



نشریه علمی - ترویجی



مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری



پایگاه استنادی علوم جهان اسلام



fast-Iran

بنیاد پیشبرد علم و فناوری

- سخن نخست
- بررسی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۷
- آیین نگارش و سخنرانی علمی
- برندگان جایزه نوبل ۲۰۱۷ در حوزه علوم پایه و پزشکی
- تغییرات اپی‌ژنتیک و سبک زندگی
- کرم خاکی، کرم پالایی و سایر فناوری‌ها
- اهمیت اثر رایحه یا بو در سلامت انسان
- اهمیت گردشگری سلامت با تأکید بر گردشگری پزشکی
- ظرفیت‌ها و ارزش‌های طبیعی و فرهنگی توده کوهستانی سبلان برای ثبت در فهرست میراث جهانی یونسکو

نشاء علم

نشریه فرهنگ سازی و سیاست گذاری علم، نوآوری و فناوری
سال هشتم، شماره اول - دی ماه ۱۳۹۶، قیمت ۱۵۰۰۰ ریال

بِسْمِ اللَّهِ 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

هیأت 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 صبوری، نصرت ا.... ضرغام، محمدرضا عارف، محمد فرهادی، کیوان کوشا، مهدی محقق، عباس مصلی نژاد، رضا ملک زاده، حمید میرزاده، جعفر مهرداد، 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 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 بازگوکننده 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)

وبگاه بنیاد:

<http://fast-iran.ir>

<http://sciencecultivation.ir>

info@sciencecultivation.ir

وبگاه نشریه نشاء علم:

نشانی الکترونیک نشریه نشاء علم:

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
سخن نخست.....	۱
بررسی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۷ / علی اکبر صبوری.....	۲
آیین نگارش و سخنرانی علمی / ارشمید نهال.....	۱۴
برندگان جایزه نوبل ۲۰۱۷ در حوزه علوم پایه و پزشکی / فرید نصیری، علی اکبر موسوی موحدی	۲۳
تغییرات اپی ژنتیک و سبک زندگی / علی محمد بنائی مقدم.....	۳۰
کرم خاکی، کرمپالایی و سایر فناوری‌ها / مهدی ضرابی، سیده نازیلا جعفری فرجام، اشرف السادات حاتمیان زارمی.....	۴۰
اهمیت اثر رایحه یا بو در سلامت انسان / زهرا سراج، عارفه سیدعربی.....	۵۱
اهمیت گردشگری سلامت با تأکید بر گردشگری پزشکی / مهدی ابراهیمی، سید امیرحسین طیبی ابوالحسنی.....	۵۶
ظرفیت‌ها و ارزش‌های طبیعی و فرهنگی توده کوهستانی سبلان برای ثبت در فهرست میراث جهانی یونسکو / بهروز افخمی.....	۶۵

پیشرفت علم با همکاری

امروز علم با همکاری‌های علمی پیشرفت می‌نماید. همکاری علمی از منفعت‌های زیادی برخوردار است. شاید مهم‌ترین بخش یک تحقیق، ارائه یک طرح‌نامه (پروپوزال) منطقی برای حل یک معضل علمی و یا اجتماعی باشد. بدین معنی که هر تحقیق احتیاج به یک سؤال ارزشمند علمی دارد که در متون علمی گزارش نشده باشد. برای یافتن یک سؤال ارزشمند علمی نیاز به مباحثه با خردمندان و دانشمندان و پژوهشگران می‌باشد. دعوت از شخصیت‌های علمی باتجربه نیاز مبرم برای تعریف یک طرح‌نامه اصیل و غنی از مطلب می‌باشد. از دیگر معیارهای پیشرفت علمی در علوم تجربی موضوع اندازه‌گیری دقیق در مقیاس‌های بسیار ریز می‌باشد. خرید دستگاه‌های اندازه‌گیری دقیق برای یک محقق شاید آن‌طور ساده نباشد اما همکاری علمی با دیگران که دارای دستگاه‌های اندازه‌گیری متفاوت هستند بسی ساده‌تر می‌باشد. از دیگر موضوعات مهم پیشرفت علم انتشار آن در نشریات علمی معتبر جهان است. نوشتن یک مقاله که گزارش نوآوری و کشف یک محقق می‌باشد نیاز به ویراستاری علمی ادبی به زبان بین‌المللی دارد که نیاز به همکاری با دیگران می‌باشد. از دیگر موضوعات مهم پیشرفت علم وارد شدن در حوزه علوم بین‌رشته‌ای است که این موضوع هم نیاز به همکاری با سایر پژوهشگران و اندیشمندان دارد. پیشرفت علم موجب رفع مشکلات می‌شود. بیشتر اوقات ریشه مشکل در جای دیگر است که با پژوهش، نگاه علمی و عقلانیت آن معضل حل می‌شود. لذا می‌باید راه‌های همکاری علمی برای پیشرفت علم در سطح ملی و بین‌المللی تقویت گردد و مورد پشتیبانی مسئولان ذیربط قرار گیرد.

علی اکبر موسوی موحدی

سردبیر

بررسی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۷

علی اکبر صبوری^{۱*}

چکیده

بر اساس تعداد نمایه‌های ثبت شده در وبگاه علم مؤسسه اطلاعات علمی تامسون رویترز در سال ۲۰۱۷، تعداد اسناد علمی منتشر شده ایران در علوم ۳۸۰۰۳ (۱/۹۷ درصد مقدار جهانی و رتبه هفدهم جهان)، در علوم اجتماعی ۲۱۹۲ (۰/۶۸ درصد مقدار جهانی و رتبه بیست و هشتم جهان) و در علوم انسانی و هنر ۱۶۸ (۰/۱۵ درصد مقدار جهانی و رتبه چهل و هفتم جهان) و در مجموع ۳۸۶۷۶ (۱/۷۸ درصد مقدار جهانی و رتبه هفدهم جهان) می‌باشد. افزایش تعداد اسناد علمی ایران نسبت به سال قبل ۸/۳ درصد بوده است که در مقایسه با سال ۲۰۱۶ (۱۲/۸ درصد) از شتاب کمتری برخوردار بوده است. در مجموع اسناد علمی منتشرشده، برای اولین بار، رتبه ایران نسبت به ترکیه بالاتر قرار گرفت: رتبه ایران با سهم ۱/۷۸ درصدی ۱۷ و ترکیه با سهم ۱/۶ درصدی ۱۹ بوده است. لذا رتبه ایران یک پله صعود و ترکیه دو پله سقوط نسبت به سال قبل را نشان می‌دهد؛ اما ترکیه در دو حوزه علوم اجتماعی با رتبه ۲۱ (۱/۰۶ درصد سهم جهانی) و حوزه علوم انسانی و هنر با رتبه ۲۷ (۰/۴۴ درصد سهم جهانی) از ایران پیشی دارد. رتبه ایران در حوزه علوم اجتماعی ۲۸ و در حوزه علوم انسانی و هنر ۴۷ بوده است. همچون سال گذشته، کشورهای امریکا، چین و انگلستان به ترتیب با ۲۷/۷، ۱۶/۹ و ۷/۰ درصد سهم از تولید اسناد علمی جهان در رده‌های یک تا سه قرار داشته‌اند. دانشگاه‌های تهران، علوم پزشکی تهران، امیرکبیر، علوم پزشکی شهید بهشتی و تربیت مدرس، به ترتیب، پنج دانشگاه برتر دولتی اسناد تولید علم در سال ۲۰۱۷ بوده‌اند. شانزده و نیم درصد اسناد علمی تولیدی سال ۲۰۱۷ نیز متعلق به مجموعه دانشگاه‌های آزاد اسلامی بوده است که نسبت به سال گذشته یک درصد کاهش نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: اسناد علمی، همکاری علمی، مشارکت دانشگاهی، وبگاه علم، مؤسسه اطلاعات علمی تامسون رویترز

* عهده‌دار مکاتبات، استاد دانشگاه تهران، تلفن: ۶۶۹۵۶۹۸۴، دورنگار: ۶۶۴۰۴۶۸۰، پست الکترونیکی: saboury@ut.ac.ir

□ مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران

مقدمه

تعداد بیشتری از آنها همراه با رشد رتبه در رتبه‌بندی‌های مشهور جهانی هستیم.

در حال حاضر، نشریات تحت پوشش پایگاه وبگاه علم (WOS) مؤسسه تامسون رویترز، در سه بخش اصلی مؤسسه، شامل نمایه‌های توسعه داده شده علوم (SCIE) با ۹۰۵۹ نشریه، علوم اجتماعی (SSCI) با ۳۳۴۶ نشریه و علوم انسانی و هنر (A&HCI) با ۱۸۱۶ نشریه، مبنای سنجش علم قرار گرفته است. در سال ۲۰۱۵، فهرست نمایه استنادی جدیدی به نام نمایه‌های استنادی منابع در حال ظهور (ESCI) معرفی شد که در پایگاه وبگاه علم امروزه ۷۵۱۲ نشریه را تحت پوشش قرار داده و در صورت کسب تعداد آستانه ارجاعات، نشریات این مجموعه می‌توانند متعاقباً در فهرست‌های اصلی توسعه داده شده علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی و هنر قرار گیرند. از ایران، ۴۲ نشریه در SCIE (دارای فاکتور تأثیر می‌باشند) و ۹۰ نشریه در ESCI نمایه می‌شود. تعداد نشریات ایرانی نمایه شده در پایگاه اسکوپوس ۱۷۱ مورد می‌باشد.

برای استخراج داده‌های اطلاعات علمی کشورمان، از پایگاه WOS استفاده شد. در بخش جستجوی پیشرفته مؤسسه، با نوشتن کلمه CU=Iran در عنوان جستجو، انتخاب همه سال‌ها و انتخاب یکی از بانک‌های علوم (SCIE)، علوم اجتماعی (SSCI) و علوم انسانی و هنر (A&HSCI) و یا همه بانک‌ها، نمایه‌های کشور استخراج و آنگاه تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار مؤسسه، در خصوص رده‌بندی موضوعات، مؤسسات، نوع سند و سال انتشار سند انجام و تدوین شد. یکی از تجزیه و تحلیل‌هایی که انجام شد، برحسب سال انتشار اسناد علمی است. سال انتشار اسناد علمی با سال نمایه شدن در پایگاه WOS می‌تواند متفاوت باشد. در این مقاله، تنها به سال انتشار اسناد علمی (چاپ شده بر روی نشریات) تمرکز شده است. استخراج داده‌ها در بیست و دوم ماه پنجم میلادی (می) سال ۲۰۱۸ صورت گرفت تا داده‌های سال ۲۰۱۷ میلادی تقریباً کامل باشد. با این حال، تغییراتی در ماه‌های بعد اتفاق می‌افتد که در تجزیه و تحلیل‌های ما زیاد تأثیرگذار نخواهد بود.

روند تغییرات چاپ اسناد علمی ایران

بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از پایگاه اطلاعات علمی WOS مؤسسه تامسون رویترز، در سال ۲۰۱۷، تعداد اسناد علمی

در ادامه بررسی‌های انجام شده روی اسناد علمی کشورمان در طول سال‌های گذشته [۱-۱۷]، اینک نوبت گزارش و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به سال ۲۰۱۷ میلادی است. در طول دو دهه گذشته، برای گزارش و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به اسناد علمی کشور، همواره از پایگاه اطلاعات علمی وبگاه علم (Web of Science: WOS) مؤسسه تامسون رویترز استفاده شده است. تامسون رویترز در آمریکا و اسکوپوس در اروپا، دو مؤسسه اطلاعات علمی استنادی در رقابت با همدیگر می‌باشند. استانداردهای سخت‌گیرانه‌تر در گزینش نشریات برای نمایه‌سازی به همراه سابقه طولانی‌تر در ارائه خدمات اطلاعات علمی، باعث شده است که نمایه‌های مؤسسه اطلاعات علمی تامسون رویترز در آمریکا مبنای بسیاری از سنجش‌ها و رده‌بندی‌های تولیدات علمی قرار گیرد. تعداد نمایه‌های ثبت شده در مؤسسه اطلاعات علمی تامسون رویترز در سال ۲۰۰۰ میلادی رتبه ایران در تعداد اسناد علمی تولیدی ۴۸ بوده و تا سال ۲۰۱۱ میلادی هر سال بهبود پیدا کرده و به رتبه ۲۰ رسیده است. در طول پنج سال (فاصله سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۱۵)، رتبه کشورمان در تولید اسناد علمی بیستم و ثابت باقیمانده است. در سال ۲۰۱۶، ایران با مشارکت ۱/۶۳ در صدی در تولید و انتشار اسناد علمی در رتبه هیجدهم قرار گرفت و پس از ترکیه (با سهم ۱/۷۶ درصدی و در رتبه هفدهم) مقام دوم را در منطقه کسب کرد. هم‌اکنون در سال ۲۰۱۷ ایران از ترکیه پیشی گرفته است. از نظر تعداد اسناد منتشر شده، ایران توانسته بود در سال ۲۰۰۱ از عربستان سعودی و در سال ۲۰۰۹ از اسرائیل پیشی بگیرد و از این پس همواره ترکیه رقیب کشور ما بوده است. توجه بیش‌ازحد روی رشد کمیت تولیدات علمی در طول دو دهه گذشته سبب ناهنجاری‌هایی در حوزه تحقیقات کشور شد، اما مسیر آن همواره درست بوده است. اکنون در کشور توجه بیشتری به کیفیت تولیدات علمی می‌شود و با وضع قوانینی هرچند ناکافی در سال‌های اخیر، امید می‌رود که کشور به جایگاه بهتری از نظر کیفیت هدایت شود و از تأثیرات آن جامعه هم بتواند بهره‌مند شود. بهترین شاهد این ادعا، ورود دانشگاه‌های کشور در رتبه‌بندی‌های جهانی است که هر سال شاهد آشکار شدن

بالاتر قرار گرفت: رتبه ایران با سهم ۱/۷۸ درصدی ۱۷ و ترکیه با سهم ۱/۶ درصدی ۱۹ بوده است و لذا رتبه ایران یک پله صعود و ترکیه دو پله سقوط نسبت به سال قبل نشان می‌دهد؛ اما ترکیه در دو حوزه علوم اجتماعی با رتبه ۲۱ (۱/۰۶ درصد سهم جهانی) و حوزه علوم انسانی و هنر با رتبه ۲۷ (۰/۴۴ درصد سهم جهانی) از ایران پیشی دارد. سهم مشارکت اسرائیل (قدس اشغالی) و عربستان سعودی در تولید اسناد علمی جهان در سال ۲۰۱۷، به ترتیب، ۰/۸۴ درصد و ۰/۷۴ درصد می‌باشد که در مقایسه با سال ۲۰۱۶ (به ترتیب ۰/۸۵ درصد و ۰/۷۵ درصد)، تغییری نداشته است.

رتبه ایران در مجموع اسناد علمی منتشرشده در سال ۲۰۰۰ میلادی ۴۸ بوده که تا سال ۲۰۱۱ میلادی هر سال بهبود پیدا کرده و به رتبه بیستم رسیده است و پس از پنج سال (۲۰۱۵-۲۰۱۱) توقف در این رتبه، در سال ۲۰۱۶ به رتبه هیجدهم و اکنون در سال ۲۰۱۷ به رتبه هفدهم ارتقا یافته است. شکل (۳) درصد سهم و رتبه ایران در تولید مجموع اسناد علمی از سال ۲۰۰۰ به بعد را نشان می‌دهد. در مجموع اسناد علمی منتشرشده، ایران توانسته بود در سال ۲۰۰۱ از عربستان سعودی و در سال ۲۰۰۹ از اسرائیل (قدس اشغالی) پیشی بگیرد و حال در سال ۲۰۱۷ از ترکیه پیش افتاده است.

پایگاه اطلاعات علمی وبگاه علم در اواسط آگوست سال ۲۰۱۸ میلادی نشان می‌دهد که ۱۷۴۶ مقاله پر ارجاع (در دوره ده‌ساله اخیر) و ۹۹ مقاله داغ (در دوره دو ساله اخیر)، ثبت شده است. رشد تعداد مقالات پر ارجاع در طول یک دهه اخیر، در شکل (۴) نشان داده شده است که حکایت از افزایش کیفیت مقالات کشور است.

برای یک بررسی کیفی و مقایسه‌ای، تعداد مقالات پر ارجاع و داغ کشور و همچنین شاخص هریش (h-index) ایران همراه با چند کشور دیگر در جدول (۱) داده شده است. این اطلاعات مربوط به اواسط آگوست سال ۲۰۱۸ می‌باشد. در همه این شاخص‌ها، ترکیه و عربستان سعودی به‌عنوان رقیبان علمی منطقه‌ای از ما پیشی دارند. این در حالی است که در انتهای سال ۲۰۱۲ میلادی (حدود پنج سال قبل)، شاخص هریش ایران ۲۴۵ و از آن عربستان سعودی ۲۲۸ و برای ترکیه ۳۳۹ بوده است. رشد شاخص‌های کیفیت علم در عربستان در

انتشاریافته ما در حوزه علوم ۳۸۰۰۳ (۱/۹۷ درصد مقدار جهانی و رتبه ۱۷)، در حوزه علوم اجتماعی ۲۱۹۲ (۰/۶۸ درصد مقدار جهانی و رتبه ۲۸)، در حوزه علوم انسانی به‌علاوه هنر ۱۶۸ (۰/۱۵ درصد مقدار جهانی و رتبه ۴۷) و در مجموع ۳۸۶۷۶ (۱/۷۸ درصد مقدار جهانی و رتبه ۱۷) بوده است. رتبه کشور نسبت به سال گذشته میلادی، در حوزه علوم یک پله صعود داشته و برای حوزه علوم اجتماعی چهار پله و برای حوزه علوم انسانی و هنر هم یک پله صعود مشاهده می‌شود. در مجموع رتبه علمی کشور، پس از پنج سال (۲۰۱۱-۲۰۱۵) توقف در رتبه بیستم، در سال ۲۰۱۶ به رتبه هیجدهم و در سال ۲۰۱۷ به رتبه هفدهم ارتقا یافته است. افزایش تعداد اسناد علمی ایران نسبت به سال قبل ۸/۳ درصد بوده است که در مقایسه با سال ۲۰۱۶ (۱۲/۸ درصد) از شتاب کمتری برخوردار بوده است. در سال ۲۰۱۷، در پایگاه نشریات نوظهور (ESCI) وبگاه علم، تعداد اسناد علمی نمایه شده کشور ۱۰۳۴۴ مورد بوده است؛ این نشریات فاقد فاکتور تأثیر می‌باشند. در تمام موارد فوق، منظور از اسناد علمی همه مقالات کامل، مقالات مروری، مقالات کوتاه، مقالات کامل و چکیده مقالات منتشر شده در نشریات، مواد هیئت تحریریه‌ای و اصلاحیه‌هاست. در شکل (۱) روند تغییرات رو به رشد تعداد کل اسناد علمی کشور در طول بیست سال گذشته، در هر کدام از سه حوزه علوم (الف)، علوم اجتماعی (ب) و علوم انسانی به‌علاوه هنر (ج) به تفکیک و همچنین در مجموع (د) نشان داده شده است.

رتبه‌بندی کشورهای مختلف بر اساس تعداد اسناد علمی نمایه شده در سال ۲۰۱۷ در پایگاه اطلاعات علمی WOS تامسون رويترز، در هر کدام از سه حوزه علوم (الف)، علوم اجتماعی (ب) و علوم انسانی به‌علاوه هنر (ج) به تفکیک و همچنین در مجموع (د) در شکل (۲) نشان داده شده است. در مجموع نمایه‌های ثبت شده، امریکا، چین و انگلستان به ترتیب با ۲۷/۷، ۱۶/۹ و ۷/۰ درصد سهم از تولید اسناد علمی جهان در رده‌های یک تا سه قرار دارند. نسبت به سال قبل، سهم چین یک درصد افزایش داشته است. افزایش تعداد اسناد علمی ایران نسبت به سال قبل ۸/۳ درصد بوده است که در مقایسه با سال ۲۰۱۶ (۱۲/۸ درصد) از شتاب کمتری برخوردار بوده است. در مجموع اسناد علمی منتشرشده، برای اولین بار، رتبه ایران نسبت به ترکیه

علمی کشور قید شده است. در کل، میزان همکاری‌های علمی بین‌المللی ما نسبت به سال قبل از رشد خوبی برخوردار بوده است.

نام ۷۱۰۸۷ نفر نویسنده در فهرست نویسندگان ۳۸۶۷۶ سند علمی ایران در سال ۲۰۱۷ میلادی وجود دارد. نام یک نفر در ۲۶۴ سند علمی (بیشترین مقدار) تکرار شده است. نام حدود ۶۰۰ نفر در بیش از یکصد سند علمی تکرار شده است که بسیاری از آنها خارجی هستند.

میزان مشارکت دانشگاه‌های ایران در تولید اسناد علمی منتشر شده در سال ۲۰۱۷

سهم دانشگاه‌های برتر کشور در کسب نمایه‌های بیشتر سال ۲۰۱۷ در شکل (۶) نشان داده شده است. دانشگاه تهران با ۳۳۹۰ (۸/۸ درصد کشور) و دانشگاه علوم پزشکی تهران با ۳۰۴۹ (۷/۹ درصد کشور) سند علمی منتشر شده به ترتیب در مقام اول و دوم قرار گرفته است. دانشگاه صنعتی امیرکبیر با ۱۸۳۷ (۴/۸ درصد کشور)، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی با ۱۷۸۶ (۴/۶ درصد کشور)، دانشگاه تربیت مدرس با ۱۷۸۰ (۴/۶ درصد کشور) و دانشگاه صنعتی شریف با ۱۴۴۱ (۳/۷ درصد کشور) جایگاه سوم تا ششم رده‌بندی را گرفته‌اند. مجموعه کل دانشگاه‌های آزاد اسلامی کشور، با انتشار ۶۳۹۷ سند علمی در سال ۲۰۱۷ میلادی توانسته است ۱۶/۵ درصد اسناد علمی کشور را تولید نماید.

اطلاعات پایگاه شاخص‌های اساسی علم مؤسسه تامسون رویترز (ESI) نشان می‌دهد که تعداد دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی پژوهشی یک درصد برتر کشور به ۴۸ مورد رسیده است. هیجده دانشگاه جامع شامل دانشگاه تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشگاه شیراز، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه تبریز، دانشگاه شهید بهشتی، دانشگاه اصفهان، دانشگاه رازی، دانشگاه گیلان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشگاه کاشان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشگاه ارومیه، دانشگاه سمنان، دانشگاه یزد، دانشگاه یاسوج، دانشگاه الزهرا و دانشگاه خلیج فارس در این فهرست حضور دارند. نه دانشگاه صنعتی این فهرست هم شامل دانشگاه‌های صنعتی امیرکبیر، صنعتی شریف، علم و صنعت ایران، صنعتی اصفهان، صنعتی خواجه نصیر، صنعتی نوشیروانی بابل، صنعتی شاهرود، صنعتی سهند و صنعتی شیراز می‌باشد.

جدول ۱: شاخص‌های بررسی کیفیت مقالات در چند کشور برای مقایسه با ایران. این شاخص‌ها در اواسط آگوست سال ۲۰۱۸ از پایگاه وبگاه علم تامسون رویترز استخراج شده‌اند.

تعداد مقالات داغ	تعداد مقالات	شاخص هریش	کشور
۴۸۶	۱۷۷۹۱	۱۱۸۵	آلمان
۱۸۵	۵۰۵۹	۸۶۳	سوئد
۹۵	۲۲۶۱	۶۹۵	اسرائیل (قدس اشغالی)
۱۵۸	۴۳۴۳	۵۶۳	کره جنوبی
۱۲۱	۳۴۴۵	۵۲۵	هند
۱۱۸	۲۰۶۷	۵۰۶	لهستان
۹۹	۲۸۹۷	۴۸۶	سنگاپور
۵۵	۱۴۴۵	۳۵۵	ترکیه
۱۳۹	۲۱۰۵	۲۷۹	عربستان سعودی
۹۹	۱۷۴۶	۲۵۸	ایران
۴۶	۱۰۳۷	۲۴۰	مالزی
۶۱	۷۸۴	۲۲۳	پاکستان

سال‌های اخیر محرز است و این ناشی از شریک شدن این کشور در مقالات چاپ شده در نشریات خیلی خوب جهان نظیر Nature و Science می‌باشد. جدول (۱) نشان می‌دهد که اگرچه از نظر کمیت اسناد علمی، کشور ما رشد خوبی داشته است اما از کشورهای عقب‌تر خود در این مقاله (مانند لهستان، سوئد و سنگاپور) از شاخص‌های کیفی پایین‌تری برخوردار است.

