Bassil, K.L., Vakil, C. (2007). Non-cancer health effects of pesticides: systematic review and implications for family doctors, Can Fam Physician, Vol. 53, NO.10. PP.1712-20.
- [3]. Bassil, K.L., Vakil, C., Sanborn, M., Cole, D.C., Kaur, J.S., Kerr, K.J. (2007). Cancer health effects of pesticides: systematic review, Can Fam Physician, Vol. 53, NO. 10. PP.1704-11.
- [4]. World Health Organization (2003). WHO Guidelines on Good Agricultural and Collection Practices (GACP) for Medicinal Plants, Geneva.
- [5]. Diaz, S., Tilman, D., Fargione, J. (2005). Biodiversity Regulation of Ecosystem Services, Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group, PP. 297-329.
- [6]. Boatman, N., Parry, H., Bishop, J., Cuthbertson, A. (2007). Impacts of agricultural change on farmland biodiversity in the UK, Biodiversity under threat, RSC Publishing, Cambridge, UK, PP.1-32.
- [7]. Vickery, J.A., Tallowin, J.R., Feber, R.E., Asteraki, E.J., Atkinson, P.W., Fuller, R.J., Brown, V.K. (2001). The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources, Journal of Applied Ecology, Vol. 38, NO.3. PP. 647-664.
- [8]. Brühl, C., Schmidt, T., Pieper, S., Alscher, A. (2013). Terrestrial pesticide exposure of amphibians: an underestimated cause of global decline?, Sci Rep., Vol.3, NO.1135. PP. 1-4.
- [9]. Pérez, G. L., Torremorell, A., Mugni, H., Rodríguez, P., Solange Vera, M., Nascimento, M., Allende, L., Bustingorry, J., Escaray, R., Ferraro, M., Izaguirre, I., Pizarro, H., Bonetto, C., Morris, D., Zagarese, H. (2007). Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study, Ecological Applications, Vol.17, NO.8. PP. 2310-2322.
- [10]. Pimm, S., Russell, G., Gittleman, J., Brooks, T. (1995). The future of biodiversity, Science, Vol. 269, NO.5222. PP. 347-350.
- [11]. Kilpatrick, A.M., Salkeld, D.J., Titcomb, G., Hahn, M.B. (2017). Conservation of biodiversity as a strategy for improving human health and well-being, Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci., Vol. 372, NO. 1722. PP. 1-9.
- [12]. Prüss-Üstün, A., Corvalán, C. (2006). Preventing disease through healthy environments – Towards an estimate of the environmental burden of disease, WHO, Geneva, Switzerland.

گیاهان دارویی را به دست می آورند و یا زمین هایی را که از زیستگاه بومی محافظت می کند را خریداری می کنند تا بتوانند داروهای جدیدی را تهیه کنند، این داروها و خود گیاهان برای افراد محلی غیرقابل دسترس می شوند. علاوه بر این، دانش سنتی مربوط به خواص و آماده سازی گونه ها نیز ممکن است از بین برود.

نتیجه گیری

طبق گزارش جدید سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد، از دست رفتن تنوع زیستی جهانی تهدیدی برای امنیت تأمین غذا و زندگی میلیون ها انسان است. تنوع زیستی برای حفظ رژیم های تغذیه ای و سلامتی، بهبود امرار و معاش روستایی، افزایش کیفیت زندگی مردم و جوامع ضروری است. با کاهش تنوع زیستی گیاهان و حیوانات در مقابل آفات و بیماری ها آسیب پذیرتر می شوند. با وجودی که تلاش های انجام شده در سطوح منطقه ای، ملی و بین المللی برای حمایت از تنوع زیستی در حال افزایش است، اما هنوز سرعت انجام آنها به اندازه کافی نیست تا بتواند با سرعت از دست رفتن گونه ها مقابله کند [۳۷]. در نتیجه، بسیار مهم است که دولت ها، سازمان های جهانی و ذینفعان محلی با هم در توافق بر سر حفظ نقاط مهم باقی مانده از تنوع زیستی، از طریق توسعه مشارکت ها توافق کنند. این فعالیت ها باید شامل جمع آوری و تولید دانش در مورد مناطق و پتانسیل های گونه های موجود در مناطق باشد. همچنین باید آموزش و همکاری های مشترک با دولت، تصمیم گیرندگان و ذینفعان در مورد حفظ تنوع زیستی گسترش یابد. کشاورزی مولد یک عنصر اساسی در حفاظت از آب، سلامتی، مواد غذایی، خاک، و تنوع زیستی است. در این راستا باید مقررات مربوط به استفاده از سموم دفع آفات برای اطمینان از ایمنی و استفاده ایمن از سموم دفع آفات وضع شده و کشاورزان، صنعتگران و سایر ذینفعان در چارچوب مقررات و دستورالعمل ها با یکدیگر همکاری کنند. اگرچه استفاده کارآمد از منابع طبیعی در هر استراتژی ضروری است و می تواند افزایش پایدار تولید را رقم بزند، اما نباید از قدرت و ارزش علم و نوآوری و ظرفیت عظیم گونه های موجود برای حل چالش ها و مسائل پیچیده غافل شویم.