مشارکت ایران با کشورهای مختلف در تولید اسناد علمی در سال ۲۰۱۷

تعداد اسناد علمی کشور که با مشارکت دیگر کشورها حاصل شده است در شکل (۵) نشان داده شده است. ایران بیشترین همکاری علمی را با کشور ایالات متحده آمریکا داشته است. در ۲۶۱۷ سند علمی ایران (۶/۵ درصد اسناد ایران)، آدرس آمریکا هم به عنوان شریک اول علمی آورده شده است که در مقایسه با سال قبل (۶/۱ درصد اسناد مشترک) از رشد خوبی برخوردار بوده است. کانادا، ایتالیا، آلمان، انگلستان و استرالیا شرکای علمی بعدی هستند که نام هر یک در بیش از دو درصد اسناد

از سوی دیگر، بر پایه گزارش سال ۲۰۱۷ **نظام رتبه‌بندی شانگهای**، نام دانشگاه‌های مختلف کشور در موضوعات مختلف بارها در زمره مؤسسات برتر آمده است: نظام رتبه‌بندی شانگهای در سال ۲۰۱۸ میلادی برای دومین سال، رتبه‌بندی موضوعی دانشگاه‌های برتر دنیا را منتشر کرده است. در رتبه‌بندی موضوعی شانگهای در این سال، رتبه‌بندی در ۵۴ رشته در قالب ۵ حوزه کلی شامل حوزه مهندسی (۲۲ رشته)، حوزه علوم پایه (۸ رشته)، حوزه علوم زیستی (۴ رشته)، حوزه علوم پزشکی (۶ رشته) و حوزه علوم اجتماعی (۱۴ رشته) و بر پایه پنج سنجه گوناگون صورت گرفته است. در رشته مهندسی دریا، دانشگاه صنعتی امیرکبیر با رتبه ۴۱ در جمع ۴۴ دانشگاه برتر این حوزه قرار دارد. در رشته مهندسی معدن، نام هفت دانشگاه (تهران، آزاد اسلامی، صنعتی امیرکبیر، صنعتی اصفهان، باهنر کرمان، صنعتی شاهرود و تربیت مدرس) در جمع ۱۰۰ دانشگاه برتر در این حوزه دیده می‌شود. در رشته منابع آب، نام پنج دانشگاه (تهران، تبریز، آزاد اسلامی، صنعتی اصفهان و دانشگاه تربیت مدرس) در جمع ۲۰۰ دانشگاه برتر جهان حضور دارند. در رتبه‌بندی موضوعی شانگهای، شاهد حضور دانشگاه‌های برتر کشور در پنج رشته مهم علوم پایه شامل ریاضی، فیزیک، شیمی، زمین‌شناسی و علوم جوی در جمع ۵۰۰ دانشگاه برتر جهان هستیم. در رشته مهندسی شیمی، بیشترین حضور تعداد دانشگاه‌های ایران به چشم می‌خورد. در رشته مهندسی شیمی از ایران، با افزایش تعداد از ۹ دانشگاه در سال ۲۰۱۷ به ۲۱ دانشگاه در سال ۲۰۱۸، دانشگاه آزاد اسلامی، صنعتی امیرکبیر، دانشگاه تهران، صنعتی شریف، علم و صنعت، صنعتی اصفهان، تربیت مدرس، صنعتی نوشیروانی بابل، دانشگاه تبریز، فردوسی مشهد، دانشگاه رازی، صنعتی سهند، دانشگاه کاشان، دانشگاه اصفهان، دانشگاه یاسوج، دانشگاه بوعلی سینا، خواجه نصیر طوسی، دانشگاه سمنان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشگاه گیلان در جمع ۵۰۰ دانشگاه برتر حضور داشتند. در آخرین رتبه‌بندی کلی دانشگاه‌ها در همین نظام در سال ۲۰۱۸، دانشگاه تهران در رتبه ۳۰۱-۴۰۰ و دانشگاه صنعتی امیرکبیر در رتبه ۴۰۱-۵۰۰ قرار گرفته‌اند. به علاوه، یازده دانشگاه دیگر ایران نیز در رتبه‌های ۱۰۰۰-۵۰۰ قرار گرفته‌اند.

یازده دانشگاه علوم پزشکی شامل تهران، شهید بهشتی، شیراز، اصفهان، تبریز، مشهد، ایران، کرمان، بقیه‌الله (عج)، مازندران، زاهدان، کردستان، کرمانشاه، جندی‌شاپور اهواز و اراک در این فهرست دیده می‌شوند. همچنین چهار پژوهشگاه شامل پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، انستیتو پاستور ایران، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران و جهاد دانشگاهی و دو دانشگاه بزرگ آزاد اسلامی و پیام نور در جمع مؤثرترین‌های دنیا رؤیت می‌شوند.

در سال ۲۰۱۷، دانشگاه‌های برتر کشور توانسته‌اند در رده‌بندی‌های جهانی حضور خود را بهتر نمایند. در این سال، هیجده دانشگاه از ایران در رتبه‌بندی **جهانی مؤسسه آموزش عالی تایمز (Times Higher Education; THE)** جزو برترین مؤسسات علمی قرار گرفته‌اند که این تعداد در سال ۲۰۱۶، سیزده مؤسسه ایرانی بوده است. دانشگاه‌های صنعتی نوشیروانی بابل، صنعتی امیرکبیر، علم و صنعت ایران، صنعتی اصفهان، صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، صنعتی شریف، تبریز، تهران، علوم پزشکی تهران، فردوسی مشهد، گیلان، اصفهان، شهید بهشتی، شیراز، الزهرا (س)، بیرجند، یزد و زنجان توانسته‌اند در ۲۷ موضوع مختلف به ترتیب در جایگاه نخست تا هجدهم ملی قرار گرفته‌اند. ۱۴ مؤسسه از ۱۸ مؤسسه ایرانی، در فهرست ۱۰۰۰ مؤسسه برتر قرار گرفته‌اند. دانشگاه‌های ایرانی در رشته‌های باستان‌شناسی، جامعه‌شناسی، هنر و طراحی، علوم ارتباطات و مطالعات رسانه رتبه‌ای در میان هزار دانشگاه برتر دنیا نداشته‌اند.

بر پایه آخرین گزارش نظام رتبه‌بندی **کیو/اس (QS)**، فهرست هزار دانشگاه و مؤسسه آموزشی و پژوهشی جهان منتشر شده است که نام شش دانشگاه ایرانی در فهرست این رتبه‌بندی قرار گرفته‌اند. در این نظام رتبه‌بندی، رتبه دانشگاه‌های «صنعتی شریف» ۴۳۲، «صنعتی امیرکبیر» ۴۹۸، «علم و صنعت» ۶۵۰-۶۰۱، «تهران» ۷۵۰-۷۰۱، «شهید بهشتی» ۱۰۰۰-۸۰۱، «شیراز» ۸۰۱-۱۰۰۰ و به ترتیب در جایگاه نخست تا ششم ملی قرار گرفته‌اند. کیو. اس. هر سال فهرستی از ۷۰۰ دانشگاه برتر را منتشر می‌کرده است اما در آخرین ویرایش هزار دانشگاه برتر را معرفی کرده است.

بر اساس گزارش جولای ۲۰۱۸ **نظام رتبه‌بندی وبومتریکس**، دانشگاه تهران توانست با ارتقای ۶۷ پله‌ای خود در میان دانشگاه‌های جهان، رتبه جهانی ۳۸۸ و جایگاه نخست کشوری را از آن خود کند. بر اساس این گزارش، دانشگاه تهران در این رتبه‌بندی در جایگاه ۵۹ آسیا و پنجم خاورمیانه قرار دارد. در واقع پایگاه رتبه‌بندی وبومتریکس بیش از ۲۸ هزار دانشگاه و مؤسسه تحقیقاتی جهان را بر مبنای چهار شاخص (تعداد صفحات وب دانشگاه در گوگل ۵٪، تعداد ارجاع و لینک به سایت دانشگاه ۵۰٪، تعداد استنادات ده نویسنده پر استناد دانشگاه در گوگل اسکولار ۱۰٪ و تعداد مقالات کیفی دانشگاه قرارگرفته در بین ده درصد مقالات پُر استناد موضوع مربوطه در سایت سایمگو ۳۵٪) رتبه‌بندی می‌کند. بر این اساس، تعداد ۶۰۵ دانشگاه از ایران مورد ارزیابی قرار گرفت که از این تعداد ۹ دانشگاه ایرانی دارای رتبه زیر هزار هستند: دانشگاه تهران ۳۸۸، دانشگاه علوم پزشکی تهران ۵۵۵، دانشگاه صنعتی شریف ۵۹۴، دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۷۸۵، دانشگاه تربیت مدرس ۸۵۱، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ۹۲۰، دانشگاه صنعتی اصفهان ۹۳۳، دانشگاه علم و صنعت ایران ۹۴۹، دانشگاه فردوسی مشهد ۹۸۹ و دانشگاه شهید بهشتی ۱۲۰۱.

از بین ۶۱۹ مؤسسه ارزیابی‌شده در جهان در سال ۲۰۱۷ رتبه‌بندی جهانی دانشگاهی **گرین متریک** درباره توسعه پایدار، نام ده مؤسسه آموزشی ایرانی در فهرست سبزترین‌های جهان به چشم می‌خورد. دانشگاه‌های زنجان، کاشان، اصفهان، شیراز، فردوسی مشهد، آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، صنعتی امیرکبیر، گیلان، تهران و الزهرا (س) در فهرست سبزترین‌های جهان قرار گرفتند. در **رتبه‌بندی لایدن** در سال ۲۰۱۷، هیجده دانشگاه از ایران در جمع ۹۰۲ دانشگاه برتر جهان قرار گرفتند. لایدن از نظام‌های رتبه‌بندی معتبر بین‌المللی در کشور هلند است که اطلاعات مربوط به آن از پایگاه وبگاه علم مؤسسه تامسون رويترز، شامل شاخص‌های تأثیر و همکاری‌های علمی، برداشته می‌شود. دانشگاه‌های تهران، صنعتی امیرکبیر، علوم پزشکی تهران، صنعتی شریف، تربیت مدرس، صنعتی اصفهان، علم و صنعت ایران، دانشگاه شیراز، فردوسی مشهد، تبریز، علوم پزشکی شهید بهشتی، علوم تحقیقات تهران، شهید بهشتی، خواجه‌نصیرالدین طوسی، اصفهان، علوم پزشکی

اصفهان، گیلان و علوم پزشکی شیراز در این نظام رتبه‌بندی حضور دارند. نظام **رتبه‌بندی آینده پژوهی علم** (www.scivisions.com) تعداد ۱۲۶۱ دانشگاه برتر دنیا را رتبه‌بندی کرد. در این نظام رتبه‌بندی تعداد چهار دانشگاه کشور در رتبه‌های ۵۰۱ تا ۸۰۰ تعداد ۵ دانشگاه کشور در رتبه‌های ۸۰۱ تا ۱۰۰۰ و ۱۸ دانشگاه کشور در رتبه‌های بالاتر از ۱۰۰۰ قرار گرفتند. در نظام **رتبه‌بندی یواس نیوز** که یکی از نظام‌های رتبه‌بندی معتبر و پرمخاطب جهان است، نام چهارده دانشگاه ایرانی به چشم می‌خورد: دانشگاه تهران، آزاد واحد کرج، صنعتی شریف، صنعتی اصفهان، صنعتی امیرکبیر، علوم پزشکی تهران، علم و صنعت ایران، تربیت مدرس، فردوسی مشهد، تبریز، اصفهان، علوم پزشکی شهید بهشتی، علوم پزشکی شیراز، صنعتی نوشیروانی بابل. نگاهی به ویرایش چهارم نظام **رتبه‌بندی دانشگاه‌ها بر پایه استناد گوگل اسکالر** در جولای ۲۰۱۷، نشان می‌دهد که ۱۵۹ مؤسسه ایرانی در فهرست پنج هزار مؤسسه این نظام قرار دارند. دانشگاه علوم پزشکی تهران برترین دانشگاه ایرانی است که رتبه ۴۳۶ جهانی و رتبه نخست ملی را به‌دست آورده است. پس از آن، دانشگاه‌های تهران، تربیت مدرس، علوم پزشکی شهید بهشتی، صنعتی شریف، صنعتی امیرکبیر، صنعتی اصفهان، علوم پزشکی اصفهان، شهید بهشتی و علم و صنعت ایران در رتبه‌های دوم تا دهم ملی جای گرفته‌اند.

حضور پررنگ‌تر همراه با ارتقا دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی پژوهشی کشور نشان از یک رشد و بالندگی علمی در سطح بین‌المللی است که با زحمت و پشتکار اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها به‌دست آمده است و حفظ و ارتقا بالاتر آنها نیازمند نكوداشت جامعه علمی و حمایت مسئولان نظام است.

پراکندگی موضوعی و انتشار اسناد علمی منتشر شده ایران در سال ۲۰۱۷

تعداد اسناد علمی نمایه شده در سال ۲۰۱۷، در مهندسی برق و الکترونیک ۲۵۸۶ (۶/۷٪)، در علم مواد عمومی ۲۴۹۲ (۶/۴٪)، در شیمی فیزیک ۱۹۹۸ (۵/۲٪)، در مهندسی شیمی ۱۹۰۷ (۴/۹۳٪) و در شیمی عمومی ۱۸۹۴ (۴/۹٪) از مجموع ۳۸۶۷۶ سند علمی نمایه شده کشور، به‌عنوان پنج رشته (کنگوری) برتر تحقیقات ایران، بوده است. نسبت به سال گذشته، مهندسی برق

شریف (۱۸ مورد) است. در ۷۲ درصد مقالات منتشر شده در Science و Nature، حداقل یک نویسنده آمریکایی وجود دارد. در ۲۲ مقاله کامل این دو نشریه حداقل یک آدرس عربستان سعودی و در ۸ مقاله کامل این دو نشریه حداقل یک آدرس ترکیه به چشم می‌خورد.

نتیجه و سخن نهایی

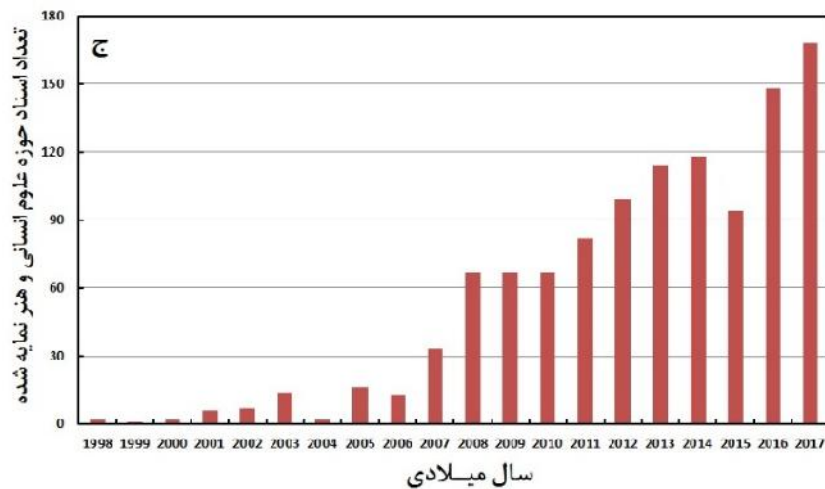
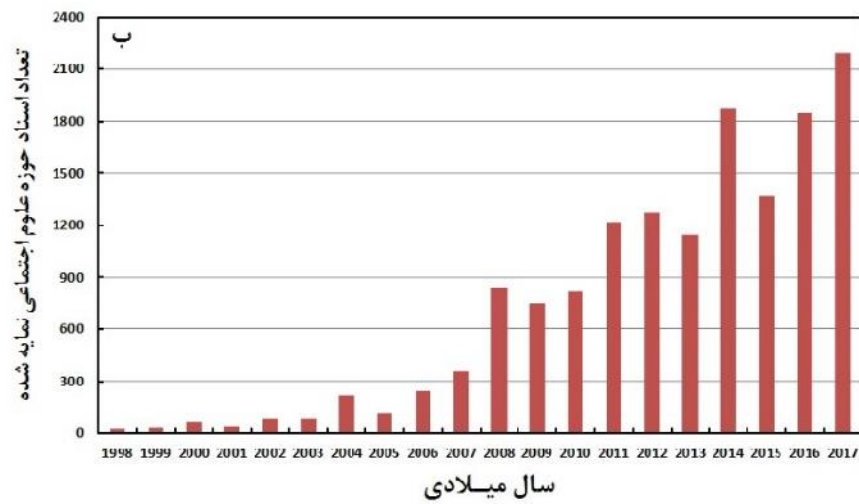
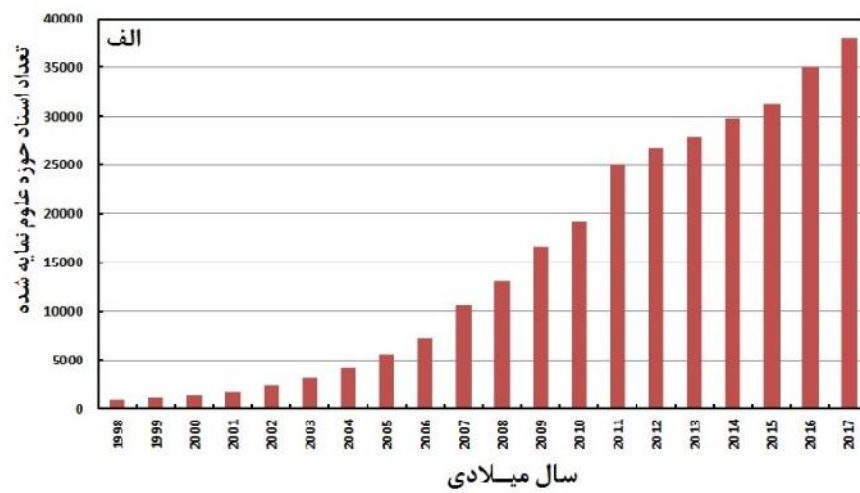
پنج سال (۲۰۱۱-۲۰۱۵) در رتبه بیستم تولید علم جهانی قرار داشتیم و در سال ۲۰۱۶ توانستیم از سد توقف رتبه عبور نموده و با دو پله صعود به رتبه هیجده برسیم. اینک در سال ۲۰۱۷، برای اولین بار، با پشت سر گذاشتن رقیب دیرینه خود (ترکیه) در مکان هفدهم قرار گرفته‌ایم؛ اما این پیشی گرفتن تنها در حوزه علوم اتفاق افتاده است و باید در دو حوزه علوم اجتماعی و همچنین علوم انسانی و هنر هم میسر شود تا رشد علمی همه جانبه باشد. ظهور دانشگاه‌های ایران، در رده‌بندی‌های مختلف جهانی نویدبخش وجود پتانسیل‌های بالقوه‌ای است که باید برای به فعل در آوردن آن، مدیریت خلاقانه‌ای وجود داشته باشد. کمیت‌گرایی در توسعه نظام آموزش عالی کشور یک آفت بوده و هست؛ اما بدون شک رشد کمیت تولید مقالات علمی در دهه‌های هفتاد و هشتاد هجری شمسی لازم بوده است. اما، در دهه نود، به حق همواره از رشد کیفیت تولید علم و اثربخشی آن در جامعه صحبت شده و بر آن تأکید شده است. رشد کیفیت تولید علم در کشور نیازمند تجهیز آزمایشگاه‌ها و دانشگاه‌ها و ارتباطات بین‌المللی مطلوب است که باید مسئولان نظام مورد توجه خاص قرار دهند.

و الکترونیک پیش افتاده است. از نظر موضوعی، مهندسی (با ۸۸۴۴ سند، ۲۲/۹ درصد اسناد کشور)، شیمی (با ۵۹۵۳ سند، ۱۵/۴ درصد اسناد کشور)، علم مواد (با ۳۹۸۰ سند، ۱۰/۳ درصد اسناد کشور)، فیزیک (با ۳۸۹۹ سند، ۱۰/۱ درصد اسناد کشور) و ریاضیات (با ۲۰۰۷ سند، ۵/۲ درصد اسناد کشور) همانند سال قبل از این پیشتاز بوده‌اند.

در طول بیست سال گذشته (۱۹۹۸-۲۰۱۷)، ۶۷۷۱ مورد مقاله مروری از کشور ثبت شده است که در همان مدت بیست سال ۱۳۵۱۰۵ مورد ارجاع گرفته‌اند، یعنی به‌طور متوسط بیست ارجاع به هر مقاله مروری. ثبت هیرش این مقالات مروری ۱۴۷ می‌باشد. حدود چهار درصد اسناد علمی کشور در سال ۲۰۱۷، مقالات مروری بوده است. در دو سال پیش از این، یعنی در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۵، این مقدار به ترتیب ۳/۳ درصد و ۲/۴ درصد بوده است و این نشان از یک رشد خوب و افزایش پرستیژ علمی نویسندگان ماست زیرا انتشار مقالات مروری نیازمند تجربه تحقیقاتی بیشتری است.

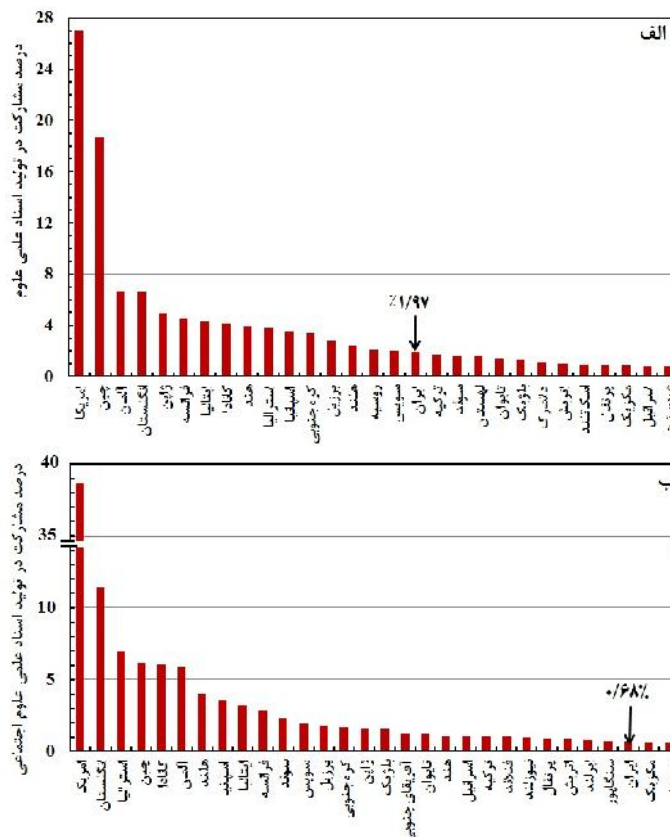
اسناد علمی ایران در مجموعه‌ای شامل ۵۱۹۰ نشریه علمی مختلف منتشر شده است. نشریه Journal of Molecular Liquids (با فاکتور تأثیر بیش از چهار)، با انتشار ۳۹۹ مقاله (۰/۹ درصد کل) بیشترین هدف نویسندگان ایرانی بوده است. در دوازده نشریه، بیش از یک‌صد و پنجاه مقاله و در سی و چهار نشریه، بیش از یک‌صد مقاله با آدرس ایران به چشم می‌خورد که هشت تا از آنها نشریات ایرانی هستند. همه این نشریات از اعتبار کافی و فاکتور تأثیر مناسب برخوردارند. در واقع کیفیت مقالات نسبت به قبل خیلی بهتر شده است.

از ایران فقط دو نامه و دو مقاله در دو نشریه مشهور Science و Nature چاپ شده است. نامه‌ها کوتاه و فاقد چکیده بوده و یکی در Nature متعلق به دانشگاه علوم پزشکی تهران و دیگری در Science و متعلق به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع بوده است. از دو مقاله کامل که هر دو در Science چاپ شده است، نام دانشگاه علوم پزشکی تهران در یک مورد و نام پژوهشگاه دانش‌های بنیادی هم در یک مورد آمده است. در هر دو مقاله، فرد ایرانی همکار (نه مسئول مکاتبات) بوده است. در سال ۲۰۱۷، تعداد ۱۰۸ مورد ارجاع به مقالات ایرانیان در این دو نشریه ثبت شده است که بیشترین آنها مربوط به دانشگاه



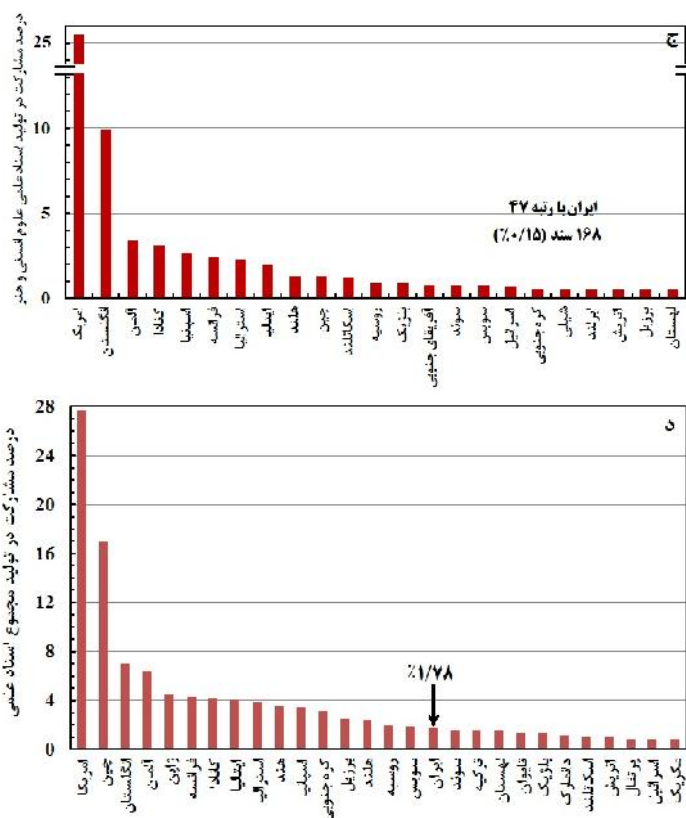


نوظهور (پایگاه ESCI) هم به صورت مجزا نشان داده شده است.

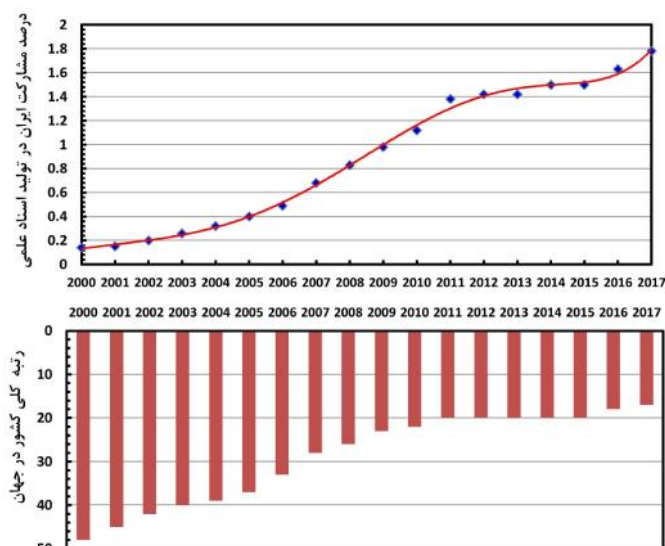


10.

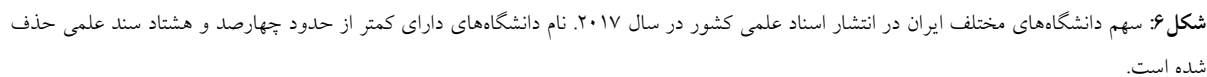
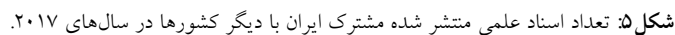
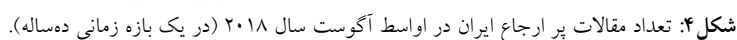
بررسی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۷



شکل ۲: رتبه‌بندی کشورها از نظر تولید اسناد علمی، در هر کدام از سه حوزه علوم (SCIE) (الف)، علوم اجتماعی (SSCI) (ب) و علوم انسانی به‌علاوه هنر (A&HCI) (ج) به تفکیک و همچنین در مجموع (د) بر اساس شمارش اسناد علمی نمایه شده در پایگاه اطلاعات علمی WOS تامسون رویترز در سال ۲۰۱۷ میلادی.



شکل ۳: درصد سهم و رتبه جهانی ایران در تولید مجموعه اسناد علمی بر اساس شمارش اسناد علمی در پایگاه اطلاعات علمی WOS تامسون رویترز در هیجده سال اخیر.



اختصارات

1. **ISI:** Institute for Scientific Information
2. **SCIE:** Science Citation Index Expanded
3. **SSCI:** Social Science Citation Index
4. **A&HCI:** Arts and Humanities Citation Index
5. **ESCI:** Emerging Sources Citation Index
6. **WOS:** WEB of Science
7. **JCR:** Journal Citation Report
8. **ESI:** Essential Science Indicator

منابع و مؤاخذ

- [۱]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۸۶) تولید علم ایران در سال ۲۰۰۷، رهیافت، شماره ۴۱، صفحات ۳۵-۴۰.
- [۷]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۸۷) تولید علم ایران در سال ۲۰۰۸، رهیافت، شماره ۴۳، صفحات ۲۱-۳۱.
- [۸]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۸۹) تولید علم ایران در سال ۲۰۰۹، نشاء علم، مجلد ۱، صفحات ۶-۱۰.
- [۹]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۹۰) تولید علم ایران در سال ۲۰۱۰، نشاء علم، مجلد ۲، صفحات ۱۶-۲۳.
- [۱۰]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۹۱) تولید علم ایران در سال ۲۰۱۱، نشاء علم، مجلد ۲، صفحات ۶-۱۳.
- [۱۱]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۹۲) تولید اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۲، نشاء علم، مجلد ۳، صفحات ۹۶-۱۰۳.
- [۱۲]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۹۳) تولید اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۳، نشاء علم، مجلد ۴، صفحات ۹۴-۱۰۰.
- [۱۳]. پیرحقی، میترا و صبوری، علی اکبر. (۱۳۹۲) تولید علم در حوزه علوم زیستی: مقایسه ایران با جهان و قدرت های برتر منطقه، نشاء علم، مجلد ۴، صفحات ۱۰-۱۸.
- [۱۴]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۹۴) اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۴، نشاء علم، مجلد ۵، صفحات ۶-۱۷.
- [۱۵]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۹۵) اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۵، نشاء علم، مجلد ۶، صفحات ۹۲-۱۰۲.
- [۱۶]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۹۶) اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۶، نشاء علم، مجلد ۷، صفحات ۷۲-۷۹.
- [۱]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۸۱) بررسی کارنامه پژوهشی ایران در سال ۲۰۰۲، رهیافت، شماره ۲۸، صفحات ۷۸-۹۵.
- [۲]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۸۲) مروری بر تولید علم در سال ۲۰۰۳، رهیافت، شماره ۳۱، صفحات ۲۱-۲۳.
- [۳]. صبوری، علی اکبر و پورسان، نجمه. (۱۳۸۳) تولید علم ایران در سال ۲۰۰۴، رهیافت، شماره ۳۴، صفحات ۶۰-۶۶.
- [۴]. صبوری، علی اکبر و پورسان، نجمه. (۱۳۸۵) تولید علم ایران در سال ۲۰۰۵، رهیافت، شماره ۳۷، صفحات ۴۹-۵۲.
- [۵]. صبوری، علی اکبر. (۱۳۸۶) تولید علم ایران در سال ۲۰۰۶، رهیافت، شماره ۳۸، صفحات ۴۰-۴۵.

آیین نگارش و سخنرانی علمی

ارشمید نهال^{۱*}

چکیده

در این مقاله نخست به ضرورت رعایت نکات و موارد مهمی که در نوشتن پایان‌نامه‌ها، گزارش کار آزمایشگاه و یا گزارش‌های علمی و تکنیکی باید رعایت شوند تا آنها را برای خواننده جذاب و قابل استفاده کند، می‌پردازیم. سپس به روش‌های ساده و نکاتی که هنگام ارائه‌ی یک سخنرانی جذاب و مفید باید در نظر گرفته شود، خواهیم پرداخت. همچنین به مواردی که در تهیه اسلاید برای یک سخنرانی جذاب و قابل فهم باید در نظر گرفته شوند، اشاره خواهیم کرد. رعایت نکات اشاره شده در این مقاله می‌تواند کمک زیادی به جذاب‌تر شدن و مورد توجه بیشتر قرار گرفتن نوشته‌ها و سخنرانی‌های علمی خواننده‌ی این مقاله شده و سطح حرفه‌ای کار ایشان را بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: آیین نگارش علمی، سخنرانی، همایش، گزارش کار

*عهده‌دار مکاتبات، دانشیار دانشگاه تهران، تلفن ۶۱۱۱۸۶۳۹، نمابر ۸۸۰۰۴۷۸۱، آدرس الکترونیکی nahal@ut.ac.ir

□ آزمایشگاه پژوهشی مواد فوتونیک، دانشکده فیزیک، پردیس علوم، دانشگاه تهران

مقدمه

نمی‌تواند به این نتیجه برسد که آیا دانشجو متوجه موضوع و ریزه‌کاری‌ها شده است یا نه؟

نکته‌ی دیگری که رعایت آن در نوشتارها و سخنرانی‌های علمی بسیار اهمیت دارد پابندی به اخلاق حرفه‌ای است. در سال‌های اخیر سرقت و تخلف علمی و ادبی بسیار دیده می‌شود، که باعث وارد شدن صدمه به وجه علمی دانشگاه‌ها و مراکز علمی کشور هم در سطح ملی و هم در سطح جهانی شده است. گاهی ضعف نویسنده در نوشتن متن مناسب یا عدم تسلط کافی به موضوع یا حتی زبان خارجی، موجب می‌شود که ایشان بدون مشخص کردن مرجع، عین مطلب یا شکلی را از جایی کپی کرده و بدون هیچ تغییری آن را در متن مقاله یا اسلاید سخنرانی خود استفاده کند. این کار ضمن اینکه مغایر با اخلاق حرفه‌ای یک فرد دانشگاهی است، موجب بدنام شدن دانش‌پیشگان و پژوهشگران کشور شده و از اعتبار علمی کشور می‌کاهد! این کار باعث می‌شود تا دیگران به نتایج علمی ارائه‌شده با دیدی شک و تردید نگاه کنند و در نتیجه در کارهای علمی ارائه‌شده توسط دیگران که ممکن است دنباله‌ی کار ما باشد ارجاعی به کارهای ما داده نشود، که این خود ضربه‌ای به پیشرفت علمی کشور است. بنابراین یادآوری مطالبی در زمینه آیین نگارش و سخنرانی علمی برای توجه بیشتر به این مهم، ضروری به نظر می‌رسد.

آیین نگارش علمی

بسته به اینکه نوع مطلب علمی که نوشته می‌شود چه باشد، ساختار متن آن می‌تواند متفاوت باشد. به‌طور کلی متون علمی را می‌شود به چند دسته تقسیم کرد [۱]: ۱- مقاله علمی-ترویجی برای مجله یا وب‌سایت؛ ۲- مقاله پژوهشی برای مجله؛ ۳- مقاله علمی کامل برای همایش؛ ۴- چکیده مقاله علمی برای سخنرانی عمومی و یا تخصصی؛ ۵- گزارش علمی، که خود به چند دسته تقسیم می‌شود (گزارش کار آزمایشگاه، طرح پیشنهادی برای انجام یک پروژه، گزارش علمی برای ثبت اختراع و گزارش فنی در موارد بازرسی و کنترل کیفیت فنی و یا عیب‌یابی سیستم‌ها و دستگاه‌های پیچیده). عنوان مقاله، پایان‌نامه و یا گزارش باید طوری انتخاب شود تا ضمن اینکه تا جای ممکن طولانی نباشد، می‌باید با استفاده از

سال‌ها تدریس و پژوهش در دانشگاه که در طول آن به‌طور روزمره با نوشتن و خواندن مقالات علمی و درس‌نامه‌ها، داوری کردن پایان‌نامه‌ها، پروژه‌ها، تصحیح گزارش کارهای آزمایشگاه و یا پژوهش دانشجویان و شرکت در همایش‌ها به عنوان سخنران، برگزارکننده و یا شنونده سروکار داشته‌ام، توجهم به این موضوع جلب شده است که تقریباً تعداد زیادی از افراد در دانشگاه با فن بیان و آیین نگارش علمی و تخصصی آشنا نیستند. تعداد زیادی از افراد آموزش مناسبی در این رابطه ندیده و صرفاً از روی سعی و خطا به توانایی‌هایی در این زمینه دست پیدا کرده و بر اساس تجربه‌ی شخصی خود عمل می‌کنند. البته در بعضی رشته‌ها درسی به نام "روش تحقیق" وجود دارد، اما نتیجه‌ای که در عمل دیده می‌شود بیانگر این موضوع است که یا این درس توسط دانشجو و حتی مدرس درس جدی گرفته نمی‌شود و یا طوری طراحی شده است که پاسخگوی نیاز امروز نیست. به همین خاطر است که در بعضی از سخنرانی‌های علمی و همایش‌ها و به‌خصوص در جلسات دفاع از پایان‌نامه‌ها سخنرانان نمی‌توانند صورت‌مسئله‌ی خود را به‌درستی برای شنونده روشن کنند و تنها پس از گذشت چند دقیقه تازه شنونده متوجه می‌شود که اصلاً شخص سخنران چه می‌خواهد بگوید و یا به دنبال چیست؟ همچنین تعداد زیادی از پایان‌نامه‌ها دچار نقص ساختاری به عنوان یک نوشته علمی که قرار است به عنوان یک سند علمی در کتابخانه‌ی دانشگاه بایگانی شوند، هستند که در ادامه به بررسی و نقد آن خواهیم پرداخت. حتی در جلسات دفاع بعضی از دانشجویان دکترا که قبلاً تجربه نوشتن و دفاع از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خود را داشته و در طول تحصیل بارها گزارش کار ارائه کرده‌اند نیز این کاستی دیده می‌شود. این مشکل در گزارش کار آزمایشگاه دانشجویان نیز بسیار نمود دارد. پراکندگی مطلب و عدم ارائه صحیح صورت‌مسئله، شرح نامفهوم انجام آزمایش، ارائه و تحلیل ناقص داده‌ها و شکل‌ها و عدم نتیجه‌گیری درست در اغلب موارد به یک نوشته و گزارش علمی ضعیف و فاقد یک ساختار هدفمند منجر می‌شود. به همین دلیل در آخر کار استاد آزمایشگاه و یا داور پایان‌نامه

و فرهنگی که جامعه علمی و آکادمیک درگیر آن هستند مطالبی را به بحث و نقد گذاشته و توجه خواننده را به آن جلب می‌کند. این نوع مقاله‌ها معمولاً با تاریخچه‌ای مفصل‌تر برای طرح موضوع شروع و مسئله بدون استفاده از ریاضیات پیشرفته و یا مدل‌های پیچیده بیان می‌شود و بهتر است تا جای ممکن در آنها از شکل و نمودار و تصویر بهره برد. این موضوع برای مطالبی که باید در صفحه‌های وبگاه ارائه شوند اهمیت دو چندان دارد. نتیجه حاصل از تحلیل و بررسی انجام‌شده در این نوع مقاله‌ها به شکلی که برای خواننده‌ای که تخصصی هم در آن زمینه ندارد ارائه می‌شود و در نهایت دانش و درک عمومی او را در موضوع مقاله بالا می‌برد.

نکته مهمی که باید در نگارش انواع مقاله‌های در پیش ارائه‌شده رعایت شود [۲، ۳، ۴، ۵] عبارتند از: حفظ ساختار منطقی متن، طرح روشن صورت مسئله در همان اول کار، ارائه و یا پیشنهاد راه‌حل، طبقه‌بندی داده‌های جمع‌آوری‌شده (از راه آزمایش و اندازه‌گیری، محاسبه و یا تحلیل) و ارائه یک مدل برای تحلیل و تفسیر نتایج و نتیجه‌گیری نهایی. تمامی این موارد می‌بایست بر اساس دانش روز، داده‌های ارائه‌شده و مقایسه با نظریه‌ها و داده‌های موجود در مراجع و منابع علمی معتبر انجام شوند. به عنوان یک حرفه‌ای می‌بایست از مطرح کردن هرگونه حدس و گمان که بر پایه اندازه‌گیری، تجزیه تحلیل علمی و یا محاسبه نبوده و صرفاً موضوعی بر اساس تخیل و ساده‌انگاری است، جداً پرهیز کرد.

در نوشتن هر متن علمی می‌باید به اندازه مناسب از شکل، نمودار، جدول، طرح‌واره، چیدمان آزمایش و حتی نقشه‌های فنی که به درک موضوع کمک کند بهره برد [۶، ۷، ۸]. شکل‌ها و نمودارها باید با رنگ و حروف مناسب و خوانا کشیده شوند. به عنوان نمونه اگر با رنگ سبز کمرنگ بر روی یک زمینه بنفش‌رنگ خطی و یا نوشته‌ای را بیاورید، قطعاً خواننده و یا بیننده را دچار مشکل خواهید کرد. نوشتن واحد، کمیت اندازه‌گیری شده و رعایت مقیاس مناسب در نمودارها بسیار اهمیت دارد. بهتر است همیشه از زمینه سفید برای شکل‌ها و نمودارها استفاده کنید. اگر تصویری را با میکروسکپ (نوری، AFM و ...) گرفته‌اید می‌باید حتماً مقیاس داشته باشید. این

واژگان تخصصی و رایج رشته‌ی مربوط، خواننده را در همان نگاه اول به نکته‌ی جدید آن و اهمیت بررسی انجام شده جلب کند. اگر عنوان مناسب انتخاب نشود ممکن است باعث شود متخصصین آن رشته آن مقاله را در جستجوهای خود نبینند و اصطلاحاً از قلم بیافتند! بنابراین انتخاب واژگان کلیدی مناسب و مرتبط که در مجلات و همایش‌های معتبر ارائه‌ی آن لازم است، می‌تواند در دیده شدن آن توسط متخصصین نقش مهمی را ایفا کند. در مورد گزارش‌های علمی عنوان نامناسب می‌تواند خواننده را گمراه کرده و اصل کار دیده نشود.

در انواع مقاله‌ها و گزارش‌های علمی پس از عنوان مقاله نام نویسندگان و سپس نام و آدرس محل کار هر کدام از ایشان نوشته می‌شود. اگر محل کار نویسندگان متفاوت باشد بلافاصله بعد از نام هر کدام یک شماره به شکل "اندیس بالا" آورده می‌شود (نمونه: ¹Arashmid Nahal) و سپس در فهرست نام محل کار افراد به ترتیب شماره‌گذاری در اندیس‌ها، نام محل کار ایشان آورده می‌شود. هر مقاله یک نویسنده مسئول دارد که مسئولیت فرستادن مقاله، پیگیری انتشار، موارد مربوط به مالکیت معنوی و مسئولیت هر آنچه برای چاپ ارائه شده است را می‌پذیرد. به‌طور معمول بعد از اندیس مربوط به آدرس، یک اندیس به شکل "*" بعد از آن می‌آید تا نویسنده مسئول را مشخص کند (نمونه: ^{1*}Arashmid Nahal). بعد از نوشتن عنوان، نام نویسندگان و آدرس‌ها، چکیده موضوع که به‌طور معمول نباید بیش از ۲۵۰ واژه باشد به‌صورت یک پاراگراف جدا آورده می‌شود. در چکیده با کمک چند جمله‌ی ساختارمند صورت مسئله به‌طور خلاصه تعریف شده، کارهای اصلی انجام شده بیان و نتایج اصلی حاصل از تحقیق انجام شده مورد اشاره قرار می‌گیرند. پس از چکیده "کلیدواژه‌ها" آورده می‌شوند که معمولاً پنج یا شش واژه‌ی تخصصی هستند که حوزه‌ی پژوهش انجام‌شده را مشخص کرده تا بعدها در جستجوی مطالب مقاله راحت‌تر پیدا شود. مشابه این کار در ادبیات فضای مجازی را "#" انجام می‌دهد.

مقالات علمی - ترویجی دو نوع است: الف - یک موضوع علمی را به شکل ساده و جذاب بیان می‌کند؛ ب - مانند همین مقاله در مورد مشکلات حرفه‌ای؛ سیاست‌گذاری و یا اجتماعی

¹ Abstract

طولانی خودداری کرد و به سرعت به مطلب تخصصی که به آن پرداخته شده است رسید. در قسمت مقدمه و مرور مطالب و تعریف صورت مسئله حتماً می‌باید به اندازه کافی به مراجع معتبر ارجاع داد تا در قسمت‌های بعدی که کارها و داده‌های خودتان را ارائه می‌کنید تمایز کار انجام‌شده و کارهای دیگران معلوم شود. در بسیاری از پایان‌نامه‌ها به‌ویژه آنهایی که مقدار زیادی اندازه‌گیری و یا محاسبه دارند در انتهای پایان‌نامه انبوهی از شکل‌ها و نمودارها بدون توضیح و تفسیر کافی و لازم آورده می‌شوند که ضمن اینکه نتیجه‌گیری از کار را مشکل می‌کند، حتی گاهی داوران را به این نتیجه می‌رساند که خود انجام دهنده‌ی پایان‌نامه نمی‌داند این همه اندازه‌گیری و یا محاسبه را برای چه انجام داده و به دنبال جواب دادن به چه پرسشی بوده است؟!

در مقالات علمی - پژوهشی که برای مجله تهیه می‌شوند، روشن کردن اهمیت پرداختن به موضوع و برجسته کردن دستاوردهای پژوهش می‌باید بخش عمده‌ی مطلب آغازین را به خود اختصاص دهد. در یک مقاله‌ی پژوهشی به‌هیچ‌وجه لازم نیست مطالب پایه که در کتاب‌های درسی پیدا می‌شوند را آورد؛ زیرا این نوع مقاله برای یک کارشناس و متخصص نوشته شده که فرض بر آن است بر موضوع تسلط دارد. بنابراین می‌بایست در نوشتن مقالات پژوهشی از مقدمه طولانی، تاریخچه و تکرار مطالب خودداری کرد. در ارائه‌ی کارهای پژوهشی می‌باید به ارجاع به منابع و مراجع معتبر دقت و سواس زیادی به خرج داد که هم نشان‌دهنده‌ی حرفه‌ای بودن شماست و هم اینکه خواننده را کمک می‌کند که برای مطالعه بیشتر و پیگیری موضوع در کمترین زمان ممکن بهتر عمل کند. بدین ترتیب اهمیت کار و نتایج ارائه‌شده در مقاله بهتر نمایان می‌شوند. ارجاع به منابع و مراجع در مورد شکل‌ها و نمودارهایی که از جای دیگر آورده شده است اهمیت بسیار زیادی دارد. به عبارت دیگر هر شکل و نمودار و معادله‌ی ریاضی و جدول داده‌هایی که توسط دیگران تولید و ارائه شده‌اند در صورت استفاده شدن توسط شما باید ارجاع داده شوند.

روش‌های مختلفی برای نوشتن مراجع وجود دارند که بر حسب رشته و یا نشریه کمی با هم تفاوت داشته ولی همگی

موضوع در مورد مقالاتی که مثلاً در مورد جغرافی (زمین‌نگاری) و یا دریانوردی و اقیانوس‌شناسی و ... هستند، اهمیت دوچندان دارد. از آنجایی که "رنگ" خود یک کُد حاوی اطلاعات است، استفاده صحیح و به‌جا از رنگ می‌تواند کمک بسیاری در درک موضوع ارائه شده در مقاله و یا پایان‌نامه کند. مر سوم است نقشه‌های فنی دستگاه‌های ساخته‌شده، جزئیات محاسبات، مثل اینکه چگونه انتگرال مربوط را محاسبه کرده‌اند، و یا الگوریتم برنامه‌های کامپیوتری نوشته شده در قالب پایان‌نامه و یا گزارش علمی را در پایان آن به شکل پیوست‌های شماره‌دار بر حسب ترتیب ارائه در متن بیاورند.