- [24]. Schmidt, K.A., Ostfeld, R.S. (2001). Biodiversity and the dilution effect in disease ecology. *Ecology*, Vol. 82, No. 3. PP. 609-619.
- [25]. Mitchell, C.E., Tilman, D., Groth, J.V. (2002). Effects of grassland plant species diversity, abundance, and composition on foliar fungal disease. *Ecology*, Vol. 83, No. 6. PP.1713-1726.
- [26]. Keesing, F., Belden, L., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C., Holt, R., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K., Mitchell, C., Myers, S., Bogich, T., Ostfeld, R. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases, *Nature*, Vol. 468, No. 324. PP. 647-652.
- [27]. Stephen, C. (2009). Sustaining life: How human health depends on biodiversity. *Environ Health Perspect*, Book Review, New York: Oxford University Press, Vol. 117, No. 6. PP. 542.
- [28]. Handbook of Climate Change and Biodiversity, (2019). Springer International Publishing, Springer Nature, Switzerland AG.
- [29]. Dean, J., van Dooren, K., Weinstein, P. (2011). Does biodiversity improve mental health in urban settings? *Medical Hypotheses*, Vol. 76, No. 6. PP. 877-880.
- [30]. Frumkin, H. (2002). Urban Sprawl and Public Health, *Public Health Reports*, Vol. 117, No. 3. PP. 201-217.
- [31]. Maas, M. R. A., Verheij, R., Vries, S., Spreeuwenberg, P., Schellevis, F., Groenewegen, P. (2009). Morbidity is related to a green living environment, *J Epidemiol Community Health*, Vol. 63, No.12. 967-973.
- [32]. Wells, N.M., Evans, G.W. (2003). Nearby Nature: A buffer of life stress among rural children. *Environ Behav*, Vol. 35, No. 3. PP. 311-330.
- [33]. Hartig, T., Evans, G., DJamner, L., Davis, D., Gärling, T. (2003). Tracking restoration in natural and urban field setting, *J Environ Psychol*, Vol. 32. No. 2. PP.109-123.
- [34]. Schiffman, S. (1992). Aging and the sense of smell: Potential benefits of fragrance enhancement, *The psychology and biology of perfume*, Elsevier, England, PP. 51-66.
- [35]. Kevin, J., Gaston, J. (2004). Biodiversity: An Introduction, 2nd Edition, Wiley-Blackwell publishing, Oxford, UK. Vol. 38, No. 40.
- [36]. Reid, D.D., Gruskin, S., Allotey, P. (2015). Is the right to health compatible with sustainability? *J Glob Health*, Vol. 5, No. 1.
- [37]. FAO. (2019). The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture, Edited by Bélanger, J., Pilling, D., FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome, PP.572.
- [13]. Corvalan, C., Hales, S., McMichael, A. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Health Synthesis, A report of the millennium ecosystem assessment, WHO, Geneva, Switzerland.
- [14]. Sandifer, P., Frederick, H., Teri, K., Rowles, T., Scott, G. (2004). The Oceans and Human Health, *Environmental Health Perspectives*, Vol.112, NO.8.
- [15]. Bowler, D., AliTeri, B., Knight, T., Pullin, A. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence, *Landscape and Urban Planning*, Vol. 97, NO.3. PP.147-155.
- [16]. Hanski, I., von Hertzen, L., Fyhrquist, N., Koskinen, K., Torppa, K., Laatikainen, T., Karisola, P., Auvinen, P., Paulin, L., Mäkelä, M.J., Vartiainen, E., Kosunen, T.U., Alenius, H., Haahtela, T. (2012). Environmental biodiversity, human microbiota, and allergy are interrelated, *Proc.Natl.Acad.Sci., USA*, Vol.109, NO.21. PP.8334-8339.
- [۱۷]. بهنام راد، محمد، تقوی، فرشته، موسوی موحدی، فائزه و موسوی موحدی، علی اکبر. (۱۳۹۵). تغییرات اقلیم، گرمایش جهانی و دیابت، نشریه نشاء علم، مجلد ۶، شماره ۱، صفحات ۶۱-۶۷
- [18]. Bernstein, A.S. (2014). Biological diversity and public health, *Annul. Rev. Public Health*, Vol. 35, PP.153-167.
- [19]. Hough, R.L. (2014). Biodiversity and human health: evidence for causality? *Biodivers. Conserv*, Vol. 23, NO.2. PP.267-288.
- [20]. Haahtela, T., Holgate, S., Pawankar, R., Akdis, C., Benjaponpitak, S., Caraballo, L., Demain, J., Portnoy, J., Hertzen, L. (2013). The biodiversity hypothesis and allergic disease: world allergy organization position statement, *World Allergy Organ J.*, Vol. 6, NO.1. PP.1-18.
- [21]. Lynch, S., Wood, R., Boushey, H., Bacharier, L., Bloomberg, G., Kattan, M., O'Connor, G., Sandel, M., Calatroni, A., Matsui, E., Johnson, C., Lynn, H., Visness, C., Katy F., Jaffee, C., Gergen, P., Gold, D., Wright, R., Fujimura, K., Rauch, M., Busse, W., Gern, J. (2014). Effects of early-life exposure to allergens and bacteria on recurrent wheeze and atopy in urban children, *Allergy Clin. Immunol.*, Vol. 134, NO.3. PP.593-601.
- [22]. Rook, G.A. (2013). Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health, *Proc. Natl. Acad. Sci., USA* Vol. 110, NO. 46. PP.18360-18367.
- [23]. Daszak, P., Cunningham, A., Hyatt, A.D. (2000). Emerging infectious diseases of wildlife – Threats to biodiversity and human health, *Science*, Vol. 287, No. 5452. PP.443-449.

مدیریت پرندگان در خاک‌چال‌های شهری

منصوره ملکیان^۱*

چکیده

بسیاری از پرندگان در جهان به دلایل مختلف در خطر انقراض قرار گرفته‌اند که از جمله آن می‌توان به مسمومیت پرندگان با مواد شیمیایی و فلزات سنگین اشاره کرد. تخریب زیستگاه‌ها تأثیر منفی بر پرندگان داشته و گونه‌های مختلف به دلیل کمبود غذا در زیستگاه‌های طبیعی، غذای خود را در میان زباله‌ها جستجو می‌کنند. دفع نادرست پسماندها یکی از علل مسمومیت پرندگان در محل‌های تجمع زباله است. روزانه حجم زیادی زباله در شهرها تولید می‌شود که این پسماندهای انسانی نه تنها ارزش غذایی زیادی ندارند، بلکه باکتری‌ها و ویروس‌های موجود در آنها و باقی‌مانده مواد شیمیایی، داروها و سموم، حیات پرندگان را تهدید می‌کند. مدیریت و تعامل انسان و پرندگان در اینگونه مناطق مستلزم شناخت گونه‌های استفاده‌کننده از سایت، دلایل جذب و همچنین ارزیابی مخاطراتی است که برای انسان دارد. این گونه‌ها ممکن است گونه‌هایی نادر بوده که خود در آستانه‌ی تهدید و نابودی قرار بگیرند و یا گونه‌هایی باشند که با مهاجرت به مناطق مختلف در انتقال بیماری‌ها نقش داشته باشند. به منظور کنترل جمعیت پرندگان در خاک‌چال‌ها، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که از جمله می‌توان به محدود کردن دسترسی فیزیکی پرندگان به زباله‌ها از طریق پوشاندن آنها با لایه‌های پلاستیکی ضخیم یا مواد دیگر در خارج از ساعات کاری، توسط سازمان مدیریت پسماند در شهرداری‌ها، اشاره کرد. افزایش کارایی عملیات فراوری زباله و کاهش زمان تلمبار شدن زباله نیز در کاهش حضور پرندگان مؤثر است. احیای زیستگاه‌های طبیعی نظیر تالاب‌ها می‌تواند در درازمدت به بهبود وضعیت زیستگاه طبیعی پرندگان و فراهم شدن شکار طبیعی آنها کمک کند. تغییر در پوشش گیاهی منطقه و مدیریت فضای سبز، کاهش مناطق آبی در محیط و استفاده از شیوه آبیاری قطره‌ای در منطقه نیز از جمله روش‌های کم‌هزینه‌ای است که به کاهش حضور پرندگان کمک می‌کند. ترساندن پرندگان با استفاده از سر و صدا و یا حضور انسان، نصب پخش‌کننده‌های صوتی و یا تولیدکننده‌های امواج نیز با توجه به نوع گونه‌ها و شرایط منطقه در کشورهای مختلف استفاده و پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، پرندگان، زباله، خاک‌چال، انتقال بیماری