از نوشتن معادلات بسیار پیچیده و جزئیات محاسبات که ممکن است درک کل موضوع را سخت کند می‌باید پرهیز کرد. البته در کارهایی که مطالعه نظری در آن انجام شده است باید معادله‌ی اصلی که محاسبه بر اساس آن شروع می‌شود با ذکر مرجع آورده شود و شرایط اولیه و مرزی و پارامترهای مستقل و وابسته باید بیان شده و با جزئیات آورده شوند؛ اما می‌توان مثلاً جزئیات محاسبه یک انتگرال را در انتها به صورت پیوست آورد زیرا یک موضوع تکنیکی است و ربطی به درک مطلب توسط خواننده ندارد. البته این نکته در مورد مقاله‌های رشته‌ی ریاضی صادق نیست.

نکته مهم این است که همیشه در نوشتن یک متن علمی باید این‌گونه فرض کنیم که خواننده ما لزوماً از جزئیات کار ما و شرایط اولیه طرح موضوع آگاه نیست و ممکن است آشنایی کافی با آن نداشته باشد. بنابراین نباید در توضیح دادن جزئیات و شرح نکات مهم و اصلی (حتی اگر از نظر شما بدیهی و ساده و معلوم هستند) کم‌کاری کرد!

در متن باید معلوم باشد صورت مسئله چیست و چرا اهمیت دارد شما به آن بپردازید. راه‌حل و ابداع شما برای پاسخ دادن به آن چیست؟ و چگونه مسیر را طی کرده‌اید؟ و به چه نتایج مشخص متمایز با کارهای پیشین انجام‌شده در آن موضوع رسیده‌اید؟ و در نهایت با یک نتیجه‌گیری منطقی و مقایسه با دانش موجود در آن زمینه یک فهم دقیق، کامل و روشن از مطلب مورد بررسی به خواننده منتقل کنید.

در مورد نوشتن پایان‌نامه‌ها ضمن اینکه همه‌ی موارد در پیش اشاره شده باید در آنها رعایت شود، باید از مقدمه و تاریخچه

در گزارش های علمی لازم است جزئیات محاسبات و یا اندازه گیری های انجام شده و یا آمار جمع آوری شده ارائه شوند. تمام موارد گفته شده برای مقاله های پژوهشی برای گزارش علمی نیز باید رعایت شوند، به جزء اینکه در گزارش علمی لازم نیست به تئوری کار و تاریخچه ی آن پرداخته شود و یک اشاره کوتاه برای شروع متن کافی است.

در گزارش های علمی مخصوصاً گزارش مربوط به ثبت اختراع لازم است نقشه های فنی نیز ارائه شوند. همچنین جزئیات و مشخصات فنی کلیه دستگاه های بکار گرفته شده و حدود دقت و عملکرد آنها می بایست به طور کامل ارائه شوند. همچنین در گزارش های فنی، استاندارد ی که مبنای سنجش و مقایسه داده های ارائه شده در گزارش هستند باید معرفی و مشخص باشد. به منظور ثبت موضوع گزارش به عنوان اختراع لازم است پیشینه ی کار و تمایز مورد اشاره شده در ثبت اختراع با کار سایرین به طور کامل بیان و بحث شود.

اگر گزارش علمی از نوع گزارش کار آزمایشگاه آموزشی باشد، لازم است ساختار کلی زیر برای آن در نظر گرفته شود [۶، ۷]:
۱- صفحه ی نخست شامل عنوان و مشخصات (نام آزمایشگاه، عنوان آزمایش، تاریخ انجام، شماره گروه و نام آزمایشگران و نام مربی و یا استاد درس)

۲- چکیده (حداکثر ۱۵۰ واژه)

۳- مقدمه و تعریف صورت مسئله (از کپی کردن مطالب دستور کار باید خودداری شود)

۴- توضیح سازوکار طرح واره یا آزمایش و یا روش بکار رفته

۵- شرح مراحل کار، مشاهدات، نتایج اندازه گیری و ارائه ی داده های خام و محاسبات انجام شده

۶- تحلیل نتایج و نتیجه گیری

۷- مشخص کردن منابع خطا و تعیین مقدار خطای آزمایش و توزیع داده ها

۸- پاسخ به پرسش های دستور کار

در کلیه بخش های گزارش در صورت آوردن عکس، نمودار، شکل، فرمول، کد برنامه، تعریف و داده های که از جای دیگری استخراج شده اند مطابق مطالب در پیش اشاره شده باید به مراجع و منابع مربوط به آنها ارجاع داد.

دارای اطلاعات مشترکی هستند. به طور رایج شماره گذاری مراجع به ترتیب استفاده در متن است و شماره ی آن در داخل یک [] قرار می گیرد، مانند: [3]. اگر دو مرجع با هم ارجاع داده شده باشند با یک ویرگول "،" از هم جدا می شوند: [3, 4] و اگر چند مرجع با هم ارجاع داده شده باشند و شماره گذاری آنها متوالی باشد بین آنها یک - " قرار می دهیم: [3, 5-7].

به عنوان نمونه یکی از روش های متداول نوشتن مراجع به شرح زیر است:

1. L.A. Ageev, V.K. Miloslavsky, "Periodic Nanostructures", Opt. Eng. 34(4), 960 (1995).

که در آن ابتدا نام نویسندگان (که اگر تعداد زیاد باشد معمولاً نام کوچک را به صورت مخفف می نویسند)، سپس عنوان مقاله که بین دو " آمده است، نام مجله به صورت اختصار، شماره جلد که به صورت پررنگ مشکی باید نوشته شود و سپس شماره موضوع^۲ در داخل پرانتز، شماره ی صفحه، و در نهایت سال چاپ در داخل پرانتز نوشته می شوند.

اگر مرجع فارسی باشد به طور معمول به صورت زیر می نویسیم (اگر لازم باشد عنوان مقاله را می توان بعد از نام نویسندگان آورد):

۱. ع. سعادت، مجله ی فیزیک، ۱۲، (۱۳۷۳)، ۸۹-۸۵

نوشتن مراجعی که کتاب هستند متفاوت از نحوه نوشتن مقالات است که در بالا اشاره شد و برحسب مورد که در کدام نشریه می خواهید مطلب را چاپ کنید، فرق می کند. به طور معمول اگر تعداد نویسندگان مقاله (مقالات نوشته شده به زبان انگلیسی) بیش از چهار نفر باشد برای اختصار می توان بعد از نام نفر چهارم et al. گذاشت و نام بقیه را ننوشت! اما امروزه به منظور حفظ حقوق تمامی نویسندگان این روش توصیه نمی شود.

همان طور که اشاره شد، در ابتدای مقاله های پژوهشی به طور معمول کلیدواژه ها آورده می شوند تا هم در طبقه بندی توسط ناشر کار راحت تر شود و هم در جستجوی اینترنتی مقاله سریع تر و راحت تر پیدا شود. بعضی وقت ها از PACs code استفاده می شود که یک سیستم کدگذاری بین المللی است و بسیاری از مجلات و همایش های معتبر از آن استفاده می کنند.

² Issue

سازگار با یکدیگر باشند. شماره‌گذاری و طبقه‌بندی اطلاعات ارائه‌شده در یک گزارش علمی کمک زیادی به بهتر فهمیدن موضوع آن می‌کند. برای نوشتن کلیه پارامترها و علائم باید از حروف یکسان در متن استفاده کرد و نباید برای یک پارامتر بیش از یک کاراکتر را بکار برد.

آیین سخنرانی

یکی از مهمترین روش‌های ارائه نتایج یک کار و یا یک پژوهش و ایجاد ارتباط با متخصصین فن و ارائه سخنرانی است. برای آنکه یک سخنرانی مفید، قابل استفاده و جذاب باشد باید موارد ساده ولی مهمی را رعایت کرد تا به این مهم دست یافت.

یکی از مشکلات سخنرانی‌ها عدم توجه به این نکته است که: "برای چه کسانی و در چه سطحی داریم سخنرانی می‌کنیم؟". مثلاً اگر در یک کارگاه آموزشی در حال سخنرانی تخصصی هستیم نباید به شکل یک سمینار مطالب را ارائه کنیم؛ زیرا در اینجا در حال درس دادن هستیم و در عین اینکه یک موضوع پیشرفته جدید را در زمانی محدود برای عده‌ای که دانش عمومی در آن زمینه را دارند توضیح می‌دهیم، نباید آن را به مانند یک سمینار تخصصی ارائه کرده و از روی مطالب پایه و بنیادی بدون اشاره عبور کنیم. در یک سمینار لازم نیست توضیح دهید این فرمولی که از آن استفاده می‌کنید چگونه و از کجا به دست آمده است و یک اشاره به مرجع کافیست، اما در یک کارگاه آموزشی چون جنبه تدریس دارد باید جزئیات پایه و اصلی بیشتری در اختیار شنونده بگذارید تا بتواند مطلب را دنبال کرده و مطالب جدیدتر را فراگیرد.

امروزه در ارائه سمینارها به‌ویژه سمینارهای علمی از نرم‌افزارهای ویژه‌ای این کار برای نمایش مطالب، شکل‌ها و نمودارها و ... استفاده می‌شود. ضمن اینکه می‌بایست کار با این نرم‌افزارها را به‌خوبی یاد بگیریم، لازم است به اسلایدهایی که می‌خواهیم به نمایش بگذاریم و با کمک آنها مطلب را ارائه کنیم به‌مانند یک نوشته علمی ساختار منطقی داده و همه‌ی اصول مربوط به آیین نگارش علمی را در اسلایدها نیز رعایت کنیم.

برای آنکه بتوان یک گزارش کار خوب آزمایشگاه نوشت، آزمایشگر باید همیشه یک دفترچه آزمایشگاه به همراه داشته و تمامی جزئیات و شرایط آزمایش و داده‌ها را در آن ثبت کند. بدترین نوع گزارش کار، گزارشی است که بر مبنای حافظه و حدس و گمان از آنچه به یادتان مانده است نوشته شود! استفاده از جدول داده‌ها و نمایش گرافیکی آن کمک بسیاری به تحلیل نتایج می‌کند.

در نوشتن دستور کار آزمایشگاه یا کارگاه و یا کاتالوگ معرفی کارکرد یک دستگاه آزمایشگاهی، لازم است تا حد امکان از تصویر، نمودار، شکل، جدول و منحنی‌های مشخصه استفاده کرد. در موارد بالا باید با ارجاع مناسب و به‌موقع در متن دستور کار رعایت اخلاق حرفه‌ای را با دانشجو و یا کارآموز به‌صورت غیرمستقیم آموزش داد. لزومی به دوره‌ی نظریه مربوط به آزمایشی که قرار است دانشجو و یا کارآموز انجام دهد نیست و تنها اشاره به مبانی اصلی موضوع کار کافی است. طراحی دستور کار می‌باید به‌گونه‌ای باشد تا دانشجو مرحله به مرحله وارد کار شده و ضمن فراگیری چگونگی کار با دستگاه‌های مربوطه بداند در حال اندازه‌گیری و یا مشاهده‌ی چه چیزی و یا چه کمیتی است و چه ارتباطی با مبانی نظری از پیش آموخته‌اش دارد. حتماً می‌باید جداول و محل‌های مشخصی در دستور کار آزمایشگاه وجود داشته باشد تا دانشجو پس از انجام آزمایش نتایج کار خود را در آنجا به صورت طبقه‌بندی شده و مرتبط ثبت کند. در ثبت داده‌ها همیشه باید از دانشجو خواست تا کمیت‌های اندازه‌گیری شده را با نماد علمی خود و ذکر واحد اندازه‌گیری شده گزارش کند. مثلاً برای نوشتن واحد توان که وات است باید از نماد "W" استفاده شود و نه از "w"!

در نوشتن متون علمی از هر نوعی که باشد باید از واژگان رایج و متداول همان رشته استفاده و از مطرح کردن واژگان غیرمعمول و ناآشنا که موجب سردرگمی و اتلاف وقت خواننده می‌شود، پرهیز کرد. اگر واژه‌ای معادل فارسی ندارد ذکر معادل لاتین آن در پانویس در همان صفحه ضروری است. کلیه شکل‌ها، حروف و رنگ‌هایی که در یک متن علمی بکار می‌رود از لحاظ نوع، اندازه و نحوه‌ی ارائه باید یکسان و

³ Watt

ارائه‌ی اسلایدهای رنگ و رو رفته با شکل‌های ریز و ناخوانا نشان‌دهنده‌ی این است که شما برای در ست کردن آنها وقت نگذاشته‌اید و برای کسانی که برای سخنرانی شما وقت گذاشته و به آنجا آمده‌اند ارزش و احترام زیادی قائل نبوده‌اید و بیشتر به دنبال مطرح کردن خود و یا ثبت سمینار خود به عنوان یک فعالیت کاری و یا آموزشی هستید و برایتان مهم نیست در آخر سخن، کسی چیزی عایدش بشود یا نه!

هنگام سخنرانی می‌باید با شنوندگان ارتباط دیداری برقرار کنیم. نباید بر روی شخص یا عده‌ی خاصی متمرکز شویم و تمام نگاهمان را هر بار که به سمت جمعیت برمی‌گردانیم بر روی آنها قفل کنیم. نگاه خود را در سالن بگردانید و نشان دهید که برای شما مهم است که موضوع برای همه روشن شود و متوجه هستید که همه‌ی آنها برای شنیدن سخنان شما آنجا هستند. برای شما به عنوان سخنران، نباید کسانی که در ردیف اول نشسته‌اند اولییتی نسبت به دیگران که عقب‌تر از آنها نشسته و پشت و مقامی ندارند وجود داشته باشد و باید توجه یکسانی را به تمام کسانی که در سالن هستند نشان دهید.

اصلاً تکان نخوردن به اندازه‌ی زیادی حرکت کردن در مقابل جمعیت مردم را به دنبال نکردن صحبت‌های شما تشویق می‌کند. اگر برای از بین بردن یکنواختی سخنرانی خواستید به شوخی و یا تعریف موضوعی نه‌چندان مرتبط پردازید، متناسب با سطح دانش و فرهنگ مخاطبین این کار را انجام دهید. صحبت کردن با تُن صدای یکنواخت و بدون هیجان و همچنین بالا و پایین نبردن بلندی صدا، شنوندگان را خسته و حتی خواب‌آلود کرده و از دنبال کردن مطلب بازمی‌دارد!

یکی از مهمترین نکاتی که یک سخنران باید رعایت کند پاسخ دادن به پرسش‌های شنوندگان و یا داوران است: همیشه تا پایان بیان پرسش توسط کسی که سؤال می‌کند صبر کنید. بلافاصله جواب ندهید، یکی دو ثانیه اندیشه و سپس پاسخ دادن نتیجه‌ی بهتری می‌دهد. اگر پاسخ را نمی‌دانید سعی نکنید هر جور شده با هر استدلال با ربط و بی‌ربطی جواب دهید. اگر سؤال را متوجه نشدید به هیچ‌وجه اشکال ندارد از شخص پرسشگر بخواهید منظور خود را واضح‌تر بیان کند. اگر بر بخشی از مطلبی که ارائه می‌کنید تسلط ندارید برای پرهیز از مواجه شدن با پرسشی که پاسخ خوبی برای آن ندارید از بیان آن خودداری

نخستین چیزی که یک سخنران می‌باید به آن توجه کند "وقت" است! هم وقت خود و هم وقت کسانی که برای شنیدن سخنان شما به محل سخنرانی آمده‌اند. سخنران باید دقیقاً بداند چقدر وقت برای ارائه سخنرانی خود دارد و بر حسب موضوع و سطح و نوع گروهی که برای شنیدن آمده‌اند برای سخنرانی خود راهبرد داشته باشد. تجربه می‌گوید اختصاص ۱/۵ تا ۲ دقیقه برای هر اسلاید مناسب است. برای سمینارهای تخصصی که وقت کم است این زمان را می‌توان تا یک دقیقه برای هر اسلاید نیز کاهش داد. یکی از کارهایی که وقت سخنران را از بین می‌برد استفاده‌ی بیش از حد از تصویرهای متحرک در ارائه‌ی اسلایدهاست.

همچنین سخنران می‌باید برای وقتی که دیگران گذاشته‌اند تا سخنان او را گوش دهند ارزش و احترام قائل باشد. به موقع در جلسه حضور پیدا کند و به موقع به سخنان خود پایان دهد. مهم‌تر از همه آنکه سطح و نوع محتوای سخنان باید طوری باشد که در آخر شنوندگان و شرکت‌کنندگان احساس نکنند وقتشان تلف شده است! اگر قرار است یک سخنرانی تخصصی ارائه کنید، که معمولاً بین ۱۵ تا ۲۰ دقیقه وقت دارید، اختصاص دادن بیش از یک اسلاید به مرور مطالب و تاریخچه‌ی کار و ... اشتباه است و قطعاً در ارائه مطالب اصلی وقت کم خواهید آورد.

بدترین نوع سمینار و سخنرانی ایستادن در یک محل ثابت مثل پشت تریبون، خواندن از روی یک متن آماده، پشت کردن به شرکت‌کنندگان و استفاده از اسلایدهای مملو از نوشته و فرمول است!

اسلاید می‌بایست حتماً با ارائه تعداد کافی عکس، تصویر، نمودار و جدول امکان درک سریع مطلب و پیدا کردن ارتباط منطقی بین مطالب در حال ارائه شدن را (از راه دیداری) به شنونده بدهد. استفاده از رنگ مناسب و اندازه و نوع حروف مناسب بکار رفته شده در اسلایدها و عنوان‌ها اهمیت بسیار زیادی دارند. قرار نیست شنونده حدس بزند شما چکار کرده‌اید و یا احتمالاً چگونه محاسبه را انجام داده‌اید. مطالب باید واضح، کوتاه و مرتبط با هم در یک روند منطقی ارائه شوند.

انتخاب عنوان باید از بکار بردن اسامی نامفهوم و دهان‌پرکن پرهیز کرد.

ب- سرخط مطالب در واقع چارچوب صحبت شما را برای شنونده مشخص می‌کند و به‌طور معمول دارای چهار بخش اصلی است:
۱- مقدمه^۴

۲- شرح آزمایش یا نظریه و یا پیش‌فرض‌های مطالعه و نتایج به‌دست‌آمده^۵

۳- بحث و تحلیل نتایج^۶

۴- نتیجه‌گیری^۷

پ- مقدمه باید تا حد امکان کوتاه و منسجم باشد. نباید بیش از یک‌دهم زمان سخنرانی شما را به خود اختصاص دهد. ارائه جزئیات کارهایی که توسط پیشینیان در این زمینه انجام شده است لزومی ندارد مگر اینکه برای درک مطلب ضروری باشد. همانند بقیه قسمت‌ها می‌بایست از بکار بردن واژگان و اصطلاحات نامفهوم و ناآشنا پرهیز کرد. در انتهای این بخش صورت مسئله شما و موضوعی که قرار است به آن بپردازید باید برای شنونده مشخص شود.

ت- معرفی روش‌های بکار رفته: در مورد کارهای آزمایشگاهی و تجربی باید چیدمان^۸ آزمایش نمایش داده شده و سازوکار آن برای حاضرین روشن گردد. اگر از دستگاه خاصی استفاده کرده‌اید باید مشخصات فنی و سازوکار اندازه‌گیری و جمع‌آوری داده‌ها توسط آن دستگاه شرح داده شوند. اگر مقاله صرفاً نظری است، لازم است بدون وارد شدن به جزئیات، ابزار ریاضی لازم برای درک مطلب معرفی شود. در هر دو مورد بالا به جزئیات نپردازید اما درعین حال جزئیات باید در اسلاید جداگانه‌ای در دسترس باشد تا اگر لازم بود برای شنونده‌ای توضیح دهید با مراجعه به آن، ایشان را با پاسخ خود قانع کنید. در مورد کارهای محاسباتی و شبیه‌سازی لازم است حتماً الگوریتم بکار رفته کاملاً توضیح داده شود و در انتها داده‌های

کنید. جلسه سمینار جای فکر کردن و پاسخ پیدا کردن نیست و باید از پیش در مورد تمامی مطالبی که می‌خواهید بیان کنید و همه‌ی موارد مرتبطی که ممکن است مورد سؤال واقع شوند، خوب فکر کرده باشید. یکی از واکنش‌های نامطلوب بعضی از سخنرانان هنگامی که پاسخ خوبی برای سؤال مطرح شده ندارند، این است که شخص سؤال‌کننده را تحقیر می‌کنند و یا حالت دفاعی و مجادله به خود می‌گیرند! و در همین لحظه است که اعتبار خود را نزد شنوندگان از دست می‌دهند!

یک سخنرانی و یا سمینار خوب می‌باید دارای ساختار باشد [۸-۱۱]. ساختار سخنرانی و اسلایدهایی که می‌خواهید ارائه کنید می‌تواند به شکل زیر باشد:

الف- اسلاید اول: عنوان، نام پژوهشگر اصلی و ارائه‌کننده، نام و نشان همکاران، محل انجام کار و مناسبت سخنرانی؛ مانند: "کنفرانس سالانه‌ی فیزیک ایران".
اسلایدهای بعدی:

ب- سرخط مطالبی که می‌خواهید ارائه کنید

پ- مقدمه خیلی کوتاه و تعریف صورت مسئله

ت- معرفی تکنیک‌های ریاضی یا آزمایشگاهی استفاده‌شده و یا روش‌های بکار رفته در انجام تحقیق

ث- چگونگی انجام اندازه‌گیری‌ها، پیدا کردن راه حل و یا جمع‌آوری داده‌ها

ج- ارائه نتایج به‌دست‌آمده به‌صورت منطقی و ترتیب اولویت
چ- تحلیل و تفسیر نتایج

ح- نتیجه‌گیری و رسیدن به جواب پرسشی که در بند "پ" مطرح کرده‌اید.

خ- ارائه پیشنهاد برای ادامه کار و اشاره به چشم‌انداز کار

د- مراجع و منابع

الف- عنوان سمینار می‌باید واضح، کوتاه، مختصر و جذاب بوده و همچنین باید در ارتباط مستقیم با مطالب ارائه‌شده باشد. به عمومی و یا تخصصی بودن سخنرانی باید توجه شود. در

⁴ Introduction

⁵ Experimental and its results/ Theoretical background and concepts

⁶ Discussion

⁷ Conclusion

⁸ setup

برای اینکه جایی زیادی در اسلاید را اشغال نکنند آن را به صورت خلاصه بدون ذکر نام مقاله و ذکر نام فقط نویسنده‌ی اول (M. Planck et al.) به همراه نام و شماره جلد و سال مجله و یا کتاب و یا آدرس سایت بیاوریم. آوردن مراجع به صورت یکجا در انتهای سخنرانی در یک اسلاید جداگانه کار چندان مفیدی نیست و به طور معمول کسی به آن توجه نمی‌کند. نحوه‌ی نوشتن مراجع مانند مقاله است که در قسمت قبلی توضیح داده شد.

البته تمام موارد اشاره شده در این مقاله بر حسب مورد و سلیقه و روش کار سخنران و یا نویسنده و رشته‌ی تخصصی مورد بحث می‌تواند متفاوت و متغیر باشد. آنچه در اینجا یادآوری شد در اغلب موارد مشترک و قابل اجرا است. در نظر گرفتن آیین نگارش علمی و روش صحیح ارائه سخنرانی تا حد زیادی می‌تواند به بهتر دیده شدن و مورد توجه قرار گرفتن نتایج پژوهش و مطالعات شما کمک و امکان قضاوت بهتری از کار ارائه شده را فراهم کند.

منابع و مؤاخذ

- [1]. James D. Lester, (2014), Writing Research Paper, a complete guide. Pearson Publishing (15th Ed).
- [2]. Frank Chaplen, (1970), Paragraph Writing. Oxford University Press.
- [3]. R.T. Kellogg and B.A. Raulerson, (2007), Psychonomic Bulletin & Review, 14 (2), 237
- [4]. <http://www.uww.edu/learn/improving/restipto/ol/improve-student-writing>
- [5]. <http://www.proofreadingservices.us/college-writing-skills>
- [6]. <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=guide-to-technical-report&site=356>
- [7]. دستور کار "کارگاه الکترونیک" (ویراستار: ارشمید نهال)، دانشکده فیزیک، دانشگاه تهران، ۱۳۹۷.
- [8]. <https://teachingcommons.stanford.edu/resources/teaching-resources/teaching-strategies/checklist-effective-lecturing/lecturing-guidelines>
- [9]. <http://www3.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/7289716.PDF>
- [10]. <http://web.mit.edu/me-ugoffice/communication/labnotebooks.pdf>
- [11]. Kate Exley and Reg Dennick, (2009), Giving a Lecture: From Presenting to Teaching. Routledge, Taylor and Francis Group (2nd Ed.)