* عهده‌دار مکاتبات، دانشیار، تلفن: ۰۳۱۱۳۹۱۱۰۲۴، فکس: ۰۳۱۱۳۹۱۲۸۴۰، کدپستی ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱، ایمیل: mmalekian@iut.ac.ir

^۱ گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

مقدمه

فراهم می‌آورند [۳]. علی‌رغم تنوع پرندگان و اهمیت این مناطق برای حفظ گونه‌های تهدید شده و همچنین مخاطراتی که حضور این پرندگان برای انسان دارد (از جمله انتقال بیماریها) تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است. آگاهی از تنوع و وضعیت حفاظتی گونه‌هایی که در این مناطق حضور دارند برای برنامه‌ریزی حفاظت ضروری است. علاوه بر این کنترل جمعیت پرندگان در این مناطق، به دلیل احتمال قرار گرفتن انسان در معرض پرندگان آلوده و انتقال بیماری‌های مشترک، از اهمیت زیادی برخوردار است [۴].

خاک‌چال^۱

خاک‌چال مکانی مناسب و امن برای فرآوری و دفن بهداشتی زباله‌های جامد در سطح زمین است. دفن، آخرین عنصر الزامی در فرایند مدیریت پسماندها به شمار می‌آید و سرنوشت نهایی تمام پسماندهایی است که ارزشی (به لحاظ حرارتی یا برای بازیافت) ندارند و باید دور ریخته شوند. دفن بهداشتی روشی مهندسی جهت دفن مواد زائد جامد در زمین، جهت ممانعت از

تنوع زیستی، ارزشمندترین گنجینه بشری است و تداوم حیات در گرو حفاظت از آن می‌باشد. عوامل متعددی تنوع زیستی را در مقیاس جهانی تهدید می‌کند که عمده‌ترین آنها تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم فعالیت‌های انسانی است [۱]. توسعه بی‌رویه فعالیت‌های انسانی، روز به روز از تنوع طبیعی زیستگاه‌ها می‌کاهد و محدودیت‌های بیشتری را برای زندگی و بقای حیات وحش ایجاد کرده و عرصه‌های زیستی را برای آنها تنگ‌تر می‌کند. تخریب و نابودی زیستگاه‌ها تأثیر منفی بر حیات وحش داشته و گونه‌های مختلف به دلیل کمبود غذا در زیستگاه‌های طبیعی به ناچار برای بقا در میان زباله‌ها غذای خود را جستجو می‌کنند [۲].

محل‌های تجمع زباله جهت تولید کود آلی و یا دفن، از جمله مناطقی هستند که در دهه‌های اخیر به واسطه تأمین غذا به محلی برای زیست پرندگان تبدیل شده‌اند (شکل ۱). چراکه این مناطق دسترسی آسان و دائمی به غذا را برای گونه‌های مختلف پرندگان



شکل ۱: نمایی از خاک‌چال شهر اصفهان (عکس از جواد شاهقلیان)

^۱ Landfill

و عقاب صحرایی از جمله گونه‌های در معرض انقراض و حمایت شده هستند [۸]. این پرندگان به خوردن پسماندهای تر عادت کرده‌اند و از پسماندهای گوشت و ضایعات مرغ تغذیه می‌کنند. این پسماندها که غذای این پرندگان شکاری نیست و ارزش غذایی ندارد، می‌تواند سبب بیماری و مرگ آنها شود. باکتری‌ها و ویروس‌های موجود در این پسماندها و باقی‌مانده مواد شیمیایی حاصل از داروها و سموم، حیات این پرندگان شکاری را تهدید می‌کند [۷].

پرندگان در خاکچال‌های ایران

با آغاز فصل سرما و کم شدن غذا در عرض‌های شمالی، پرندگان زیادی به مناطق جنوبی و گرمتر، از جمله به کشور ایران، مهاجرت می‌کنند. مهاجرت پرندگان به ایران از اواخر شهریور شروع می‌شود و به تدریج به تعداد پرندگان افزوده می‌شود. یکی از مکان‌هایی که پرندگان مهاجر برای اقامت موقت خود انتخاب می‌کنند، سایت‌های دفع و دفن پسماند است. در کشور ایران مکان‌های متعددی را می‌توان یافت که به محل تجمع و دفن زباله‌های شهری اختصاص داده شده است. این مناطق به واسطه تأمین غذا به محلی برای زیست پرندگان بومی و مهاجر تبدیل شده‌اند [۹]. علیرغم تنوع پرندگان در این مناطق و اهمیت این مناطق برای حفظ گونه‌های حیات وحش و تهدیداتی که این گونه‌ها در این مناطق با آن مواجه هستند، کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این درحالی است که آگاهی از تنوع جامعه پرندگان در اینگونه مناطق می‌تواند در تعیین راهکارهای مناسب برای حفاظت از پرندگان، کنترل گونه‌های مزاحم و نیز برنامه‌ریزی جهت کاهش تبعات منفی بر انسان در این مناطق نقش مؤثری داشته باشد.