مرجع و یا نتایج کار سایر پژوهشگران در آن موضوع را می‌بایست برای مقایسه و محک زدن و راستی آزمایی روش خود ارائه و تحلیل و تفسیر کنید.

ث- چگونگی حل مسئله و به سرانجام رساندن کار: با جزئیات کامل چگونگی پیدا کردن جواب مسئله‌ی مطرح شده را شرح داده و مزیت کار انجام شده توسط خودتان را نسبت به سایر روش‌ها و یا تحقیق‌ها برجسته کنید.

ج- ارائه نتایج به دست آمده: ضمن برجسته کردن نتایج کار خود و مقایسه با کارهای انجام شده پیش از شما، با طبقه‌بندی آن و ارائه جداگانه نتایج هر قسمت، شنونده را به درک نتیجه به دست آمده نزدیک کنید.

چ- تحلیل نتایج و تفسیر آنها: نتایج ارائه شده باید تحلیل و تفسیر شوند و برای شنونده‌ی صحبت شما باید مشخص شود که دقیقاً به چه رسیده‌اید و چه ارتباطی با کارهای در پیش انجام شده در این زمینه وجود دارد و دست آورد کار شما چیست؟ ارائه انبوه داده‌ها و نمودار و شکل در انتهای کار بدون روشن کردن ارتباط بین آنها و تفسیر و نتیجه‌گیری علمی به مقدار زیادی از جذابیت و مفید بودن سخنرانی شما خواهد کاست.

ح- نتیجه‌گیری: یک جمع‌بندی و نتیجه‌گیری و برجسته کردن دست‌آوردهای کار انجام شده در نهایت می‌تواند در شنونده، سخنرانی شما این احساس را ایجاد کند که موضوع را متوجه شده است.

خ- در آخر کار اگر بتوانید چشم‌انداز کار انجام شده را نمایان و پیشنهادهایی برای ادامه کار ارائه کنید توانسته‌اید مأموریت اصلی یک سخنرانی علمی که نشر دانش و ایجاد ارتباط بین متخصصین است را به سرانجام برسانید.

د- مراجع و منابع: همان‌طور که پیش‌تر اشاره کردیم هر شکل، نمودار، تصویر، فرمول، جدول و هر داده‌ای که از جای دیگر آورده‌اید و در کار خود استفاده کرده‌اید باید ارجاع داده شوند [۱، ۲]. بهتر است آدرس مرجع را در هنگام نمایش اسلایدها بلافاصله در پایین شکل یا نمودار و یا ... بیاوریم. لازم است

برندگان جایزه نوبل ۲۰۱۷ در حوزه علوم پایه و پزشکی

فرید نصیری^۱، علی اکبر موسوی موحدی^{۲*}

چکیده

امروز علم نقش پراهمیتی را در زندگی بشر ایفا می‌نماید و پیشرفت‌های علمی، زندگی ما را دستخوش تغییرات بسیاری کرده است، بر این اساس جوایز علمی نوبل هر ساله به افراد برجسته‌ای که در مرزهای علوم گام برداشته و کشف‌های عظیم را در اختیار بشریت قرار می‌دهند اعطا شده و بدین طریق از آنها تقدیر به عمل می‌آید. سال ۲۰۱۷ نیز جشنواره علمی جایزه نوبل برگزار شد. در این مقاله دانشمندانی که در این سال در سه حوزه علمی فیزیک، شیمی و فیزیولوژی-پزشکی برای جایزه نوبل برگزیده شده‌اند، معرفی شده و درباره پژوهش‌های آنها بحث خواهد شد. جایزه فیزیولوژی پزشکی به محققان در حوزه ریتم زیستی، جایزه فیزیک به دلیل مشاهده موج گرانشی با تداخل سنج لیزری و جایزه شیمی به خاطر توسعه میکروسکوپ الکترون سرد برای ساختار بیومولکول‌ها با قدرت تفکیک بسیار بالا اهدا گردید. شایان ذکر است که دانشمندان بیوفیزیک جایزه نوبل شیمی و بخشی از جایزه نوبل فیزیولوژی-پزشکی را رقم زدند. امروز علم بیوفیزیک نقش مهمی را در تشخیص پزشکی در کشورهای پیشرفته به عهده دارد و تشخیص بیماری‌های در مراحل اولیه قبل از بالینی شدن را با روش‌های علمی حوزه بیوفیزیک تشخیص داده می‌شود.

واژگان کلیدی: ریتم زیستی، موج گرانشی، تداخل لیزری، میکروسکوپ الکترون سرد، بیوفیزیک سلامت، چرخه علم بنیادی و رشد فناوری

* عهده‌دار مکاتبات، استاد دانشگاه تهران، تلفن: ۶۱۱۳۳۸۱، دورنگار: ۶۶۴۰۴۶۸۰، پست الکترونیکی: moosavi@ut.ac.ir

^۱ مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران

^۲ استاد مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران و عضو فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

نشریه نشاء علم، سال هشتم، شماره اول، دی ماه ۹۶

مقدمه

دریافت کرده و دوره پسادکتری خود را در موسسه فناوری کالیفرنیا (کلتک^۶) طی دو سال گذراند. در سال ۱۹۷۴ به استخدام دانشگاه برن دیس در شهر والتام (در ایالت ماساچوست) درآمد و در سال ۲۰۰۲ به دانشگاه Maine پیوست.

مایکل راسبش:

در سال ۱۹۴۴ در کانزاس سیتی به دنیا آمد. در سال ۱۹۷۰ دکتری تخصصی خود در رشته بیوفیزیک از موسسه فناوری ماساچوست (MIT)^۷ دریافت کرد. سال ۱۹۷۴ دوره پسادکتری خود را با تمرکز روی مطالعات ژنتیکی در دانشگاه ادینبورگ اسکاتلند تمام کرد و بعد از آن به استخدام دانشگاه برن دیس درآمد.

مایکل یانگ:

یانگ در سال ۱۹۴۹ در شهر میامی به دنیا آمد. در سال ۱۹۷۵ دکتری تخصصی خود را در علم ژنتیک از دانشگاه تگزاس دریافت کرد. دوره پسادکتری خود را در دانشگاه استنفورد طی دو سال گذراند و از سال ۱۹۷۸ به استخدام دانشگاه راکفلر در شهر نیویورک درآمد است.

ساعت زیستی و سلامتی انسان

ریتم سیرکادین، ریتم زیستی با دوره ۲۴ ساعته که در شرایط ثابت ادامه می‌یابد. ریتم‌های سیرکادین در گستره موجودات زنده از انسان، موش، ماهی، مگس میوه و گیاهان گرفته تا حتی تک‌سلولی‌هایی از قبیل سیانوباکتری‌ها دیده می‌شود. ساعت سیرکادین مکانیسم زمانی است که از نوسانگرهای مولکولی^۸ تشکیل شده است و در واقع ریتم‌های سیرکادین توسط این ساعت برای بهینه کردن رفتار و فیزیولوژی موجودات زنده با پیش‌بینی چرخه‌های شب و روز کنترل می‌شود.

ساعت‌های سیرکادین به تنظیم الگوهای خواب، رفتارهای تغذیه‌ای، ترشح هورمون، فشارخون و دمای بدن کمک می‌کنند.

کمابیش درباره جایزه نوبل چیزهایی شنیده‌ایم و می‌دانیم که آلفرد نوبل^۱ (صنعتگر، سرمایه‌دار و مخترع سوئدی) پیش از اینکه در سال ۱۸۹۶ دیده از جهان فرو بندد، در وصیت‌نامه خود در سال ۱۸۹۵ ذکر کرد که بخش بزرگی از دارایی‌هایش را برای اعطای جوایزی که امروز به‌عنوان جایزه نوبل شناخته می‌شود، اختصاص داد. یکی از مهم‌ترین جملات پایانی این وصیت‌نامه بدین قرار است: این خواست روشن من است که در اعطا جوایز هرگز ملیت برگزیدگان در نظر گرفته نشود و شایسته‌ترین‌ها برنده باشند، چه اسکاندیناویایی باشند و چه نباشند. جوایز در سه حوزه علمی شیمی، فیزیک، فیزیولوژی - پزشکی و همچنین در ادبیات و صلح داده می‌شود. بنیاد نوبل در سال ۱۹۶۹ جایزه بانک سوئد را برای علوم اقتصادی به یاد آلفرد نوبل، به این فهرست افزوده است. برای جوایز شیمی و فیزیک کمیته‌های جداگانه‌ای در درون فرهنگستان سلطنتی علوم سوئد تصمیم می‌گیرند. گزینش برگزیده فیزیولوژی-پزشکی نیز بر عهده اعضا انستیتو کارولینسکا^۲ است [۱].

۱- جایزه فیزیولوژی-پزشکی

نوبل فیزیولوژی-پزشکی در ۲ اکتبر ۲۰۱۷ به خاطر کشف مکانیسم‌های مولکولی کنترل‌کننده ریتم شبانه‌روزی^۳ به جفری سی. هال^۴، مایکل راسبش^۵ و مایکل یانگ^۶ داده شد. کمیته نوبل اعلام کرد این جایزه را به دلیل تأثیر عظیم این یافته بر سلامت و تندرستی به‌صورت مشترک به این سه دانشمند آمریکایی اعطا می‌شود. این جایزه ارزش مادی در حدود ۱ میلیون و دویست هزار دلار داشته و هریک از برندگان سهم یک‌سومی در این جایزه دارند.

جفری سی هال:

در ۱۹۴۵ در نیویورک به دنیا آمد. او در سال ۱۹۷۱ دکتری تخصصی خود را در علم ژنتیک از دانشگاه واشنگتن در سیاتل

¹ Alfred Nobel

² Karolinska Institute

³ Circadian Rhythm

⁴ Jeffery C. Hall

⁵ Michael Rosbash

⁶ Michael W. Young

⁷ California Institute of Technology

⁸ Massachusetts Institute of Technology

⁹ Oscillator

رینر ویس:

رینر ویس در سال ۱۹۳۲ در برلین به دنیا آمد و در حال حاضر استاد فیزیک بازنشسته و افتخاری دانشگاه ام-ای-تی و از همکاران اصلی در رصدخانه بین‌المللی LIGO/VIGRO می‌باشد. در سال ۱۹۶۲ دکتری تخصصی خود را از دانشگاه ام-ای-تی گرفته و قبل از بازگشت دوباره در سال ۱۹۶۴ در دانشگاه‌های پرینستون و توفتس^۵ شروع به تدریس و تحقیق نمود. او طی فعالیت‌های علمی خود جایزه‌های متنوعی مانند جایزه ناسا، جایزه علمی کلوب ملی فضایی، جایزه کیهان‌شناسی گروبر^۶ و جایزه انیشتین انجمن فیزیک آمریکا را دریافت کرده است.

بری بریش:

بری بریش در سال ۱۹۳۶ در اماها (ایالت نبراسکا) به دنیا آمد. از سال ۲۰۰۵ استاد فیزیک افتخاری در کلنک بوده و از همکاران اصلی در رصدخانه بین‌المللی LIGO/VIGRO می‌باشد. او در سال ۱۹۶۲ دکتری تخصصی خود را در فیزیک ذرات آزمایشگاهی از دانشگاه کالیفرنیا (برکلی) دریافت کرد.

کیپ اس. تورن:

تورن در ۱۹۴۰ در لوگان (ایالت یوتا) به دنیا آمد. او از سال ۲۰۰۹ استاد افتخاری فیزیک نظری در کلنک است، تورن همچنین از همکاران اصلی در رصدخانه بین‌المللی LIGO/VIGRO می‌باشد. در سال ۱۹۶۵ دکتری تخصصی خود را از دانشگاه پرینستون دریافت کرد. در طی سال‌ها فعالیت علمی، سمت‌های دانشگاهی را در دانشگاه‌های مختلف مانند دانشگاه یوتا و کورنل کسب کرده و چندین جایزه در حوزه اخترشناسی دریافت نموده است.

همچنین نقش‌های جدی در بافت‌های مختلف بدن دارند. حذف ژن‌های ساعت در مدل‌های جانوری منجر به بی‌نظمی‌های تولید هورمون‌ها مانند گلوکوکورتیکوئیدها و انسولین می‌شود. ژن‌های ساعت همچنین تأثیر عمیقی بر متابولیسم از طریق گلوکونئوز، افزایش حساسیت انسولین و نوسان گلوکز خون دارند. خواب یک مؤلفه‌ای اساسی در عملکرد طبیعی مغز است و بی‌نظمی‌های سیرکاردینی ارتباط مستقیمی با اختلال‌های ناشی از بی‌نظمی خواب مانند افسردگی، بیماری دوقطبی، آگاهی، تشکیل حافظه و بیماری‌های عصبی دیگر دارد. در مواردی نادر، جهش در ژن‌های ساعت عامل اختلالات خواب می‌شود. جهش در ژن‌های مربوط به نوسانگرهای مولکولی سبب ایجاد یک الگوی خواب وراثتی به نام نشانگان پیشرفته خانوادگی^۱ می‌شود. افراد دارای این اختلال در ساعت ۷ بعدازظهر می‌خوانند و ساعت دو با مداد بیدار می‌شوند. مطالعات نشان می‌دهد که ناهماهنگی‌های مزمن بین سبک زندگی و ریتم ناشی از ساعت سیرکاردین درونی ممکن است با افزایش ریسک بسیاری از بیماری‌ها مانند سرطان، بیماری‌های تخریب اعصاب، اختلالات متابولیک و التهاب مرتبط باشد [۶-۲].

در نهایت این موضوعات اهمیت کار هال، رابش و یانگ را نشان می‌دهد که آزمایش‌های علمی آنها به شناسایی ژن‌های مؤثر در عملکرد ساعت زیستی و مکانیسم عمل آن در سطح مولکولی منجر گردید و این کشف مکانیسم فیزیولوژی مهمی را بنیاد نهاد.

۲- جایزه فیزیک

نوبل فیزیک در سوم اکتبر ۲۰۱۷ به‌طور مشترک به سه فیزیکدان تجربی: رینر ویس^۴، بری بریش^۳ و کیپ تورن^۱ به خاطر همکاری مؤثرشان در آشکارکننده LIGO و مشاهده امواج گرانشی داده شد. ارزش مادی این جایزه برابر یک میلیون دلار است. یک دوم از جایزه سهم ویس بوده و مابقی آن بین بریش و تورن تقسیم می‌گردد.

¹ Familial Delayed Sleep Disorder

² Rainer Weiss

³ Barry C. Barish

⁴ Kip S. Thorne

⁵ Tufts

⁶ Gruber

اهمیت و پیشینه کار پژوهشی آنها

در سال ۱۹۱۵ اینشتین نظریه نسبیت عام خود را طرح کرد. نظریه‌ای که گرانش را توضیح می‌داد. اینشتین دریافت که نمی‌توان دو مفهوم فضا و زمان را از هم جدا کرد و پیشنهاد کرد که هندسه جهان چهاربعدی می‌باشد (سه بعد فضا و یک بعد زمان). او در نظریه نسبیت این هندسه را فضا-زمان نامید. گرانش یا جاذبه در این تئوری انحنایی در فضا-زمان است. این انحنا را جرم ایجاد می‌کند. هر چه جرم جسمی بیشتر باشد انحنای بزرگتری در فضا-زمان ایجاد می‌کند. این انحنا در واقع موقعیت جسم را مشخص می‌نماید. وقتی جسمی حرکت می‌کند، انحنایی که در فضا-زمان ایجاد می‌کند هم حرکت می‌کند. در سال ۱۹۱۶ اینشتین از نظریه خود نتیجه گرفت که امواج گرانشی وجود دارند. وقتی اجرام جابه‌جا می‌شوند، این امواج به وجود می‌آیند. به‌عنوان مثال وقتی که دو ستاره دور هم می‌چرخند در فضا-زمان چروک ایجاد می‌کنند که انرژی را از سیستم بیرون می‌دهد. اینشتین پیش‌بینی دیگری نیز کرد: اگر گرانش ناگهان تغییر کند، در اثر انفجار یک ابر نو اختر امواج انرژی گرانشی با سرعت نور در کیهان منتشر می‌شوند و باعث می‌شوند که فضا-زمان تاب برداشته و تمام فواصل تغییر می‌کنند مانند فاصله بین زمین و خورشید، گرچه این تأثیر در فاصله بی‌نهایت اندک است، به‌عنوان مثال فاصله بین زمین و خورشید به‌واسطه اثر موج گرانشی تنها به‌اندازه قطر یک اتم تغییر می‌کند. آیا انسان‌ها می‌توانند چنین تغییر فاصله‌ای را درک کنند؟ ویس، بریش و تورن ۳۰ سال قبل این چالش را پذیرفته و طرح رصدخانه موج گرانشی تداخل لیزی (LIGO)^۱ را ارائه نمودند. این رصدخانه به شکل L هست و متشکل از مراکز ایجاد لیزر، آینه‌ها، خلأ و آشکار سازهای لیزر است. لیزرها از مرکز تولید شان در هر بازو به سمت آینه‌ها ۴ کیلومتر در خلأ حرکت می‌کنند، در آینه‌ها بازتاب می‌شوند سپس بازمی‌گردند و با استفاده از آشکار سازهای فرا دقیق لیزی اختلاف فاصله بین یک بازو و بازوی دیگر سنجیده می‌شود. از LIGO به تعداد دو مورد، یکی در لیونگستون^۲

(ایالت لوئیزیانا) و دیگری در هانفورد^۳ (ایالت واشنگتن) با هدف تشخیص عوامل محیطی که به‌صورت مجزا در هر یک ظاهر می‌شوند از امواج گرانشی که از فضا می‌آیند، ساخته شده است [۷-۹]. در ۱۴ ماه سپتامبر ۲۰۱۵ پژوهشگران در LIGO غافلگیر گشتند، در هر دو ردیاب یک موج گرانشی مشاهده کردند که در چرخه‌هایی شدت و بسامد را افزایش می‌داد و بعد دوباره کاهش می‌یافت و در هر دو ردیاب یکسان بودند. در واقع آنها امواج گرانشی بودند که از بیش از یک میلیارد سال پیش از دو سیاهچاله می‌آمدند که در هم ذوب شده و یکی گشته بودند. بعد در دسامبر همان سال آنها توانستند موج گرانشی دیگری را مشاهده کنند. موج گرانشی اول تفاوت طولی معادل ۱/۴ هزارم یک پروتون در طول ۴ کیلومتر ایجاد کرده و دومی حتی کوچکتر از آن بود [۱۰]. LIGO بعد از بیش از صد سال نظریه نسبیت عام اینشتین را اثبات کرده و مهر تأییدی بر نظریه تورم کیهانی زد و نکته قابل تأمل در باره LIGO این می‌باشد که این رصدخانه بعد از گذشت حدود ۳۰ سال از ایجاد آن توانست امواج گرانشی را ثبت نماید و در طی این سه دهه هیچ‌وقت بودجه آن قطع نگردید. فیزیکدانان و اخترشناسان کماکان در این عرصه فعال بوده و مشاهده این امواج برای آنها ابتدای کار است و به‌واقع دانش برای آنها لذت‌بخش‌ترین چیز بوده و وسیله‌ای برای راه یافتن به ژرفای حقیقت است.

۳-جایزه شیمی

نوبل شیمی در ۴ اکتبر ۲۰۱۷ به‌طور مشترک به ژاکوب دوبوشه^۴، یواخیم فرانک^۵ و ریچارد هندرسون^۶ به خاطر توسعه میکروسکوپ الکترون سرد^۷ برای ساختار بیومولکول‌ها با قدرت تفکیک بسیار بالا داده شد. فرهنگستان سلطنتی سوئد در توجیه تصمیم به انتخاب این سه پژوهشگر گفته است که پژوهش آنان شاخه تصویرنگاری میکروسکوپی را وارد عصر جدیدی کرده است، این بیانیه می‌افزاید که با استفاده از نتیجه تحقیقات این سه نفر، پژوهشگران اینک می‌توانند زیست مولکول‌ها را در میانه حرکت آنها شامل حدواسط‌ها

¹ Laser Interferometer Gravitational – wave Observatory

² Livingston

³ Hanford

⁴ Jacques Dubochet

⁵ Joachim Frank

⁶ Richard Henderson

⁷ cryo-electron microscopy

تصویربرداری کرده و فرایندهایی را مشاهده کنند که بیش از این امکان دیدن آنها وجود نداشت و این دستاوردهای مهم هم برای درک اساسی مواد تشکیل دهنده حیات و هم پیشرفت در زمینه داروسازی است. این جایزه ارزش مادی در حدود یک میلیون و هفتصد هزار دلار داشته و هریک از برندگان سهم یک سومی در این جایزه دارند.

ژاکوب دوبوشه:

ژاکوب دوبوشه سال ۱۹۴۲ در ایگل^۱ سوئیس به دنیا آمد. استاد بازنشسته و افتخاری بیوفیزیک دانشگاه لوزان در سوئیس می‌باشد. از سال ۱۹۶۹ شروع به تصویربرداری DNA با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نمود که موضوع اصلی تحقیقات او شد. ژاکوب در سال ۱۹۷۳ از دانشگاه جنوا^۲ و دانشگاه بازل دکتری تخصصی خود را دریافت کرد.

یواخیم فرانک:

فرانک سال ۱۹۴۰ در سیگن^۳ آلمان به دنیا آمد و در حال حاضر استاد بیوشیمی، بیوفیزیک مولکولی و زیست‌شناسی در دانشگاه کلمبیا در شهر نیویورک می‌باشد. او دکتری تخصصی خود را در سال ۱۹۷۰ از دانشگاه صنعتی مونیخ دریافت نمود.

ریچارد هندرسون:

هندرسون در سال ۱۹۴۵ در ادینبورگ اسکاتلند به دنیا آمد. او در حال حاضر رهبر برنامه آزمایشگاه زیست‌شناسی مولکولی در MRC^۴ دانشگاه کمبریج بریتانیا است، آزمایشگاهی که جایگاه فعالیت ۳۵۰ محقق در حوزه‌های پژوهشی مربوط به علوم اعصاب، زیست‌شناسی سلولی، زیست‌شناسی ساختاری، ایمنی‌شناسی، زیست‌شناسی سرطان و زیست‌فناوری می‌باشد. هندرسون دارای پایه فیزیک از دانشگاه ادینبورگ می‌باشد که در سن ۲۱ سالگی به سمت رشته زیست‌شناسی مولکولی سوق پیدا کرد و در سال ۱۹۶۹ دکتری خود را از دانشگاه کمبریج دریافت نمود.