پرندگان شکاری از جمله پرندگان مهاجری است که از سبیری و مناطق شمالی ایران به سمت دشت‌های گرم‌تر مرکزی و جنوبی کشور مهاجرت می‌کنند. سرما علت مهاجرت این پرندگان از زیستگاه‌هایشان نیست، بلکه عامل اصلی کمبود غذا است. عقاب طلایی و عقاب صحرایی از جمله گونه‌های حمایت شده در ایران هستند که در مناطق مختلف کشور و در میان زباله‌ها مشاهده می‌شوند (شکل ۲). به عنوان مثال در مجاورت کشتارگاه و سایت زباله شهر یاسوج گونه‌هایی از پرندگان شکاری نظیر عقاب طلایی، عقاب صحرایی و سارگپه گزارش

آسیب زدن به محیط‌زیست می‌باشد. یکی از بهترین روش‌های مدیریت زباله‌های جامد شهری دفن آنها در این گونه سلول-های دفن بهداشتی است. این روش در مقایسه با سایر روش‌های متداول شامل سوزاندن یا تجزیه در اثر حرارت، روشی مناسب و محلی بهداشتی برای دفن زایدات (دورریزها) جامد غیرخطرناک یا خطرناک است. در این محل‌ها زایدات به صورت لایه‌لایه پخش و فشرده می‌شوند و در پایان کار در هر روز توسط خاک پوشیده می‌شوند.

خاکچال‌ها و جذب پرندگان

محل‌های تولید کود آلی و یا دفن زباله از جمله مناطقی که در دهه‌های اخیر به واسطه تأمین غذا به محلی برای زیست پرندگان بومی و مهاجر تبدیل شده‌اند. این مناطق دسترسی آسان، فراوان و دائمی به غذا برای گونه‌های مختلف پرندگان را فراهم می‌آورند. پرندگان از این مناطق به عنوان زیستگاه تغذیه‌ای استفاده نموده و با آشیانه‌سازی و تولیدمثل بر جمعیت خود می‌افزایند. برخی از این گونه‌ها (مثل پرندگان شکاری) گونه‌هایی نادر بوده که با مصرف پسماندها و مواد آلوده در معرض تهدید و نابودی قرار می‌گیرند. باکتری‌ها و ویروس‌های موجود در پسماندهای انسانی حیات این پرندگان را تهدید می‌کند.

روزانه حجم زیادی از زباله شهری، زایدات کشتارگاهی، تلفات مرغداری و دامداری وارد سایت‌های دفن پسماند می‌شود. این امر سبب شده که شمار قابل توجهی از پرندگان شکاری در این گونه سایت‌ها و میان انبوه زباله‌ها به دنبال یافتن غذا باشند. مطالعات انجام شده در مناطق مختلف جهان نشان داده است که طیف وسیعی از پرندگان از خاکچال‌ها به عنوان زیستگاه تغذیه‌ای استفاده می‌کنند. گونه‌های گوشتخوار و همه‌چیزخوار نظیر انواع کلاغ‌ها، عقاب‌ها و پرندگان دریایی گونه‌های غالب اینگونه مناطق را تشکیل می‌دهند [۵].

پرندگان شکاری از جمله پرندگانی هستند که در گورستان پسماندهای شهری به وفور دیده می‌شوند. با تخریب زیستگاه‌های طبیعی و کم شدن طعمه‌های طبیعی، امکان شکار برای این پرندگان وجود نداشته و پرندگان زیادی برای تأمین غذا به این گونه منطقه مراجعه می‌نمایند. استفاده پرندگان شکاری از محل‌های تجمع زباله در نقاط مختلف جهان گزارش شده است [۶، ۷] برخی از این گونه‌ها نظیر گونه عقاب سرطاس، عقاب طلایی

با استفاده از سر و صدا و یا حضور انسان، استفاده از پخش‌کننده‌های صوتی و یا تولیدکننده‌های امواج برای دورکردن آنها، پیشنهاد شد. در اروپا نیز فراوانی و استفاده فصلی گونه‌های مختلف حیات وحش در خاک‌چال‌ها مورد بررسی قرار گرفت و فراوانی مرغان دریایی در این مناطق به‌عنوان مختل‌کننده کار ماشین‌ها و پرسنل مناطق معرفی شد. در انگلستان برآوردها نشان داده است که خسارات و زیان‌های ناشی از مرغان دریایی سالیانه ۶۵ تا ۱۲۰ هزار دلار است به همین دلیل باید با شناخت گونه‌ها از روش‌هایی کارآمد استفاده شود تا از هدر رفت سرمایه جلوگیری شود [۱۲].

پرندگان زبله‌ها را به اطراف پراکنده می‌کنند و باعث آلودگی آب و محیط زیست اطراف خاک‌چال‌ها می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که پرندگان وحشی ناقل بیش از ۶۰ نوع عامل بیماری‌زا هستند که برخی از این بیماری‌ها نظیر آنفلونزای مرغی برای انسان کشنده است. از مواردی که مورد مطالعه قرار گرفته است سالمونا (*Salmonella*) که بیماری سالمونلوز را ایجاد می‌کند و گونه‌های این باکتری بین حیوانات مختلف و انسان مشترک می‌باشند و درجات مختلف بیماری را ایجاد می‌کنند [۱۳، ۱۴]. آنفلونزای پرندگان (H5N1) [۱۵] در سالیان اخیر بسیار مورد نگرانی مردم در سراسر جهان بوده است. باکتری اشرشیاکولی توسط محققان مورد مطالعه قرار

شد که روی زایدات کشتارگاهی تغذیه می‌کنند [۱۰]. عقاب صحرایی، عقاب شاهی و کورکور سیاه از بارزترین انواع پرنده شکاری مهاجر پاییز و زمستان در منطقه گردنه زینل در استان اصفهان هستند که بر روی لاشه‌ها و پسماندهای غذایی و یا ضایعات کشتارگاهی گروه‌های بزرگی را تشکیل می‌دهند [۹]. با این حال چند سالی است که جمعیت این عقاب‌ها در جهان بسیار کاهش یافته و در حال انقراض هستند که از جمله عوامل کاهش جمعیت این دو گونه عقاب می‌توان به انواع مسمومیت‌های غذایی، برق گرفتگی و برخورد با دکل‌های برق و توربین‌های بادی اشاره کرد [۱۰].

مخاطرات حضور پرندگان در خاک‌چال‌ها

حضور پرندگان در خاک‌چال‌ها علاوه بر اینکه تهدیدی برای آنها به حساب می‌آید، مخاطراتی نیز برای انسان و ساختارهای شهری ایجاد می‌کند. مطالعات متعددی در سطح بین‌المللی به بررسی گونه‌های حیات وحش به‌ویژه پرندگان در سایت‌های انسانی نظیر تصفیه‌خانه‌ها، سایت‌های تولید کود و خاک‌چال‌ها پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، در مطالعه‌ای که روی خاک‌چال‌های امریکای شمالی انجام گرفت [۱۱] خطرات ناشی از مرغان دریایی برای هواپیماها ارزیابی شد و روش‌هایی نظیر ترساندن



شکل ۲: عقاب شاهی در خاک‌چال شهر اصفهان (عکس از جواد شاهقلیان)

گرفته است و نشان داده شده است که برخی از انواع آن که در بسیاری از گونه‌های پرندگان مشترک است، قدرت بیماری‌زایی شدیدی دارد. کارگرانی که به لحاظ شغلی در این مناطق کار می‌کنند با پرندگان الوده و یا فضولات آنها مواجه هستند بیشتر در معرض اینگونه بیماری‌ها قرار دارند.

راهکارهای کنترل مخاطرات و تهدیدها

روش‌های کنترل گونه‌ها و زیان‌های ناشی از آنها مورد مطالعه محققان قرار گرفته است. یکی از کم‌هزینه‌ترین و مؤثرترین روش‌ها، کاهش دسترسی فیزیکی پرندگان به زباله‌ها از طریق پوشاندن آنها با لایه‌های پلاستیکی ضخیم یا مواد دیگر در خارج از ساعات کاری است. از آنجا که تغذیه، مهمترین دلیل حضور پرندگان در خاکچال‌ها است محدود کردن دسترسی پرندگان به زباله‌ها می‌تواند از تداوم حضور آنها در منطقه بکاهد. افزایش کارایی عملیات فراوری زباله و کاهش زمان تلمبار شدن زباله نیز در کاهش حضور پرندگان مؤثر است. در کنار آن احیای زیستگاه‌های طبیعی نظیر تالاب‌ها می‌تواند در درازمدت به بهبود وضعیت زیستگاه طبیعی پرندگان و فراهم شدن شکار طبیعی کمک کند.

از جمله روش‌های کارآمدی که برای کنترل مرغان دریایی در خاکچال‌های انگلستان توصیه شده است، تغییر در پوشش گیاهی منطقه و مدیریت فضای سبز موجود است. حذف سطوح چمن وسیع در این گونه سایت‌ها در کاهش جمعیت آنها مؤثر بوده است. مرغان دریایی-به‌ویژه کاکایی‌ها معمولاً محیط‌های باز و چمن کاری را دوست دارند. بنابراین کاهش سطح محیط‌های باز و چمن در سایت به کاهش حضور پرندگان کمک می‌کند. حذف یا کاهش مناطق آبی در محیط و استفاده از شیوه آبیاری قطره‌ای در منطقه نیز به کاهش حضور پرندگان کمک می‌کند. روش‌های دیگری نظیر ترساندن با استفاده از سر و صدا و یا حضور انسان، استفاده از پخش‌کننده نوارهای صوتی و یا تولیدکننده‌های امواج نیز با توجه به نوع گونه‌ها و شرایط منطقه پیشنهاد شده است [۱۶].

توصیه محققان این است که با توجه به هزینه‌های زیادی که استفاده از روش‌های متعدد کنترل می‌تواند به همراه داشته باشد لازم است که کارایی و مؤثر بودن هر روش در سایت هدف مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد. معمولاً محدودیت استفاده

از این روش‌ها هزینه‌های آنها می‌باشد که به‌صورت سالیانه یا به صورت مقاطع زمانی وجود دارد. توجه به شرایط آب و هوایی منطقه و گونه‌های غالب استفاده کننده از سایت نیز در انتخاب روش کنترل مهم هستند. بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد که دستگاه‌های صوتی ترساننده پرندگان بیشترین کارایی را دارند و به محیط زیست و پرنده نیز آسیب وارد نمی‌کنند، بنابراین از نظر قانونی مشکلات زیادی ایجاد نمی‌کنند. در کشورهای دیگر نظیر انگلستان و ایالات متحده امریکا استفاده از دورکننده‌های صوتی (سونیک و التراسونیک) در مناطق تولید کمپوست و لندفیل‌ها جهت ترساندن پرندگان مؤثر بوده و به‌عنوان راهکار مناسب پیشنهاد شده است. محققان توصیه می‌کنند که برای کنترل پرندگان در یک سایت از ترکیبی از روش‌ها استفاده شود و کارایی آنها در طول زمان پایش شده و متناسب با نیاز اصلاح شوند تا به بهترین شیوه کنترل و تعامل مؤثر با پرندگان در یک منطقه دست یافت.

نتیجه‌گیری

با وجود اهمیت اکولوژیک و ارزش‌های متعددی که پرندگان دارند کثرت حضور آنها در سایت‌های دفن و فراوری زباله مخاطراتی را برای پرندگان و مشکلاتی را برای انسان به همراه دارد. لذا روش‌های کنترل پرندگان به گونه‌ای که حداقل آسیب به آنها وارد شده و با ابزار و روش مناسب بتوان آنها را از اینگونه محیط‌ها دور نگه داشت از اهمیت زیادی برخوردار است.

با محدود کردن دسترسی پرندگان به زباله، افزایش کارایی عملیات فراوری زباله و کاهش زمان تلمبار شدن زباله می‌توان از تداوم حضور پرندگان در اینگونه مناطق کاست. چون صدمه زدن به پرندگان وحشی از نظر اخلاق زیستی و در راستای حفظ محیط‌زیست توصیه نمی‌شود، بنابراین روش‌های کنترلی مثل شلیک کردن و مسموم کردن مناسب نیست. روش‌های ترساندن پرندگان همانند استفاده از صداهایی که پرندگان را ناراحت می‌کند، استفاده از نورهای فلش، دستگاه فرستنده امواج صوتی یا ماورای صوت که فرکانس‌هایی مافوق شنوایی انسان تولید می‌کنند، گزینه‌های جایگزین می‌باشند. نصب این‌گونه دستگاه‌ها در منطقه مستلزم هزینه اولیه نسبتاً زیادی است اما در درازمدت بدون آسیب رساندن و کشتن پرندگان،