اهمیت و پیشینه کار پژوهشی آنها

ایده استفاده از میکروسکوپ الکترونی برای مشاهده ماکرومولکول‌های زیستی برای نخستین بار که طرح گردید، ایده بسیار جذابی به نظر می‌رسید، به‌طوری‌که ریچارد فاینمن، فیزیکدان مشهور طی سخنرانی خود در انجمن فیزیک آمریکا در سال ۱۹۵۹ به میکروسکوپ الکترونی اشاره کرده و اظهار نمود که با استفاده از آن پاسخ آسانی برای بسیاری از سؤالات بنیادی زیست‌شناسی می‌توان یافت، کافی است که شما تصاویر را ببینید!!! میکروسکوپ‌های الکترونی از پرتوهای پرانرژی الکترونی که توسط عدسی‌های مغناطیسی در سطح نمونه متمرکز می‌شوند، استفاده می‌کنند. برای حذف اثرات محیطی در انحراف مسیر جریان پرتوها، در یک محیط خلأ ایجاد شده و ساطع می‌شوند که در این شرایط ماکرومولکول‌های زیستی نمی‌توانند ساختار طبیعی خود را حفظ کنند، مگر اینکه نمونه‌ها زمان قرار گرفتن در محیط خلأ میکروسکوپ الکترونی، هیدراته و آب‌دار باشند که این موضوعی غیرممکن به نظر می‌رسید تا اینکه Taylor و Glaeser در سال ۱۹۷۴ نشان دادند که با منجمد کردن نمونه قبل از قرارگیری در میکروسکوپ می‌توان تصاویری با قدرت تفکیک بالا به دست آورد. این ایده مورد توجه قرار نگرفت تا اینکه ژاکوب دوبوشه و همکارانش کشف کردند که نمونه‌های نازک به‌آسانی می‌توانند منجمد شوند که برای حفظ مولکول‌های آب در یک آرایش ساختاری غیرکریستالی مشابه شکل مایع آب کافی است. این روش بنیادی که توسط دوبوشه به وجود آمده، هنوز نیز مورد استفاده است. پرتوهای الکترونی پرانرژی بوده و می‌توانند نمونه‌ها را یونیزه کنند که یونیزه شدن باعث ایجاد تصاویر پر از نویز می‌شود، برای کاهش نویز باید داده‌ها از هزاران مولکول دارای ساختار مشخص جمع شوند درحالی‌که همزمان با آن باید مطمئن شد که در اثر دریافت پرتوها هدف تخریب نمی‌شود. مشکل انجام این کار نیز توسط ریچارد هندرسون با استفاده از تصاویر به دست آمده از کریستال‌های دوبعدی حل گردید که برای ادغام داده‌های تصویری در جهت ایجاد یک ساختار سه‌بعدی بسیار کاربردی است و توانستند ساختار باکتیریوردوپسین (یک پروتئین غشایی در باکتری) را با قدرت تفکیک ۷ آنگستروم تعیین کنند، هندرسون و همکاران

¹ Aigle

² Geneva

³ Sigen

⁴ Medical Research Council

در نهایت در اثر کارهای پیش‌گامان برندگان نوبل شیمی ۲۰۱۷ است که میکروسکوپ الکترون سرد به یک ابزار جدی و دقیق در دست بیوشیمی- بیوفیزیک‌دانان ساختاری تبدیل شده است و به حوزه مطالعاتی جدید با روند رشد سریع تبدیل شده و مسیری را که طی می‌کند یک شاخص نویدبخشی برای اکتشافات هیجان‌انگیز در آینده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

توماس کوون^۱ فیلسوف و مورخ علم آمریکایی در کتاب مشهورش ساختار انقلاب‌های علمی^۲ به این مفهوم تأکید می‌کند که تصویر و تلقی ما از علم در پی مطالعه تاریخ علم عوض می‌شود، تصویری انباشتی^۳ که بنا بر آن علم فعالیتی قاعده محور است که در طی تاریخ گام‌به‌گام به غنا و محتوی آن افزوده می‌شود. از دیدگاه کوون علم محصول و برآیند کارها و فعالیت‌های دانشمندان درون یک پارادایم^۴ است و از این‌رو علم همواره زیر سلطه یک پارادایم است. پارادایم مجموعه‌ای از مفروضات کلی نظری، قوانین و فنون و کاربرد آنها در یک جامعه علمی خاص است و واژه‌ای کلیدی با اشاره به دستاوردهای علمی بزرگ علمی است که پژوهش‌گروهی از دانشمندان را در مقطعی از تاریخ هدایت می‌کنند، فیزیک ارسطو، اصول مکانیک نیوتن یا نظریات فیزیک کوانتومی از جمله دستاوردهای بزرگی هستند که به سبب برخورداری از دو ویژگی برجسته: ۱- بی‌سابقه بودن و ۲- طرح مسائلی برای برانگیختن فعالیت علمی، پارادایم‌های جدیدی را در تاریخ علم شکل داده‌اند. طرد پارادایم قدیم و پذیرش پارادایم جدید تحولی گسسته است که سبب انقلاب علمی می‌شود [۱۳]. برندگان جوایز علمی نوبل افراد برگزیده‌ای هستند که به خاطر کشفی برگزیده می‌شوند که با دگرگون کردن ساختن نظرات غالب آن زمان و ایجاد پارادایم‌های جدید، موانعی را از سر راه برمی‌دارند و باعث ایجاد انقلاب‌های علمی می‌شوند و اهمیت جایزه نوبل در این می‌باشد که به انقلاب‌های علمی و تأثیر عمیق آنها بر بشریت توجه داشته و از این دستاوردهای عظیم انسانی قدردانی به عمل آورده و پاداشی را برای آنها فراهم

در سال ۱۹۹۰ با بهبود دوربین‌های مورد استفاده در میکروسکوپ الکترونی توانستند به قدرت تفکیک کریستالوگرافی اشعه x ($< 3 \text{ \AA}$) نزدیک شده و ساختار باکتیرودوپسین را با قدرت تفکیک $3/5$ آنگستروم تعیین کنند. همزمان با ریچاردسون، یواخیم فرانک در سال ۱۹۷۵ ابتدا پیشنهاد کرد و سپس به صورت تئوری نشان داد که گردآوری داده‌ها از تصاویر تک‌مولکول‌ها^۱ در نمونه‌های غیرکریستالی می‌تواند انجام شود. فرانک این فکر را به صورت آزمایشگاهی در مورد ریبوزوم و دیگر سوپر ماکرومولکول‌های زیستی ادامه داد، به صورتی که در ابتدا از نمونه‌های بدون رنگ‌آمیزی استفاده کرده و سپس نمونه‌های بدون رنگ منجمد شده را تهیه کرد [۱۱].

حوزه‌ای جدید در مطالعات زیست‌شناسی ساختاری

گرچه جایزه نوبل شیمی ۲۰۱۷ به فعالیت‌های انجام شده در دهه ۷۰ و ۸۰ قرن بیستم برمی‌گردد، ولی در زمان که کرایو- الکترون میکروسکوپی توجه گسترده محققین را به خود جلب کرده است. تا قبل از این جایزه این موضوع به عنوان یک روش بی‌فایده تلقی می‌شد اما بعد از پیشرفت‌های صورت گرفته در بهبود روش‌های آماده‌سازی نمونه، آشکارسازهای میکروسکوپ الکترونی و توسعه روش‌های نرم‌افزاری و محاسباتی در آنالیز تصاویر این روش به شکل فوق‌العاده‌ای مورد توجه پژوهشگران در حوزه زیست‌شناسی ساختاری قرار گرفته است. اکنون مشابه پایگاه (<https://www.rcsb.org/>) pdb که حاوی اطلاعات ساختار سه‌بعدی ۱۴۱۶۱۶ پروتئین به‌دست‌آمده از روش‌های مختلف مانند کریستالوگرافی اشعه x است، یک پایگاه دیگر با نام EMD (<http://www.emdatabank.org>) ایجاد شده است که حاوی اطلاعات ساختاری پروتئین‌ها است که با استفاده از میکروسکوپ الکترون سرد به دست آمده‌اند که در سال‌های اخیر تعداد پروتئین‌هایی که قدرت تفکیک آنها کمتر از ۴ آنگستروم است در این پایگاه افزایش یافته است [۱۲].

¹ Single Molecules

² Thomas Kuhn

³ The structure of scientific Revolution

⁴ Accumulative

⁵ Paradigm

3-<http://www.scopus.com/>

منابع و مؤاخذ

- [۱]. [دوهرتی، پیترا. (ترجمه دکتر فاطمه محبوب)، (۱۳۸۷). چگونه برنده نوبل شویم؟ راهنمایی برای تازه‌کارها، نشر دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- [2]. Carlos Ibanez, (2017). Scientific Background Discoveries of Molecular Mechanisms, Controlling the Circadian Rhythm, Carlos Ibanez, Nobelforsmalingen, The Nobel Assembly at Karolinska Institute.
- [3]. Bell-Pedersen and et al., (2005). Circadian Rhythms from Multiple Oscillators: Lessons from Diverse Organisms, Nat Rev Genet, v6 (7), pp.544-56.
- [۴]. پیرحقی، میترا، فرهادی، محمد، موسوی موحدی، علی اکبر (۱۳۹۵). "سبک زندگی و پزشکی خواب" نشریه نشا علم، مجلد ۶، شماره ۲، صفحات ۱۰۳-۱۱۳.
- [۵]. سلیمانپور، 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.
- [6]. Young, M., Patke, A., et al, (2017). Mutation of the Human Circadian Clock Gene CRY1 in Familial Delayed Sleep Phase Disorder, Cell v.169, pp. 203-215.
- [7]. Shapiro Key, J., and Hendry, M., (2016). Defining Gravity, Nature Physics, v.12, pp. 524-525.
- [8]. Reitze, D., (2008). Chasing gravitational waves, Nature Photonics, v.2, pp. 582-585.
- [9]. The LIGO Scientific Collaboration, (2009). LIGO: The Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, Reports on Progress in Physics, v.72, 076901.
- [10]. Abbott, B. P., et al., (2016). Observation of gravitational waves from a binary black hole merger Physical Review Letters, V.116, 061102.
- [11]. Cheng, Y., Glaeser, R. and Nogales, E., (2017). How Cryo-EM Became So Hot Cell v.171, pp. 1229-1231
- [12]. Shen, P., (2018). The 2017 Nobel Prize in Chemistry: Cryo-EM comes of age, Analytical and Bioanalytical Chemistry, v.410, pp. 2053-2057.
- [۱۳]. شیخ رضایی، حسین و کرباسی زاده، امیر احسان (۱۳۹۱).

آشنایی با فلسفه علم، نشر هرمس.

می‌کند، از همه مهم‌تر باعث پراکنده شدن نیاز به دانستن در میان مردمان می‌شود.

شایان ذکر است که نظریه‌های بنیادی علم زیرساخت تفکر دانشمندان و پژوهشگران و دانشجویان می‌شود و از این ضمیر بنیادی نوآوری‌ها، اختراعات، فناوری‌ها حاصل می‌شود. فناوری‌های بزرگ و ارزشمند جهان از علوم بنیادی نشأت گرفته است و تحولات بزرگ اجتماعی از نظریه‌های بنیادی به وجود آمده است. اگر کشوری علاقه به توسعه فناوری اصیل داشته باشد مطمئناً می‌باید از چرخه علم بنیادی حرکت نماید تا بتواند به صورت مستقل فناوری‌های جهان را رهبری نماید. در غیر این صورت صنعت و فناوری وابسته به دیگران را دارد که آنها آن را رهبری می‌نمایند و در چنگال آنها گرفتارند. اهمیت دادن ویژه به علوم پایه و علوم بنیادی از دانشگاه بنیادی شروع می‌شود چون خاستگاه و اصالت دانشگاه در جهان به علوم بنیادی اختصاص می‌یابد و دانشگاه خاستگاه اصلی کشف و تربیت انسان‌های دانش‌مدار و کشف‌کننده پدیده‌های عالم است و تحلیل‌کننده نتایج و داده‌های علمی و نوآوری‌های جهان است؛ بنابراین سیاستمداران کشور می‌باید به دانشگاه بنیادی فکر کنند نه کاربردی و امور کاربردی را در شرکت‌های دانش‌بنیان و مراکز تحقیق و توسعه صنایع دنبال نمایند. شایان ذکر است که دانشمندان بیوفیزیک جایزه نوبل شیمی و بخشی از جایزه نوبل فیزیولوژی-پزشکی را رقم زدند. امروز علم بیوفیزیک نقش مهمی را در تشخیص پزشکی در کشورهای پیشرفته به عهده دارد و تشخیص بیماری‌های در مراحل اولیه قبل از بالینی شدن را با روش‌های علمی حوزه بیوفیزیک تشخیص داده می‌شود. لذا پیشنهاد می‌گردد وزارت بهداشت، درمان و علوم پزشکی به این علم توجه ویژه نماید و از دانش‌آموختگان این رشته را در دانشگاه‌های علوم پزشکی و بیمارستان‌ها بهره‌مند شود و طرح‌های تحقیقاتی و پایان‌نامه‌های بیوفیزیک سلامت و تغذیه را دنبال نماید.

وبسایت‌های بازدید شده در این مقاله

- 1- <http://www.nobelprize.org/>
- 2- <https://www.elsevier.com/connect/honoring-the2017-nobel-laureates-with-free-access-to-selections-of-their-research>

تغییرات اپی ژنتیک و سبک زندگی

علی محمد بنائی مقدم^{۱*}

چکیده

تغییرات ژنتیکی می‌توانند در اثر جهش در ماده وراثتی و تغییر توالی DNA (دی‌ان‌ای) به‌وجود آیند و غالباً سبب بروز صفات نامطلوب جدید نظیر بیماری‌ها می‌شوند. تغییرات ژنتیکی پایدار بوده و از سلولی به سلول دیگر و یا از نسلی به نسل بعد به ارث خواهند رسید. در عین حال مواردی وجود دارد که توالی دی‌ان‌ای یک ژن دچار تغییر نمی‌شود ولیکن الگوی بیان و در نتیجه عملکرد محصول آن دچار تغییر می‌گردد و در عمل حالتی شبیه به آنچه که جهش در ماده ژنتیکی باعث می‌شود، مشاهده می‌گردد. این تغییرات اپی ژنتیکی (وراژنتیکی یا Epigenetic modifications) که در نتیجه اضافه شدن گروه‌های شیمیایی مختلف به مولکول دی‌ان‌ای و یا پروتئین‌هایی که در بسته‌بندی دی‌ان‌ای درون هسته سلول نقش دارند به‌وجود می‌آیند، نیز توارث‌پذیر بوده و در عین حال برگشت‌پذیر هستند که پویایی آن تحت تأثیر اثرات محیطی است. بنابراین این تغییرات می‌توانند تحت تأثیر انتخاب طبیعی قرار گرفته و در گذر زمان سبب اثرگذاری بر نرخ سازگاری شوند. در این نوشتار ابتدا با چستی، چگونگی ایجاد و عملکرد تغییرات اپی ژنتیکی آشنا شده و پس از آن به اثرات سبک زندگی بر الگوی این تغییرات، برگشت‌پذیری آنها، تأثیر سبک زندگی نسل‌های قبل بر الگوی تغییرات اپی ژنتیکی نسل‌های بعد و در نهایت امکان تبدیل تغییرات اپی ژنتیکی به تغییرات ژنتیکی پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: اپی ژنتیک، سرطان، توارث، سبک زندگی، تغذیه، فرهنگ، وراثت اپی ژنتیک فرانسلی

*عهده‌دار مکاتبات، استادیار دانشگاه تهران، تلفن: ۶۶۹۶۹۱۹۲، دورنگار: ۶۶۴۰۴۶۸۰، پست الکترونیکی: am_banaei@ut.ac.ir

^۱ آزمایشگاه ژنومیکس و اپی ژنومیکس، مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران

مقدمه

است. با وجود اینکه این تغییرات برگشت پذیر هستند و ممکن است توسط یک سری از آنزیم‌ها^۱ حذف شوند، در عین حال این امکان وجود دارد که طی تقسیم سلولی پایداری آنها حفظ شده و حتی از نسلی به نسل بعد منتقل گردند. به مجموعه این نوع تغییرات توارث پذیر که قادر به تغییر بیان و عملکرد ژن‌ها بدون تغییر در توالی دی‌ان‌ای هستند، تغییرات اپی ژنتیکی گفته می‌شود. این تغییرات می‌توانند تحت تأثیر انتخاب طبیعی^۲ قرار گرفته و به مرور سبب شوند که افرادی با صفات جدید و نرخ سازگاری متفاوت در یک جمعیت بروز نمایند^۳. هر چند دانشمندان علم زیست شناسی به اهمیت تغییرات ژنتیکی افراد در درون جمعیت یک گونه برای پایداری و تطابق آنها با شرایط متغیر بیرونی واقف هستند ولی نقش تغییرات اپی ژنتیکی در این زمینه کمتر شناخته شده و دانش ما از اینکه چه مکانیسم‌هایی سبب می‌شود که صفات پیچیده و متفاوتی از یک ژنوم واحد به وجود بیاید و نقش عوامل محیطی در این امر هنوز اندک می‌باشد. به همین دلایل ما در ابتدای شناخت و استفاده از این دانش در زمینه‌های گوناگون پزشکی و کشاورزی هستیم^۴.

تاریخچه

واژه اپی ژنتیک از ترکیب پیشوند یونانی اپی^۱ به معنای «روی»^۲ و «برفراز»^۳ چیزی و کلمه ژنتیک به وجود آمده است^۴. این کلمه در زبان فارسی به «وراژنی» ترجمه شده است. واژه اپی ژنتیک برای توسط کنراد وادینگتون^۵ در سال ۱۹۴۲ مطرح شد^۶. با کشف الگوهای وراثت توسط مطالعات مندل و به دنبال آن تلاش برای شناخت ماهیت فیزیکی ژن‌ها و مولکول‌های دخیل در انتقال صفات وراثتی، وادینگتون بر آن شد با ایجاد چارچوبی نظری، ژنتیک را با فرایند‌های پیچیده‌ای^۷ که منجر به ایجاد موجود کامل از سلول تخم تمایز نیافته طی فرایند نمو می‌شوند، ترکیب کند. با توجه به اینکه

بر خلاف موجودات پروکاریوتی^۸ در یوکاریوت‌ها^۹ (موجودات دارای هسته مشخص)، ژنوم^{۱۰} (مجموعه کامل ژن‌ها یا ماده ژنتیکی موجود در یک سلول یا موجود زنده) دارای سازماندهی کاملاً متفاوتی در درون هسته سلول می‌باشد. این سازماندهی خاص به دلیل افزایش اندازه ژنوم و محدودیت اندازه هسته سلول در یوکاریوت‌ها بوده و به همین دلیل نیاز به فشرده شدن و بسته‌بندی منظم ماده ژنتیکی و هم‌زمان دسترس پذیر بودن آن هست. بسته‌بندی ژنوم یوکاریوت‌ها، در ساختار زیستی مشخص و تکرار شونده‌ای که شامل دی‌ان‌ای و پروتئین‌ها می‌باشد، صورت گرفته است به نحوی که ۱۴۶ جفت نوکلئوتید مولکول دورشته‌ای دی‌ان‌ای در فواصل نسبتاً منظم به دور یک مجموعه ۸ تایی از پروتئین‌های کروی شکل هستون‌ها پیچیده‌اند و سایر پروتئین‌ها و RNAهای (آران‌ای) تنظیمی با آن در ارتباطند. این ساختار تکرار شونده نوکلئوزوم^{۱۱} نام دارد که واحد سازنده کروماتین^{۱۲} است^{۱۳}.

علاوه بر جهش‌هایی که در مولکول دی‌ان‌ای رخ می‌دهد و باعث تغییر محصول و عملکرد نهایی ژن‌های قرار گرفته در آن ناحیه می‌شود، یک سری تغییرات شیمیایی نیز بر روی مولکول دی‌ان‌ای و یا پروتئین‌هایی که در بسته‌بندی دی‌ان‌ای در درون هسته نقش دارند یعنی هستون‌ها به وجود می‌آیند که بدون تغییر در توالی مولکول دی‌ان‌ای قادرند بیان ژن‌های قرار گرفته در آن ناحیه را تغییر دهند. این تغییرات می‌توانند تمایل اتصال دی‌ان‌ای به هستون‌ها و در نتیجه سطح دسترسی آنها به سایر عوامل تنظیمی را دستخوش تغییر کنند. از طرف دیگر به دلیل تمایل اتصال یک سری از پروتئین‌ها^{۱۴} به گروه‌های شیمیایی متصل شده به دی‌ان‌ای و یا هستون‌ها، به صورت آبشاری، مجموعه‌ای از سایر پروتئین‌ها با عملکردهای متفاوت به محل آورده شده^{۱۵} و تشکیل کمپلکس‌های عملکردی را می‌دهند که حاصل آن در نهایت تغییر بیان ژن قرار گرفته در آن ناحیه

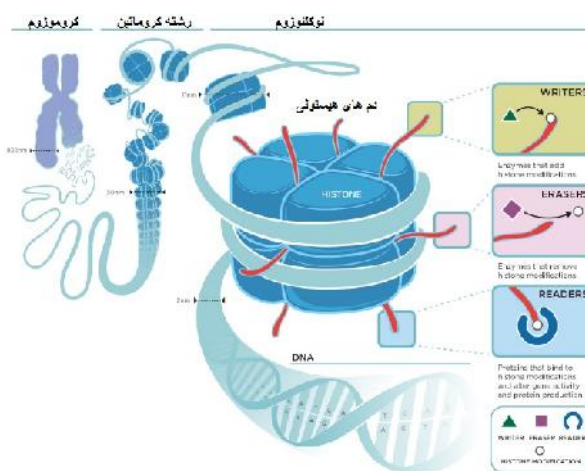
¹ Prokaryotes² Eukaryotes³ Genome⁴ Nucleosome⁵ Chromatin⁶ Readers⁷ Protein recruitment⁸ erasers⁹ Natural selection¹⁰ epi¹¹ over¹² upon¹³ Conrad Waddington¹⁴ Epigenesis

تخم لقاح یافته) از بالا به پایین از طریق هر کدام از دره‌ها طی خواهد کرد نمایشگر مسیر نمودی تخم به یک بافت یا اندام مشخص است. مسیر، شیب و تقاطع دره‌ها توسط ژن‌ها و برهمکنش آنها کنترل می‌گردند. وادینگتون از طریق این اشکال تلاش کرد تا نشان دهد رابطه ساده‌ای میان یک ژن و فنوتیپ وجود ندارد و هر گونه جهش در یکی از ژن‌ها در نهایت نه به آن ژن خاص بلکه با برهمکنش‌های آن ژن با سایر ژن‌ها مرتبط خواهد بود. به تدریج و با کشف مکانیسم‌های مولکولی بیان و تنظیم بیان ژن‌ها و نحوه توارث فنوتیپ‌ها در سطح سلولی، مشخص شد که نوع دیگری از توارث وجود دارد که به آسانی از طریق قوانین مندل قابل توضیح نیستند. تا حدود سه دهه (بین سال‌های ۱۹۴۲ تا ۱۹۷۰) بعد از ابداع مفهوم اپی ژنتیک اشاره اندکی به آن در منابع آمده است و این واژه برای توضیح علت پدیده‌هایی به کار می‌رفت که ژنتیک قادر به توضیح آن نبود [۶].

تعریف نوین

تعریف تغییرات اپی ژنتیک به تدریج دچار تحولاتی شد به نحوی که امروزه تغییرات اپی ژنتیک به مجموعه تغییراتی اطلاق می‌گردد که باعث تغییر بیان و عملکرد ژن‌ها شده بدون آنکه توالی دی‌ان‌ای آنها دچار تغییر شده باشد. این تغییرات خواه از طریق تقسیم سلول طی تقسیم میتوز (رشته‌مان)^۴ و خواه از نسلی به نسل دیگر طی تقسیم میوز (کاستمان)^۵ توارث پذیرند. در سال ۲۰۰۱ در یک شمارگان مجله «علم»^۶ که ویژه مباحث اپی ژنتیک بود، این تعریف از اپی ژنتیکس^۷ ارائه شد: «مطالعه تغییرات عملکرد ژن که از طریق تقسیم میتوز و میوز به ارث می‌رسند و شامل تغییرات در توالی دی‌ان‌ای ژن مورد نظر نیستند» [۷].