- [3]. Zhen-shan, L., Lie, Y., Xiao-Yan, Q. Yu-mei, S. (2009). Municipal solid waste management in Beijing City. *Waste Management*, 29, 2596–2599.
- [4]. Feare, C. J. (2007). The role of wild birds in the spread of HPAI H5N1. *Avian Disease*, 7, 1140-1447.
- [5]. Gregory, R. D. Strien, A. (2010.). Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithological Science*, 9, 3–22.
- [6]. Belant, J. L., Seamans, T. W., Gabrey, S. W. Dolbeer, R. A. (1995). Abundance of gulls and other birds at landfills in Northern Ohio. *American Midland Naturalist*, 134, 30–40
- [7]. Turrin, C., Watts, B. D. Mojica, E. K. (2015). Landfill use by Bald Eagles in the Chesapeake Bay Region. *Journal of Raptor Research*, 49, 239-249.
- [8]. Elliott, K., Duffe, J., Lee, S., Mineau, P. Elliott, J. (2009). Foraging ecology of Bald Eagles at an urban landfill. *The Wilson Journal of Ornithology*, 118, 380-390.
- [9]. Melekian, M., Hadi, M., Hosseinpour, Z., Shahgholoan, J. (2016). A survey of birds inhabiting Isfahan waste disposal site. Isfahan, Iran: Isafahan University of Technology, Isfahan, Iran pp 82.
- [10]. Shafaeipour, A., Fathinia, B., Khanjani, F. (2018). Population survey of wintering Steppe (*Aquila nipalensis*) and Imperial Eagles (*Aquila heliaca*) around slaughterhouse and landfill site of Yasouj city from fall 2014 to winter 2017. *Journal of Animal Environment*, 10 (3), 101-106
- [11]. Patton, S. R. (1988). Abundance of gulls at Tampa Bay landfills. *Wilson Bull*, 100, 431-442.
- [12]. Allan, J. (2002). The Costs Of Bird strikes And Bird strike Prevention. In: Clarke L (ed) *Human Conflicts With Wildlife: Economic Considerations*. US Department of Agriculture, Fort Collins, USA pp. 147-153.
- [13]. Ferns, P. N. G.P., M. (2000). Abundance, diet and Salmonella contamination of gulls feeding at sewage outfalls. *Water Research* 34, 2653–2660.
- [14]. Palmgrens, H., Aspan, A., Broman, T., Bengtsson, K., Blomquist, L. Bergstrom, S. (2006). Salmonella in Black-headed gulls (*Larus ridibundus*); prevalence, genotypes and influence on Salmonella epidemiology. *Epidemiological Infection*, 134, 635–44.
- [15]. Ellis, T. M., Bousfield, R. B., Bissett, L. A., Dyrting, K. C. Luk, G. S. M. (2004). Investigation of outbreaks of highly pathogenic H5N1 avian influenza in waterfowl and wild birds in Hong Kong in late 2002. *Avian Pathology* 33, 492–505.
- [16]. Cook, A., Rushton, S. Allan, J. (2008). An Evaluation of Techniques to Control Problem bird Species at landfill sites. *Environmental Management* 41, 834-843.

که هم از جنبه زیست‌محیطی و هم بهداشتی اهمیت دارد، می‌تواند راهکار مناسبی باشد. با توجه به اینکه افزایش پوشش گیاهی و دسترسی به منابع آب باعث افزایش تراکم پرندگان می‌شود مدیریت فضای سبز و سیستم آبیاری نیز می‌تواند بر کاهش جمعیت پرندگان مؤثر باشد. باید توجه داشت که استفاده از یک روش نایستی به‌صورت روزمره در آید چون پرندگان به آن روش عادت می‌کنند و کارایی لازم را نخواهد داشت. در واقع، موفقیت در دورکردن پرندگان وحشی نیاز به زمان‌بندی، پشتکار، سازماندهی و تنوع در استفاده از روش‌های مختلف خواهد داشت.

در ایران، مدیریت پسماند یکی از چالش‌های مهم زیست‌محیطی است و اغلب شهرها در این زمینه با مشکلاتی مواجه هستند. چراکه معمولاً در خاک‌چال‌های موجود در کشورهای درحال-توسعه، نظیر ایران، قوانین مربوط به دفن زباله به شیوه استاندارد رعایت نمی‌شود. سازمان مدیریت پسماند، که وابسته به شهرداری است وظیفه پردازش، دفع و نظارت بر امور پسماند را در شهرها برعهده دارد. حجم بالای زباله در کلان‌شهرها (نظیر تهران)، زمان تفکیک و فرآوری زباله را افزایش داده، بوی نامطبوع ایجاد می‌کند و هجوم پرندگان را موجب می‌شود. با توجه به شرایط حاکم در خاک‌چال‌های شهری در ایران، به نظر می‌رسد که پوشاندن پسماندها و حذف دسترسی پرندگان به منابع غذایی وحشی کم‌هزینه و مؤثر باشد. استفاده از تکنیک‌های دفع، پراکندن پرندگان و ترساندن آنها به‌وسیله بازدارنده‌های صوتی، دیداری و ایجاد موانع نیز به‌عنوان راهکارهای اجرایی، در خاک‌چال‌های شهری در ایران، پیشنهاد می‌شوند.

منابع و مؤاخذ

- [1]. Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J., Hector, A., Hooper, D., Huston, M., Raffaelli, D. Schmid, B. (2001). Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, 294, 804-808.
- [2]. Sharholly, M., Ahmad, K., Mahmood, G. Trivedi, R. C. (2008). Municipal solid waste management in Indian cities. *Waste Management*, 28, 459-467.

Managing Birds in Urban Landfills

Mansoureh Malekian*¹

Worldwide, many bird species are at the risk of extinction for various reasons, including poisoning with chemicals and heavy metals. Habitat degradation had negative impacts on birds and various birds search for food in the rubbish, due to lack of food in their natural habitats. Unsuitable disposal of waste is one of the causes of bird poisoning in garbage dumps. A large amount of waste is produced in cities every day. These human wastes are not only of nutritional value, but also the bacteria and viruses present in them and the residuals of chemicals, drugs and pesticides threaten the life of the birds. Managing the humans -bird interactions in such areas require the recognition of species and reasons for their attraction as well as the assessment of the risks to humans. These species may be rare and threatened by extinction, or contribute to the transmission of diseases by migrating to different regions. In order to control the bird population in landfills, various techniques have been proposed, including restricting the birds' physical access to waste by covering it with thick plastic layers or other materials, outside of working hours by the waste management authorities. Increasing the efficiency of waste processing operations and reducing waste piling time are also effective in reducing the presence of birds. Restoration of natural habitats such as wetlands, in the long term, can help to improve the natural habitat of birds and provide them with natural preys. Managing the vegetation and green spaces, reducing water resources in the environment, and the use of drip irrigation are low-cost methods that help reduce the presence of birds. Scaring off birds, using noise or human presence and installing sonic and ultrasonic bird repeller have been used in different countries and recommended depending on species and regional conditions.