با وجود این بر سر تعریف تغییرات اپی ژنتیکی هنوز مناقشه وجود دارد. دلیل اصلی این اختلاف نظر به مسأله توارث پذیری



شکل ۱: سازماندهی مولکول DNA در ژنوم یوکاریوت‌ها
(<https://www.zenithepigenetics.com/programs/what-is-epigenetics>)

تمامی تحولات رخ داده طی فرایند نمو جهت ایجاد یک موجود کامل از یک ماده ژنتیکی واحد موجود در یک سلول تخم تمایز نیافته شروع می‌شود، هدف او این بود که نقش برهمکنش‌های محیط با ژن‌ها را طی فرایند نمو روشن سازد. به عبارت دیگر تلاش او برای توضیح چگونگی ایجاد فنوتیپ (رخ نمود)^۱ توسط ژنوتیپ (ژن نمود)^۲ بود [۵]. سؤال وادینگتون و همفکران او با استفاده از مفهوم اپی ژنتیک این بود که چرا در اغلب موارد تغییرات ژنتیک و فنوتیپ وابسته به همدیگر نیستند؟ برای مثال چرا با وجود یک سری از جهش‌ها که سبب تغییرات ژنتیکی می‌شوند، هنوز جانداران به وجود آمده شبیه والدین خود هستند. یا چگونه از یک سلول تخم سلول، سلول‌های متفاوتی به وجود می‌آیند، با وجود آنکه همگی دارای ماده ژنتیکی یکسانی هستند؟ به عبارت دیگر آنها علاقه‌مند به مواردی بودند که تغییرات ژنتیکی منجر به تغییرات فنوتیپی نشده و تفاوت‌های فنوتیپی در نتیجه تغییرات ژنتیکی نبود [۳]. او تفکراتش را در قالب تصویر معروفی که به چشم‌انداز وادینگتون^۳ معروف است تجسم بخشید. در این تصویرسازی فرایندهای نمودی به سان پستی بلندی‌ها و دره‌هایی در یک دامنه تصور شده‌اند. مسیری که یک توپ (استعاره‌ای از

¹ Phenotype

² Genotype

³ Waddington landscape

⁴ Mitosis

⁵ Meiosis

⁶ science

⁷ Epigenetics

از لحاظ ماهیت، یک دسته از تغییرات اپی ژنتیک، تغییرات شیمیایی هستند که بر روی دی‌ان‌ای و یا پروتئین‌هایی که در بسته‌بندی دی‌ان‌ای نظیر هستون‌ها نقش دارند، روی می‌دهد. رایج‌ترین مکانیسم مطالعه‌شده از این دسته، متیله شدن دی‌ان‌ای می‌باشد. متیله شدن با اضافه شدن یک گروه متیل به کربن شماره ۵ باز نیتروژن‌دار پیریمیدینی سیتوزین طی یک مکانیسم آنزیمی ایجاد می‌گردد. متیله شدن دی‌ان‌ای به عنوان یک تغییر اپی ژنتیکی به منظور تنظیم بیان ژن‌ها از طریق خاموش ساختن آنها و به ویژه غیرفعال ساختن سازه‌های جابه‌جا شونده^۱ در درون ژنوم در نظر گرفته می‌شود. همچنین متیله شدن دی‌ان‌ای در بسیاری از فرایندهای زیستی از جمله نمو، نقش‌پذیری ژنی^۲، سازماندهی توالی‌های تکرار شونده، فرایندهای مرتبط با پلوئیدی شدن^۳ و دو رگه شدن ژنوم^۴ و به‌علاوه غیرفعال شدن کروموزوم X^۵ در جانوران نقش دارد. پایداری این متیله شدن متفاوت بوده و در بعضی موارد می‌تواند در طول زندگی موجود حفظ شده و از نسلی به نسل بعد منتقل شود. مطالعات متعددی متیله شدن دی‌ان‌ای را به‌عنوان حافظه سلولی در مواجهه با تغییرات محیطی در نظر گرفته‌اند [۸]. مکانیسم‌های آنزیمی وجود دارد که متیله شدن دی‌ان‌ای را حذف و یا آنرا پس از فرایند همانندسازی حفظ می‌کند.

انتهای N-ترمینال هیستون‌ها دارای ساختار خاصی نبوده و از سطح کروی پروتئین بیرون آمده است. زنجیره جانبی اسیدهای آمینه تشکیل‌دهنده این بخش از پروتئین هیستون‌ها می‌تواند از طریق فعالیت آنزیم‌های اختصاصی دچار تغییرات شیمیایی متنوعی از قبیل متیله شدن^۶، استیله شدن^۷، فسفریله شدن^۸، یوبیکوتیله شدن^۹، گلیکوزیله شدن^{۱۰}، ADP-ریبوزیله شدن^{۱۱}، کربونیل شدن و یا سیموئیل شدن^{۱۱} گردند. این پیرایش‌های هیستونی^{۱۱} در اسیدآمینه‌های خاصی صورت می‌گیرد. برای مثال متیله شدن تنها در اسید آمینه‌های لایزین و آرژنین صورت می‌گیرد. از طرف دیگر میزان تغییرات در یک آمینو اسید نیز می‌تواند در سطوح مختلف صورت پذیرد.

این تغییرات برمی‌گردد. چنانچه بسته به زمینه مطالعه (زیست‌شناسی مولکولی، زیست‌شناسی تکوینی، بوم‌شناسی و تکامل (فرگشت)) بعضی پژوهشگران عقیده دارند تغییرات اپی ژنتیکی شامل تمامی فرایندهایی به جز تغییر توالی دی‌ان‌ای می‌باشد که باعث ایجاد و بروز فنوتیپ در یک موجود صرف نظر از توارث‌پذیری آن می‌شود. در حالیکه بقیه پژوهشگران توارث را جزء تفکیک‌ناپذیر تغییرات اپی ژنتیکی می‌دانند. به این ترتیب چنانچه بروز یک صفت را شبیه ایجاد یک تصویر بدانیم که از تعداد بی‌شمار نقطه تشکیل شده است، آنگاه ژن‌ها به منزله این نقاط هستند. همانطور که بسته به تعداد، ترکیب و شدت رنگ این نقاط تصاویر متفاوتی ایجاد می‌شود، بسته به تعداد و میزان فعالیت ژن‌ها صفات مختلفی بروز خواهد کرد. تغییرات اپی ژنتیکی چنانچه در بخش بعدی خواهد آمد، انواع متفاوتی داشته و از برهمکنش و ترکیب هر کدام از آنها تغییر جدیدتری حاصل می‌شود که نتیجه و عملکرد آن با تغییرات منفرد قبلی متفاوت خواهد بود. لذا تغییرات اپی ژنتیکی لایه جدیدی از اطلاعات و پیچیدگی را به اطلاعات موجود در ژنوم اضافه می‌کنند. بر خلاف تغییرات ژنتیکی که برگشت‌ناپذیرند (مگر در موارد بسیار نادری که جهش برگشتی^۱ رخ دهد) تغییرات اپی ژنتیکی غالباً برگشت‌پذیرند. از طرف دیگر بر خلاف تغییرات ژنتیکی به ارث رسیده که در تمامی سلول‌ها یک‌سانند، تغییرات اپی ژنتیکی بسیار وابسته به زمینه سلولی و بافتی بوده و در سلول‌های مختلف متفاوت هستند [۱].

مکانیسم‌های مولکولی تغییرات اپی ژنتیکی

مکانیسم‌های مولکولی متعددی برای ایجاد، حفظ، خوانش و پاک کردن تغییرات اپی ژنتیکی شناسایی و مطالعه شده‌اند که قادر به ایجاد تغییرات توارث‌پذیر در بیان ژن‌ها می‌باشند. در ادامه مهم‌ترین این تغییرات و نحوه ایجاد آنها به اختصار ذکر می‌گردد.

¹ reverse mutation

² Transposable elements

³ Imprinting

⁴ Ploidy

⁵ Hybridization

⁶ Methylation

⁷ Acetylation

⁸ Ubiquitylation

⁹ ADP-ribosylation

¹⁰ Sumoylation

¹¹ Histone modifications

کروماتین در ناحیه مورد نظر گردند. پیشرفت‌های زیادی در زمینه تکنولوژی شناسایی تغییرات اپی ژنتیکی صورت گرفته به طوری که امروزه می‌توان متیله شدن دی‌ان‌ای را با وضوح یک نوکلئوتید و پیرایش‌های هیستونی را در سطح یک نوکلئوزوم تشخیص داد. روش‌های تشخیص بسته به نوع تغییرات اپی ژنتیکی مورد مطالعه می‌تواند عمومی و یا اختصاصی باشد [۱].

نحوه حذف تغییرات اپی ژنتیکی

در هنگام تشکیل سلول‌های گامت و متعاقب آن تشکیل سلول تخم تمامی این تغییرات اپی ژنتیکی بایستی حذف و ژنوم اصطلاحاً از نو برنامه‌ریزی شود. لذا تغییرات شیمیایی دی‌ان‌ای و پروتئین‌های هیستونی که طی فرایندهای آنزیمی صورت می‌گیرد، می‌توانند توسط فرایندهای آنزیمی دیگری حذف شوند [۱۳]. زمان فعال شدن مکانیسم‌های این پاکسازی ژنومی از تغییرات اپی ژنتیکی طی فرایند نمو در گونه‌های مختلف، متفاوت است [۱]. این مسئله اثبات گردیده است که علی‌رغم این حذف سرتاسری، تعداد کمی از این تغییرات اپی ژنتیکی باقی مانده و به ارث می‌رسند و بنابراین قادرند بدون اینکه توالی ژن تغییری یافته باشد طی نسل‌های مختلف بیان آن ژن را در افراد مختلف تنظیم نماید. این مسئله به این معناست که چنانچه والدین شرایط محیطی خاصی را تجربه کرده و الگوی بیان ژن‌های آنها در تطبیق با آن شرایط محیطی تغییراتی حاصل کند، این الگوی بیان می‌تواند در فرزندان آنها که این شرایط را تجربه نکرده‌اند نیز بروز یابد [۱]. به همین علت دوران جنینی یکی از مهم‌ترین مراحل در دوران حیات یک موجود است که طی آن عوامل محیطی می‌توانند نقش مهم و پایداری در بروز صفات از جمله بیماری‌ها در مراحل بعدی زندگی فرد ایفا کنند [۱۴].

سبک زندگی

یکی از مشخصه‌های بروز بیماری‌های مهلک و مزمن نظیر سرطان به هم خوردن الگوی تغییرات اپی ژنتیکی است. از آنجا که این تغییرات اپی ژنتیکی اساساً برگشت‌پذیر هستند، مطالعات

برای مثال متیله شدن آرژنین می‌تواند به دو حالت مونو و دی بوده و در لایزین به سه حالت مونو، دی و تری باشد. تغییرات پس از ترجمه‌ای که بر روی هیستون‌ها اتفاق می‌افتد، می‌تواند به تنهایی و یا در ترکیب با سایر تغییرات هیستونی باعث بیان متفاوت ژن‌ها و در نتیجه هدایت فرایندهای متفاوتی شود که با الگوبرداری از مولکول دی‌ان‌ای نظیر همانندسازی، رونویسی، نوترکیبی و تعمیر مولکول دی‌ان‌ای انجام می‌شوند [۹]. برخلاف متیله شدن دی‌ان‌ای که باقی ماندن آن پس از همانندسازی دی‌ان‌ای قابل توضیح هست، چالش اساسی در ارتباط با پیرایش‌های هیستونی توضیح مکانیسم‌های حفظ این تغییرات پس از همانندسازی دی‌ان‌ای است [۱۰]. دسته دیگر از تغییرات اپی ژنتیکی به دلیل جایگزینی هیستون‌های یک نوکلئوزوم با گونه‌های مختلف هیستونی^۱ می‌باشد. جایگزینی هیستون‌ها با انواع دیگر آن باعث تغییر پیرایش‌های هیستونی و نیز ساختار کروماتین و سازماندهی ژنوم [۱۱] متفاوتی در آن ناحیه شده و در مواردی باعث تغییر عملکرد ژن‌ها و در نتیجه بروز بیماری [۱۲] می‌گردد.

آران‌ای‌های غیر کد کننده دسته دیگری از تغییرات اپی ژنتیکی هستند. بنیان اساسی زیست‌شناسی مولکولی^۲ بر این مبنا استوار است که اطلاعات ژنتیکی درون مولکول دی‌ان‌ای ذخیره شده و پس از آن این اطلاعات از طریق مولکول‌های واسطه‌ای آران‌ای منجر به ساخته شدن پروتئین‌ها که مولکول‌های عملکردی بوده و سبب بروز صفات می‌گردند، می‌شود. این نگرش که تنها نقش واسطه‌ای برای مولکول آران‌ای قائل می‌شد و نیز ابزارهای مطالعاتی به کار رفته باعث گردید که تا همین اواخر نقش بسیار پر اهمیت آران‌ای به خصوص آران‌ای‌های غیرکدکننده پروتئین^۳ ناشناخته بماند. به تدریج مشخص گردید دسته‌ای از این آران‌ای‌های غیرکدکننده کوچک^۴ توانایی تداخل در بسیاری از جنبه‌های عملکردی ژن‌ها و ساختار ژنوم را داشته و توانایی کنترل مراحل چرخه سلولی و نمو موجودات یوکاریوتی را دارا می‌باشند. این آران‌ای‌های کوچک می‌توانند سبب هدایت مجموعه‌های پروتئینی به توالی مکمل مورد نظر گشته و سبب تجزیه آران‌ای‌های پیام‌بر یا متیله شدن دی‌ان‌ای و تغییر ساختار

¹ histone variants

² central dogma of molecular biology

³ Non-coding RNA

⁴ Small interfering RNA (siRNA)

گسترده‌ای در جریان است تا نقش عوامل مؤثر بر الگوی تغییرات اپی ژنتیکی از جمله سبک زندگی افراد مشخص گردد [۱۵]. اصطلاح سبک زندگی به‌طور وسیعی جهت توصیف منش و یا شیوه‌های بارز زندگی یک فرد یا گروه به‌کار می‌رود. مفهوم سبک زندگی شامل عوامل متفاوتی از جمله تغذیه، رفتار، استرس، فعالیت‌های فیزیکی، عادات کاری، مصرف دخانیات و الکل می‌شود. زمینه ژنتیکی و عوامل محیطی به‌صورت درهم‌تنیده‌ای مشخص‌کننده وضعیت سلامت فرد هستند. شواهد روزافزونی وجود دارد که سبک زندگی افراد، تأثیرات قابل‌توجهی بر روی الگوی تغییرات اپی ژنتیکی، چه در جهت ایجاد و در نتیجه به ارث رسیدن آنها به نسل بعد و چه در جهت حذف تغییرات اپی ژنتیکی به ارث رسیده از نسل قبل دارند [۱۶].

سبک زندگی و جلوگیری از بروز بیماری‌ها از طریق تغییرات اپی ژنتیک

با وجود اینکه بررسی جمعیت‌های انسانی به‌منظور فهم بهتر اثرات محیط و سبک زندگی بر روی الگوی تغییرات اپی ژنتیک آنها در مراحل مختلف نموی هنوز با چالش‌های اخلاقی و تکنیکی روبروست و در مراحل ابتدایی خود قرار دارد، ولی اهمیت این موضوع با تعریف مفهوم "exposome" در سال ۲۰۰۵ با هدف مطالعه و در نظر گرفتن جامع اثر محیط، شامل عوامل محیطی بیرونی نظیر سبک زندگی و نیز درونی نظیر فرایندهای شیمیایی بدن نمایش داده شد [۱۷]. فرضیه DOHaD به این مسئله می‌پردازد که قرار گرفتن جنین درون رحم مادر معرض شرایط استرس باعث بروز بیماری‌ها در دوران بزرگسالی می‌گردد [۱۸]. شواهد بسیاری با مطالعات اپیدمیولوژی و پژوهش‌های انجام گرفته بر روی موش وجود دارد که عوامل محیطی و سبک زندگی مادر در دوران بارداری و اوایل تولد می‌توانند از طریق ایجاد این تغییرات اپی ژنتیکی [۱۹]، به خصوص تغییرات در الگوی متیلاسیون دی‌ان‌ای، اثرات جدی و مهمی بر سلامت نوزاد داشته باشند. در همین راستا اثرات بلند مدت و پیچیده بیماری‌های مزمن

نظیر دیابت و چاقی قابل ذکر هست. برای مثال مطالعاتی روی افراد هلندی که تولد آنها در دوران قحطی سال ۱۹۴۴-۱۹۴۵ مصادف با جنگ جهانی دوم به دنیا آمدند، نسبت به افرادی که والدین آنها در معرض قحطی نبودند، انجام شده است. نتایج نشان‌دهنده نرخ بالاتری از بیماری‌های قلبی عروقی و چاقی در فرزندان بود [۱]. سال ۱۹۷۹ برای اولین بار هالیدی^۳ پیشنهاد کرد که تغییرات توارث‌پذیر اپی ژنتیکی بیان ژن‌ها، مسئول ایجاد سرطان هستند. مطالعات بعدی بر روی سلول‌های توموری و سالم نشان داد که الگوی متیله شدن دی‌ان‌ای در سلول‌های سرطانی تغییر کرده است. امروزه ما می‌دانیم که این تغییرات در پاره‌ای موارد همراه با خاموش شدن ژن‌های سرکوب‌کننده تومور^۴ هستند. مطالعات متعدد نشان دهنده بروز بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان، بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی، عقب‌ماندگی ذهنی و بیماری‌های تحلیل‌برنده اعصاب در اثر دگرگونی در الگوی تغییرات اپی ژنتیکی فرد هستند [۲۰]. یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر تغییرات اپی ژنتیک تغذیه است [۲۱]. چنانچه نشان داده شده که مصرف اسیدهای چرب غیر اشباع چندانکه^۵ از طریق ایجاد رادیکال‌های آزاد جهش‌زا و استرس اکسایشی^۶ مستقیماً با اثر بر آنزیم‌های ایجاد کننده پیرایش‌های هیستونی قادر به ایجاد بیماری‌های مزمن نظیر انواع سرطان‌ها هستند. اثر ترکیبات مؤثر در سبزیجات به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و نیز حضور برخی ترکیبات پلی‌فنلی در سویا بر روی ایجاد و حذف تغییرات اپی ژنتیک و نیز تعدیل اثرات بیماری‌ها به خوبی نشان داده شده است. همچنین گزارشات متعددی وجود دارد که تغییرات اپی ژنتیکی اسپرم تولید شده در پدرانی که در معرض محیط‌های خاصی با آلاینده‌های مختلف بوده‌اند، منجر به بروز بیماری‌های مزمن در فرزندان آنها شده است. افزایش وزن، چاقی و بی‌حرکی ناشی از پشت میز نشینی همگی از عوامل اثبات شده بروز بیماری‌هایی نظیر دیابت، سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی هستند. شواهد متعدد نشان‌دهنده تغییر الگوی متیلاسیون

¹ Developmental Origins of Health and Diseases

² in utero exposures

³ Holliday

⁴ tumor-suppressor genes

⁵ polyunsaturated fatty acids

⁶ oxidative stress

هر چند مواردی وجود دارد که این جهش‌های اپی ژنتیکی همراه با افزایش سازگاری بوده‌اند. در حال حاضر برای توارث بین‌نسلی تغییرات اپی ژنتیکی در انسان به‌ویژه آنهایی که باعث بروز صفات مطلوب می‌شوند، شواهد بسیار اندکی وجود دارد که یک دلیل عمده آن به دلیل بازبرنامه‌ریزی شدن^۱ الگوی اپی ژنوم والدین پس از تشکیل سلول تخم لقاح یافته از طریق حذف تغییرات اپی ژنتیکی پیشین است [۲۴]. بنابراین برای مثال اگر فردی چهل سال در آلودگی‌های محیطی تهران زندگی کند و تغییرات اپی ژنتیک نامطلوبی که در ژنوم او ایجاد شود، انتظار می‌رود بعضی از این تغییرات در الگوی اپی ژنوم او باقی مانده و به فرزندانش منتقل شود. اگر نبیره (فرزند نوه) این فرد در یک محیط پاک فاقد آلاینده‌های ایجاد کننده این تغییرات اپی ژنتیکی مضر مانند اسلو زندگی کند، غالب تغییرات اپی ژنتیکی مضر پدر بزرگ را نخواهد داشت؛ به‌ویژه اگر دوران جنینی را در محیط سالم گذرانده باشد. با این وجود کاملاً تصوری پذیر است که الگوی تغییرات اپی ژنتیکی معیوب ایجاد شده در پدر بزرگ به طور کامل از ژنوم نبیره او حذف نشود که شدت اثر آن بسته به این خواهد بود که این تغییرات اپی ژنتیکی مضر در کدام بخش از ژنوم پدر بزرگ و چه مرحله‌ای از عمر او (پیش از تولد فرزندان) رخ داده است. از جنبه دیگر همان‌گونه که شرایط محیطی ناسالم با تغییر الگوی تغییرات اپی ژنتیکی موجب مستعد شدن فرد به بیماری می‌شوند، قرارگیری در شرایط مناسب محیطی و تغییر سبک زندگی به یک حالت مطلوب به‌ویژه در دوران جنینی و یا بارداری می‌تواند بسیاری از تغییرات اپی ژنتیکی نامطلوب را حذف و یا اثرات آن را کاهش دهد [۱۴]. سبک زندگی سالم به معنی داشتن خواب کافی و راحت، نداشتن استرس، پرهیز از غذاهای دارای نگه‌دارنده‌های صنعتی، شوینده‌های صنعتی، فعالیت و تحرک همه موجب کاهش رادیکال‌های آزاد و ترکیبات حدواسط سمی تولید شده در بدن می‌گردد. این امر به نوبه خود فعالیت آنزیم‌های ایجاد و یا حذف‌کننده تغییرات اپی ژنتیکی را دچار اختلال نکرده و مانع از بروز الگوهای نابه‌جای اپی ژنتیکی می‌گردد. رعایت این نکات به‌ویژه برای

دی‌ان‌ای و نیز بیان ریزآرنا‌های پس از انجام تمرینات ورزشی است. دود سیگار که شامل ترکیب پیچیده‌ای از ترکیبات سمی و سرطان‌زاست، نیز قادر به تغییر پیرایش‌های هیستونی و متعاقب آن متیلاسیون دی‌ان‌ای در سلول‌های ریه، شبیه آنچه در بافت‌های سرطان‌ریه دیده می‌شود، بوده است. مطالعه الگوی متیله شدن توالی‌های تکراری ژنوم کودکانی که مادران آنها در هنگام بارداریشان در معرض دود سیگار بودند، نشان داد که الگوی متیلاسیون آنها شبیه افراد سیگاری است. از طرف دیگر کاهش بیان ریزآرنا‌های در موش‌های تحت تأثیر دود سیگار یک هفته پس از قطع دود سیگار به حالت طبیعی برگشتند. بر خلاف دود سیگار، الکل به‌خودی‌خود جهش‌زا محسوب نمی‌شود بلکه عمدتاً به‌عنوان یک عامل کمکی سرطان‌زا^۲ در نظر گرفته می‌شود. مطالعات متعدد نشان از تغییرات الگوی متیلاسیون دی‌ان‌ای و متعاقباً تغییر بیان ژن‌ها به‌ویژه در سلول‌های عصبی در مواجهه با الکل داشته‌اند [۲۲]. قرارگیری در معرض آلودگی هوا و به‌ویژه ذرات مو^۳ موجب افزایش مرگ‌ومیر و بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌های تنفسی و قلبی و افزایش ریسک ابتلا به سرطان ریه گردیده است. مطالعات مشابه تغییرات الگوی متیلاسیون نواحی تکراری ژنوم در کارگرانی که در معرض آلاینده‌ها قرار داشتند را تأیید می‌کند [۱۶]. از بُعد رفتاری، کودکانی که در معرض تجارب ناخوشایندی نظیر تنبیه بدنی قرار داشته‌اند، نسبت به همسالان خود که مورد محبت واقع شده‌اند، در بزرگسالی به‌طور معنی‌داری آسیب‌های روانی بیشتری را نشان داده‌اند. برای مثال آسیب‌های روحی در دوران کودکی با تغییر الگوی متیلاسیون ناحیه پرموتوری یک ژن می‌تواند واکنش به استرس را در دوران بزرگسالی تحت تأثیر قرار دهد [۲۳]. این بدان معنی هست که اثرات محیطی خاص در یک بازه زمانی مشخص می‌تواند اثرات مادام‌العمری حتی با حذف آن شرایط محیطی داشته باشد. در گیاهان شواهد فراوانی در جهت تأیید وراثت اپی ژنتیک فرانسلی^۴ برای تغییرات اپی ژنتیکی ایجاد شده بر اثر عوامل محیطی وجود دارد. شبیه به حالت جهش‌های ژنتیکی در غالب موارد این «جهش‌های اپی ژنتیکی» نیز مضر هستند،

¹ microRNA

² Cocarcinogen

³ Particulate matter (PM)

⁴ transgenerational epigenetic inheritance

⁵ reprogramming

افرادی که در سن باروری هستند، دارای اهمیت دوچندان است.