Keywords: Biodiversity, Birds, Garbage, Landfill, Disease Transmission.

* Author for Correspondence, Associate Professor, , Tel: +9833911024; Fax: +9833912840; E-mail: mmalekian@iut.ac.ir

¹ Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Biodiversity, Food Security and Health

Mansoorah Mazaheri^{*,1}, Masoomah Mahmoodi Meymand¹

It is essential to protect biodiversity in sustainable agriculture, food production and human health. Humans need food, shelter and other necessities for life. For this reason, they sometimes change plant species and their environment or reduce biodiversity by using pesticides. Food supply and human health also depend on many factors, including environmental health and ecosystem services. Any change in the ecosystem threatens access to food, water, air and natural or traditional drugs, has effects on natural response of immune system of body to allergen and other pestiferous factors and increase the risk of infection and other diseases such as diabetes and cancer and also mental health. This study addresses the importance of biodiversity conservation in food security as well as human health.

Keywords: Biodiversity, Food Security, Health, Ecosystem, Agriculture

*Author for Correspondence, Assistant Professor. Tel/Fax: 026- 32823176, Email: m_mazaheri@standard.ac.ir

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

The New Coronavirus: From Prevention and Treatment to The Mechanism of Proliferation in Human Body

Faezeh Moosavi-Movahedi^{1,2}, Reza Yousefi^{*, 2}

Because the human immune system is not prepared to deal with the new coronavirus in advance, the rate of spread of this deadly virus is very high in human societies. The origin of this virus is similar to the two viruses in its family, the Middle Eastern Respiratory Syndrome (MERS) or the acute respiratory syndrome (SARS), so all three viruses are transmitted from animal to human. The main route of transmission of the virus is through the respiratory droplets of infected people or contact with infected surfaces and objects. People who care for Covid-19 patients or those who are at the places of attendance of patients infected with the virus are more likely to be exposed to the new coronavirus. The virus has a crown-like protein at its surface that, after binding to the membrane protein receptor (called ACE2), enters healthy cells and then proliferates to create more copies. The presence of this protein receptor, which also plays an important role in controlling blood pressure and function of the heart and lungs, has been demonstrated in various parts of the body such as lungs, heart, blood vessels, kidneys and gastrointestinal tract. Although no effective drug for the treatment of Covid-19 has been introduced so far, the design of antibodies against the corona protein of the new coronavirus or drugs that occupy viral binding site on ACE2 prior to its attachment to the virus is one of the goals of the researchers in the field. The individuals with underlying diseases or patients indicating the increased expression of the ACE2 cell membrane receptor, show more severe symptoms of the disease. As we age, mortality rates in patients with the new coronary virus increase due to lowered immune system and some underlying diseases or both. In the present situation, personal and social health care and applying natural methods to strengthen the immune system seem to be the most important strategies that can be taken to prevent the spread of the disease in human societies.

Keywords: Covid-19, ACE2 Membrane Receptor, Viral Infection, Coronal Protein, Immune System.

* Author for Correspondence, Associate Professor of Shiraz University, Tel: +98 71 36137617, Fax: ++98 71 32280916.
E-mail: ryousefi@shirazu.ac.ir

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

² Protein Chemistry Laboratory (PCL), Department of Biology, College of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran

Free Radicals, Oxidative Stress and Role of the Antioxidants

Fatemeh Ghafari¹, Nasim Kian Vala¹, Samin Haghighi Poodeh², Yahya Sefidbakht^{*,2,3}

Epidemiology studies have showed that free radicals play an important role in health and also during the illness. Free radicles form when there is a lack or addition of extra electron in a molecule which makes them ready to interact rapidly with surrounding biological system in cell. These radicals therefore can react with various targets in cells including genetic material and cell membrane. The uptake of antioxidants can make resistance against the harmful effects of oxidative stress elements. However, there should be a balance between them and therefore the excesses amount of anti-oxidants is not recommended. Here, the free radicals and their effects and control with anti-oxidant are discussed then some life style precautions were explored as natural ways to handle the harmful effects of oxidative stress elements.

Keywords: Free radicals, Oxidative stress, Antioxidants, Health, Life style

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

¹ Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

² Protein Research Center, Shahid Beheshti University, G.C. Evin, Tehran, Iran

³ Nanobiotechnology Laboratory, The Faculty of New Technologies Engineering (NTE) Shahid Beheshti University, G.C Tehran Iran

Insects Amazing Source of Biomimetics and Bioinspiration

Mehdi Zarabi^{1,*}, Narges Khosravi¹

Biomimetics and bioinspiration, is the mimicry or inspiration of living things and natural phenomena to design and build devices and planning of processes that can reduce or delete the damages and hazards that humans may cause to nature due to the use of certain technologies and industrial phenomena. Among animals, insects as a large group with a widespread distribution throughout the world is the most important models for scientists because of their body structure characteristics and amazing behaviors. Successful mimicry of these unique microstructures' models helps solving many problems. There is a huge amount of information in these small biological models. Insect modeling is generally summarized based on seven basic biomimetics areas :(1) Material science and technology, (2) Surfaces science, (3) Science of adhesives, (4) Optics, (5) Photonics, (6) Sensorics and (7) Robotics for different applications. However, mimicry and inspiration for these phenomena of creation are not limited and new knowledge shall discover every day. This article reviews sources of biomimetics and bioinspiration from insects.

Keywords: Biomimetics and Bioinspiration, Insects, Microstructure Models, New Technologies

* Corresponding author, Assistant Professor, Tel: (+9821) 86093042, Fax: 88497324, Email: mzarabi@ut.ac.ir

¹Department of Life Science Engineering, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran

Chemical Outlook on Materials Genesis

Ahmad Shaabani*¹

Methane or marsh gas is one of the simplest, most symmetrical, and stable organic molecules. Methane's half-life is very long and is one of the most abundant organic compounds in nature. In this article, an attempt has been made to hypothesize the chemical creation of matter in nature as: "The origin of the creation and emergence of organic matter in nature is methane, and organic matter in nature is also converted to methane by degradation and decomposition." In this hypothesis, it is believed that not only the endpoint and destruction of organic matter but also the originating and constitutive point of organic matter lead to methane, on the other hand, methane in the material world is the primary and final. It has been tried to present causes and evidence, such as the persistence and abundance of methane, the decomposition, and the conversion of organic matter to methane in nature, the Miller experiment on the synthesis of organic matter and amino acids from methane, the Big Bang scenarios of the emergence of other elements from the carbon element and the abundance of carbon after hydrogen, helium, and oxygen on a mass basis, methane hypothesis of primary carbon source of creation organic matter in nature to carbon dioxide, to support this hypothesis.

Keywords: Chemical Outlook, Materials Genesis, Methane, Organic Matter, Big Bang, Nature, Carbon Dioxide, Water, Clay.

*Author for Correspondence, Professor, Tel: +982129902800, Fax: +982122431663, E-mail: a-shaabani@sbu.ac.ir

¹ Faculty of Chemistry, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Human Health: Balance with Creation and Human Inner Nature

Ali Akbar Moosavi-Movahedi^{*,1}

Creation has a high spirituality and human is the abstract of the universe and has dignity of creation. Human health is the result of maintaining a balance between human nature with that of external state. Any deviations from these natural states lead to an unbalance condition in human life resulting to unhealthy consequences. Therefore, understanding of our inner self is considered to be the basic requirement for maintaining human health and welfare. On this line, human in search of universal knowledge, needs to develop self-knowledge. It is under this condition that he/she would be able to appreciate the value of inner self and not to cause any harm for self under which he/she will also not do any harm to others. Man using his limited knowledge about nature and himself, has been able to develop numerous technologies some of which have caused harm and losses to self and others. Today, some of these technologies have brought welfare and wellbeing to human life that are to be recognized and appreciated. There have also been others that have been destructive and are source of pollution by producing free radicals that are considered to be destructive to human, biodiversity and existence. These free radicals are the source of certain illness and destroy the balance of natural life. It is necessary that we enhance our multifaceted interdisciplinary knowledge especially in the line of biomimetic and bio-inspiration in order to develop technologies that are environmentally safe and where we put high priority for consideration of moral principles, sustained living environment requirements, and be coherent with healthy human life that would result in high standards, peaceful living conditions and promote the tranquility lifestyle.

Keywords: Creation of Universe, Universal Life, Human Inner Nature, Natural Health, Life Style, Life Pattern, Biomimetic, Morality, Free Radicals, Illness

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

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

The Role of Advanced Measuring Instruments in Scientific Development and National Pride

State-of-the-art tools and equipment are needed to enable new fundamental discoveries and increase scientific productivity. In the nineteenth century, researchers turned to charities and private organizations to provide scientific measurement tools, and governments were not scientifically supported in universities, but in the twentieth century governments became somewhat familiar with science and started to support the universities for advancement of science and invested in the provision of scientific equipment.

Science is like invisible forces and not seen or understood by everyone, but science is the basic foundation of progress, health, safety and power for society and every country. Anyone who invests in the development of these invisible forces, called science, has come to realize after a time that the product is spectacular and understandable, with great benefits and added value. So, investing in science will generate high-tech technologies and industries, but the science will also control environmental waste and harmful technologies and polluting industries. For example, the current issue of the country and other countries about the new coronavirus (COVID-19) as an emerging disease requires more advanced knowledge, science, medical diagnostic methods in addition to perseverance, courage and self-sacrifice.

One of the key parameters in the advancement of science is having advanced measuring instruments. The leading countries in the science are leading in high throughput measuring instruments. Therefore, it is essential to invest in such tools. Investments in developing instrumentation in universities typically involve a variety of costs. These include:

- Investing for construction of accurate tools based on existing knowledge, then expand them gradually with collaboration with eminent researchers
- Direct cost for purchasing instrumentation and its parts and components that have advanced or unique capabilities
- Integrating devices or components to enhance precision measurements and make the instrument more efficient.
- Establish central or national or regional laboratories or integrate some laboratories
- Maintain and retrieve tools in research laboratories and rebuild and update new and more advanced parts.
- Creation of service and repair systems, production of spare parts and upgrading of measuring devices

Another important point to note is the power of each country's instruments to change its political equations. If in the region new advanced instruments are existed for high-throughput accurate scientific measurement, but not existed the same in Iran, the people of Iran are culturally damaged. One of the most important places of scientific discovery and great scientific achievement is national pride. The nation, philanthropists, and private and government organizations are therefore urged to invest in science advancement in universities and schools, especially in support of the construction of advanced scientific equipment with great effort. The offspring of this borderland have endowed divine talents that deserve to be supported by them for scientific flight.

Ali A. Moosavi-Movahedi
Editor-in-Chief



Contents

Editorial: The Role of Advanced Measuring Instruments in Scientific Development and National Pride	1
Human Health: Balance with Creation and Human Inner Nature	
Ali Akbar Moosavi-Movahedi	2
Chemical Outlook on Materials Genesis	
Ahmad Shaabani.....	3
Insects Amazing Source of Biomimetics and Bioinspiration	
Mehdi Zarabi, Narges Khosravi.....	4
Free Radicals, Oxidative Stress and Role of the Antioxidants	
Fatemeh Ghafori, Nasim Kian Vala, Samin Haghighi Poodeh, Yahya Sefidbakht	5
The New Coronavirus: From Prevention and Treatment to The Mechanism of Proliferation in Human Body	
Faezeh Moosavi-Movahedi, Reza Yousefi.....	6
Biodiversity, Food Security and Health	
Mansoor Mazaheri, Masoomah Mahmoodi Meymand	7
Managing Birds in Urban Landfills	
Mansoor Malekian	8

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: X 8003-539

Publisher: Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran

Web Coordinator: Zahra Moosavi-Movahedi

Address: No.7, Qarib Street, before Forsat Shirazi St, Tehran, Iran.

Tel/Fax: (+9821) 66577884

Foundation Website: www.fast-iran.ir

Website of Journal: www.sciencecultivation.ir

Email: info@sciencecultivation.ir

In the Name Of
God

Science Cultivation

Journal of Enculturation and Policy Making of Science, Innovation and Technology

Vol. 10, No.1, January 2020

ISSN: X8003-539

- Editorial
- Human Health: Balance with Creation and Human Inner Nature
- Chemical Outlook on Materials Genesis
- Insects Amazing Source of Biomimetics and Bioinspiration
- Free Radicals, Oxidative Stress and Role of the Antioxidants
- The New Coronavirus: From Prevention and Treatment to The Mechanism of Proliferation in Human Body
- Biodiversity, Food Security and Health
- Managing Birds in Urban Landfills



RICeST



ISC



fast-Iran

Foundation for the Advancement of Science
and Technology In Iran