نقش محیط بر تسریع پدیده اپی ژنتیک و برگشت-پذیری تغییرات اپی ژنتیکی با تغییر شرایط محیطی

چنانچه ذکر شد تغییرات اپی ژنتیکی به واسطه فعالیت خانواده های مختلف آنزیمی با تغییر ساختار^۱ و پیکربندی^۲ کروماتین می توانند بیان ژن ها را تحت تأثیر قرار دهند. این آنزیم ها یا مستقیماً با صرف انرژی و از طریق جایگزینی و یا تغییر مکان نوکلئوزوم ها^۳ به عنوان واحدهای بنیادی ساختاری کروماتین و یا به صورت غیرمستقیم و از طریق اتصال و حذف لیگندهای شیمیایی به پروتئین های کروماتینی نظیر هیستون ها، این تغییرات را اعمال می کنند [۱]. فعالیت بسیاری از این آنزیم ها به عوامل محیطی و متابولیکی حساس هستند و بنابراین عوامل محیطی درونی و بیرونی می توانند به عنوان بازدارنده ها و فعال کننده های این آنزیم ها عمل کرده و از این طریق بیان ژن ها را تغییر دهند. این تغییرات می تواند محدود به تعداد اندکی ژن باشد و یا به دلیل گسترش اثر اولیه از خلال شبکه های گسترده ای از برهمکنش پروتئین ها در سطح سلول اثر کند. در بعضی موارد این تغییرات بیان ژن می تواند حتی در غیاب عامل محیطی بعد از تقسیم سلولی به ارث برسد. چنانچه این تغییرات در سلول های جنسی یا پیش سازهای آنها اتفاق بیافتد، این تغییرات اپی ژنتیکی به نسل بعد منتقل خواهد شد. چنانچه در پی خواهد آمد، این تغییرات اپی ژنتیکی القا شده توسط محیط در طولانی مدت، چنانچه عامل محیطی باقی باشد (نظیر گرم شدن زمین یا سطح بالای آلاینده ها)، می تواند منجر به تغییرات ژنتیکی نیز شود.

اینکه آیا تغییر شرایط محیطی می تواند اثرات اپی ژنتیکی به ارث رسیده از نسل های قبل را تصحیح کند، بسته به این خواهد داشت که شرایط محیطی نسل های قبل، کدام یک از ژن ها را تحت تأثیر قرار داده است. در آغاز تشکیل سلول تخم، بسیاری از تغییرات اپی ژنتیکی والدین، برای شروع فرایند نمو حذف و از نو برنامه ریزی می شوند. لذا می توان تصور کرد بسیاری از

تغییرات اپی ژنتیکی نامطلوب از بین خواهد رفت و چنانچه محیط جدید جنین فاقد محرک های مضر محیطی باشد، شخص دوباره دارای آن تغییرات نخواهد بود. از طرف دیگر، چنانچه بپذیریم بعضی از این تغییرات اپی ژنتیکی می توانند حالت خود تقویت کنندگی داشته و در طی ایجاد گامت ها و تولید سلول تخم لقاح یافته از بعضی جایگاه های ژنی حذف نشوند یا به ایجاد تغییرات ژنتیکی منجر شوند، تغییر شرایط محیطی کمک چندانی به حذف آثار شرایط محیطی قبلی نخواهد کرد.

در چه شرایطی پدیده اپی ژنتیک به ژنتیک تبدیل می شود؟

چنانچه قرار با شد تغییرات محیطی از طریق ایجاد این تغییرات توارث پذیر اپی ژنتیکی که طی نسل های متناوب باقی می ماند باعث بروز صفاتی شوند که بتوانند حتی تحت اثر انتخاب طبیعی قرار گیرند، به طور قطع در یک مرحله این تغییرات اپی ژنتیکی بایستی امکان ایجاد تغییر در توالی دی ان ای در آن ناحیه را داشته باشند؛ به نحوی که این تغییر در توالی دی ان ای همان عملکرد و فنوتیپ حاصل از تغییر اپی ژنتیکی را بروز دهد. آیا مکانیسم هایی وجود دارد که طی آن تغییرات اپی ژنتیکی به تغییرات ژنتیکی مبدل شوند؟ یک مثال عمومی در این زمینه متیله شدن آنزیمی باز سیتوزین و اثر آن بر جهت دار بودن پراکنش دو نوکلئوتیدهای CG در ژنوم پستانداران هست، به نحوی که این جزایر CG تنها در اطراف پروموتور ژن ها یافت می شوند. دلیل این موضوع را وجود ساختار کروماتینی خاص در اطراف پروموتورها در طی تکامل می دانند؛ به این ترتیب که بر اثر پیرایش های هیستونی خاص نظیر متیلاسیون سه گانه هیستون H3 در اسید آمینه لایزین شماره ۴ آن که سبب ممانعت اتصال دی ان ای متیل ترانسفرازها به این ناحیه و در نتیجه عدم متیله شدن سیتوزین ها می شده است، سیتوزین های نواحی پروموتوری غیرمتیله باقی می ماند است. فرایند دآمین شدن سیتوزین ها که به طور تصادفی و خود به خودی رخ می دهد سبب می شده است که سیتوزین غیرمتیله به اوراسیل و سیتوزین متیله به تیمین تبدیل شود. از آنجایی که

¹ Structure

² Configuration

³ chromatin remodeling

همچنین مطالعات بر این تأکید دارند که عادات تغذیه‌ای در زمان‌های کلیدی نموی می‌تواند تأثیرات بلند مدت و یا دائمی بر روی فرد ایجاد کند. با توجه به آنچه گفته شد به نظر می‌رسد غالب پدیده‌های اپی ژنتیکی روندهای برگشت‌پذیری هستند و می‌توان آنها را به صورت اولیه بازگرداند. چنانچه شرایط محیطی و پیام‌هایی که از بیرون به درون سلول می‌رسند و باعث ایجاد این تغییرات می‌شوند را تغییر دهیم و یا با طراحی دارو، آنزیم‌های ایجاد کننده این تغییرات را مهار کنیم می‌توان به تعدیل و کنترل این تغییرات امیدوار بود. لیکن میزانی از این تغییرات طی نسل‌های متمادی حتی در صورت حذف عامل ایجاد کننده به ارث خواهند رسید. بنابراین توجه به تغذیه سالم، زندگی در هوای عاری از آلودگی‌های شیمیایی، داشتن فعالیت‌های فیزیکی و پرهیز از استرس می‌تواند با کاهش رادیکال‌های آزاد و ترکیبات شیمیایی مضر، منجر به کاهش تغییرات ناخواسته اپی ژنتیکی و بروز بیماری‌های مرتبط با آنها گردند.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر علی‌اکبر موسوی موحدی ریاست محترم مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران جهت پیشنهاد ایده نگارش این مطلب و بحث پیرامون محتوای آن سپاسگزارم.

منابع و مؤخذ

- [1]. Allis, C. D. (2015). Epigenetics. Cold Spring Harbor, N.Y., Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- [2]. Klironomos, F. D., J. Berg and S. Collins (2013). How epigenetic mutations can affect genetic evolution: model and mechanism. Bioessays, 35(6): 571-578.
- [3]. Jablonka, E. & Lamb, M. J. (2002). The changing concept of epigenetics. Annals of the New York Academy of Sciences, 981, 82-96.
- [4]. Holliday, R. (2006). Epigenetics: a historical overview. Epigenetics, 1, 76-80.
- [5]. Van Speybroeck, L. (2002). From epigenesis to epigenetics: the case of C. H. Waddington. Annals of the New York Academy of Sciences, 981, 61-81.
- [6]. Baedke, J. (2013). The epigenetic landscape in the course of time: Conrad Hal Waddington's

طی تکامل باز اوراسیل (اساساً به همین منظور) در دی‌ان‌ای استفاده نشده است، سیستم‌های تعمیری به سرعت آن را تشخیص و سیتوزین غیرمتیله دامینه شده را جایگزین سیتوزین سالم می‌کردند. در حالی که سیتوزین متیله دامینه شده قابل تشخیص از تیمیدین‌های طبیعی توسط سیستم‌های تعمیری نبوده و به تدریج طی تکامل این سیتوزین‌ها با تیمیدین جایگزین گردیده‌اند. به نحوی که در انتها پراکنش دی‌نوکلئوتیدهای سیتوزین گوانین در طول ژنوم پستانداران کمتر از انتظار بوده و محدود به نواحی پرموتوری باقی مانده است. حتی اگر این نوع تغییر توالی‌ها در ناحیه کد کننده یا محل اتصال فاکتورهای رونویسی^۱ واقع نشده باشد، این جهش‌ها می‌توانند به دلیل وابستگی مکان قرارگیری نوکلئوزوم‌ها^۲ و نیز آنزیم‌های متیله‌کننده دی‌ان‌ای به توالی، در نهایت با تغییر الگوی بیان ژن‌ها سبب تغییرات فنوتیپی شوند. از طرف دیگر می‌توان تصور نمود که فعال یا غیرفعال شدن ژن‌ها توسط تغییرات اپی ژنتیکی فشار تکاملی را بر روی آنها افزایش و یا کاهش داده و سبب شود جهش‌ها بر روی این توالی‌ها در جمعیت با نرخ متفاوتی تثبیت شوند [۲۵].

بحث

یکی از دلایل رشد زیاد تحقیقات در حوضه اپی ژنتیکس، علاقه شرکت‌های تجاری و محافل علمی به این مطلب است که در ورای اطلاعات ذخیره‌شده در مولکول دی‌ان‌ای، چه اطلاعات قابل توارث و ذخیره شدن دیگری وجود دارد. همگی آنها به این مطلب آگاهی دارند که این موضوع مهمی در پزشکی و کشاورزی به وجود خواهد آورد. همچنین این دانش تأثیرات شگرفی بر بوم‌شناسی و فعالیت‌های حفظ محیط‌زیست بر جای خواهد گذاشت.

طراحی دارو برای هر یک از عوامل ایجاد، حفظ، خوانش و حذف تغییرات وراثتی یک دیگر از زمینه‌های تحقیقاتی در این ارتباط است. این مسئله به خصوص در حیوانات به‌خوبی شناخته شده است که بروز صفات را با تغییر در تغذیه می‌توان تحت تأثیر قرار داد. در بسیاری از بیماری‌ها الگوی پراکنش تغییرات اپی ژنتیکی نسبت به حالت سالم متفاوت است.

¹ Transcription factors

² nucleosome positioning

- [17]. Miller, G. W. and D. P. Jones (2014). The nature of nurture: refining the definition of the exposome. *Toxicol Sci*, 137(1): 1-2.
- [18]. Santos-Reboucas, C. B. & Pimentel, M. M. (2007). Implication of abnormal epigenetic patterns for human diseases. *European journal of human genetics: EJHG*, 15, 10-17.
- [19]. Barua, S. & Junaid, M. A. (2015). Lifestyle, pregnancy and epigenetic effects. *Epigenomics*, 7, 85-102.
- [20]. Mehdipour, P. (2016). *Epigenetics territory and cancer*. [S.l.], SPRINGER.
- [21]. Choi, S.-W. and S. Friso (2009). *Nutrients and epigenetics*. Boca Raton, CRC.
- [22]. G. R., Martin, D. I. & Homanics, G. E. (2015). Drinking beyond a lifetime: New and emerging insights into paternal alcohol exposure on subsequent generations. *Alcohol*, 49, 461-470.
- [23]. Gershon, N. B. & High, P. C. (2015). Epigenetics and child abuse: Modern-day Darwinism-The miraculous ability of the human genome to adapt, and then adapt again. *Am J Med Genet C Semin Med Genet*, 169, 353-360.
- [24]. Heard, E. and R. A. Martienssen (2014). Transgenerational epigenetic inheritance: myths and mechanisms. *Cell*, 157(1): 95-109.
- [25]. Turner, B. M. (2009). Epigenetic responses to environmental change and their evolutionary implications. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 364(1534), 3403-3418.
- methodological impact on the life sciences. *Stud Hist Philos Biol Biomed Sci*, 44, 756-773.
- [7]. Wu, C. & Morris, J. R. (2001). Genes, genetics, and epigenetics: a correspondence. *Science*, 293(5532), 1103-1105.
- [8]. Vineis, P., A. Chatziioannou, V. T. Cunliffe, J. M. Flanagan, M. Hanson, M. Kirsch-Volders and S. Kyrtopoulos (2017). Epigenetic memory in response to environmental stressors. *FASEB J.*, 31(6): 2241-2251.
- [9]. Prakash, K. & Fournier, D. (2018). Evidence for the implication of the histone code in building the genome structure. *Biosystems*, 164, 49-59.
- [10]. Goldberg, A. D., C. D. Allis and E. Bernstein (2007). Epigenetics: a landscape takes shape. *Cell*, 128(4): 635-638.
- [11]. Hoghoughi, N., Barral, S., Vargas, A., Rousseaux, S. & Khochbin, S. (2018). Histone variants: essential actors in male genome programming. *J Biochem*, 163, 97-103.
- [12]. Quenet, D. (2018). Histone Variants and Disease. *Int Rev Cell Mol Biol*, 335, 1-39.
- [13]. Torres, I. O. & Fujimori, D. G. (2015). Functional coupling between writers, erasers and readers of histone and DNA methylation. *Curr Opin Struct Biol*, 35, 68-75.
- [14]. Marsit, C. J. (2015). Influence of environmental exposure on human epigenetic regulation. *J Exp Biol*, 218 (Pt 1): 71-79.
- [15]. Chen, J. & Xu, X. (2010). Diet, epigenetic, and cancer prevention. *Adv Genet*, 71, 237-255.
- [16]. Alegria-Torres, J. A., Baccarelli, A. & Bollati, V. (2011). Epigenetics and lifestyle. *Epigenomics*, 3, 267-277.

کرم خاکی، کرم پالایی و سایر فناوری‌ها

مهدی ضرابی^{*}؛ سیده نازیلا جعفری فرجام^۱، اشرف السادات حاتمیان زارمی^۱

چکیده

عمر تکاملی کرم‌های خاکی به ۶۰۰ میلیون سال پیش برمی‌گردد. داروین اولین مطالعات را روی این جانوران که بی‌مهرگان غالب خاک بوده و ۶۰ تا ۸۰٪ توده زیستی خاک را تشکیل می‌دهند، انجام داد. تأثیر بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک با بلع مداوم آن ساده‌ترین کار شناخته شده این جانوران است. اما امروزه فناوری‌های پیچیده‌ای از کرم‌های خاکی کشف شده است. تولید محصولات فناورانه‌ای چون داروهای حساس، مواد آرایشی و بهداشتی طبیعی، پروتئین پایه خوراک حیوانات، کودهای بیو ارگانیک (ورمی‌کمپوست) و مواد حشره‌کش از این جمله‌اند. همچنین از این جانوران برای فرآوری پسماندهای فسادپذیر (آلی)، حذف انواع مواد آلاینده خطرناک خاک نظیر فلزات سنگین، آلاینده‌های نفتی و آفت‌کش‌ها و تصفیه آب با فناوری کرم‌پالایی استفاده می‌شود. این مقاله به بررسی این فناوری‌ها پرداخته است.

واژگان کلیدی: کرم خاکی، کرم پالایی، زیست دارو، ورمی‌کمپوست، آرایشی بهداشتی.

*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

اهمیت کرم خاکی پی برد و با دید علمی به تحقیق در موردشان پرداخت [۲]. اما اولین گزارش علمی به دوران پس از جنگ جهانی دوم و استفاده از کرم خاکی به منظور تولید ورمی کمپوست بازمی گردد. در دهه ۱۹۷۰ به علت مشکلات زیست محیطی توجه به پدیده کرم خاکی در کاهش دفع زباله و بهبود خاک در ایالات متحده، بریتانیا، فرانسه و ژاپن آغاز شد [۷]. استفاده از کرم‌های خاکی برای تصفیه فاضلاب با روش هوازی اولین بار در سال ۱۹۹۸ در شیلی ثبت اختراع شد [۸]. کاربرد کرم‌های خاکی در زیست پالایی با حادثه انفجار کارخانه مواد شیمیایی Seveso ایتالیا در سال ۱۹۷۶ و آلودگی و وسیع منطقه با مواد خطرناک سمی مانند TCDD (2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin) شکل عملیاتی به خود گرفت. در این حادثه همه جانوران منطقه به جز کرم‌های خاکی تلف شدند ولی کرم‌های خاکی TCDD موجود در خاک را خورده و اگرچه تجمع زیستی دیوکسین در بافت‌های آن‌ها ۱۴/۵ برابر میزان عادی بود اما زنده ماندند. این پدیده یک الهام زیستی برای تولد فناوری کرم پالایی بود [۹]. در سال‌های اخیر تحقیقات انجام شده در اکثر کشورها برای شناسایی، جداسازی و سنتز ترکیبات زیستی فعال کرم‌های خاکی با کاربردهایی نظیر دارویی و آرایشی بهداشتی، آفت‌کش‌ها، ضد باکتری‌ها انقلابی در پژوهش و فناوری‌های مرتبط با کرم خاکی ایجاد کرده است [۴].

تنوع و ساختار بدن کرم‌های خاکی

پیدایش کرم‌های خاکی روی کره زمین به حدود ۶۰۰ میلیون سال پیش برمی گردد. کرم‌های خاکی متعلق به رده کم تاران Oligochaeta از شاخه کرم‌های حلقوی هستند که بیش از ۸۰۰۰ گونه از ۸۰۰ جنس دارند. شکل ظاهری این موجودات از آن زمان تا به حال تغییر چندانی پیدا نکرده و هم‌اکنون نیز بین گونه‌های مختلف آن‌ها از این نظر تفاوت قابل توجهی به چشم نمی خورد. آن‌ها در بسیاری از مناطق جهان به جز مناطق با آب و هوای شدید مانند بیابان‌ها و مناطق پوشیده از برف و یخ

بسیاری از مردم کرم‌های خاکی را موجوداتی صرفاً لزج، زشت، نابینا، ناشنوا و ناخوشایند می شناسند که استفاده‌ای جز طعمه ماهی ندارند. کرم‌های خاکی اساس حیات خاکند به طوری که ۶۰ تا ۸۰ درصد توده زیستی آن را تشکیل می دهند. آن‌ها مواد سر راه خود را در حین حرکت می بلعند و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را متأثر می کنند [۱،۲]. شناخت بشر از این جانوران برای سالیان دراز پیرامون ارزش آن‌ها در تقویت خاک و رشد بهتر گیاهان بوده است؛ اما امروزه نگاه محققین تغییر زیادی پیدا کرده به طوری که پژوهش‌های مختلف تولید محصولات فناورانه و انجام خدمات فناورانه را در حوزه صنعت و محیط زیست امکان پذیر نموده است. از جمله این محصولات می توان به کود پایه بیوارگانیک^۱ یا ورمی کمپوست، محصولات دارویی، آرایشی بهداشتی، غذای حیوان و انسان، آفت کش‌های طبیعی و آنتی باکتری‌ها اشاره کرد [۴،۳]. خدمات مبتنی بر فناوری‌های پیچیده‌ای نظیر فرآوری زباله‌های تر، تصفیه فاضلاب و پالایش آلاینده‌های شیمیایی خاک و آب با استفاده از کرم‌های خاکی نیز کاربرد وسیع یافته است به طوری که دانشی با عنوان کرم پالایی (Vermiremediation) شکل گرفته است [۵].

پیشینه موضوع

ارسطو (۳۸۴-۳۲۲ قبل از میلاد) اولین کسی بود که به نقش کرم خاکی در تغییر و تبدیل خاک توجه نمود و آن‌ها را "روده‌های زمین" نامید. "کلوپاترا" فرعون مصر باستان (۳۰-۶۹ قبل از میلاد) با مقدس شمردن کرم خاکی و وضع قوانین در مورد آن بر ارزش این موجودات تأکید کرد [۶]. چارلز داروین (۱۸۸۲-۱۸۰۹) تجربیات چهل و چهار ساله خود روی کرم‌های خاکی را در آخرین کتابش با عنوان "تشکیل خاک کشاورزی از طریق فعالیت کرم خاکی با مشاهده عادات آن‌ها"^۲ بیان نمود. داروین جزو اولین کسانی بود که به

^۱ Organic از ریشه organikos به معنی حیات می باشد که اصطلاحاً به مواد طبیعی یا برگرفته از مواد طبیعی گفته می شود.

^۲ Intestines of the earth

^۳ Cleopatra

^۴ The formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits

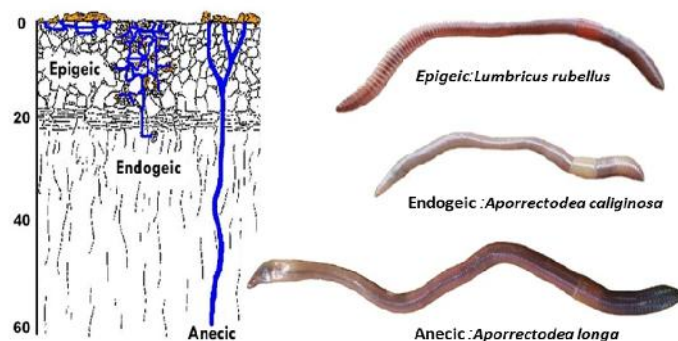
دائمی یافت می‌شوند. جانورانی دوجنسی یا هرمافروdit می‌باشند و از همین رو تکثیر آنها آسان است. درعین حال داشتن اندامی به نام کمریند تناسلی (کلیتلوم) نشانی از بلوغ آنهاست و می‌توانند جفت‌گیری نمایند [۱۰-۱۲].

کرم‌های خاکی از نظر اکولوژیکی در سه گروه تقسیم‌بندی می‌شوند. گونه‌های سطح‌زی که از مواد آلی سطح خاک استفاده می‌کنند، گونه‌های عمق‌زی که بیشتر وقت خود را در لایه‌های معدنی خاک و در حال نقب زدن هستند و گونه‌های میان‌زی که اغلب به‌صورت عمودی دالان‌هایی حفر می‌کنند. کرم‌های خاکی سطح‌زی قدرت انتخاب بیشتری برای تأمین مواد غذایی نسبت به نوع عمق‌زی که فقط خاک و مانند آن را استفاده می‌کند، دارند و عمده محصولات و خدمات فناورانه با استفاده از این گونه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۱) [۱۳، ۱۴].

اغلب کم‌تاران رفتگران طبیعت هستند. کرم‌های خاکی به‌طور عمده از مواد آلی پوسیده، تکه‌های برگ و پوشش گیاهی و باقیمانده حیوانی تغذیه و مواد مغذی آن‌ها را هنگام عبور از روده جذب می‌کنند. این روش تغذیه نیاز به اندام‌های حسی

تخصصی و توسعه‌یافته ندارد. دستگاه گوارش این موجود به تعدادی منطقه با عملکرد خاص تقسیم شده است. مواد غذایی با ترشحات دهانی مرطوب شده و با کمک حلق عضلانی به داخل کشیده و بلعیده می‌شوند. سطح بالای کلسیم خاک بلعیده‌شده همراه غذا باعث افزایش سطح کلسیم خون می‌شود. غدد کلسیفروس که سه ناحیه متورم موجود در مری است، با ترشح یون کلسیم به مری و روده باعث کاهش غلظت آن در خون می‌شود. غدد کلسیفروس همچنین وظیفه تنظیم تعادل اسید-باز در مایعات بدن را به عهده دارد. مواد غذایی قبل از ورود به سنگدان عضلانی از چینه‌دان^۵ با دیواره‌ی نازک که به نظر می‌رسد تنها یک عضو ذخیره‌سازی است، می‌گذرند. با کمک سنگریزه‌های بلعیده‌شده توسط کرم در سنگدان غذا به‌طور کامل صاف و یکدست شده و به قطعات کوچک قابل جذب تبدیل می‌شوند. هضم و جذب در روده رخ می‌دهد. دیواره روده مخصوصاً در بخش پشتی دارای چین‌خوردگی‌های زیادی است که سبب افزایش سطح جذب مواد می‌شود. اطراف روده و رگ‌های پشتی و چین‌خوردگی‌ها لایه‌ای زردرنگ از بافت‌های chloragogen وجود دارد

وظیفه این بافت تولید گلیکوژن و چربی و عملکردش تا حدودی مشابه سلول‌های کبدی است [۱۵-۱۷]. افزون بر آب و موکوس^۶ در روده کرم خاکی پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها، مواد آلی و معدنی، اسیدهای آمینه، باکتری‌های فراوان، پروتوزوآها^۷ و میکروقارچ‌ها وجود دارند، روده کرم خاکی شرایط مناسبی برای رشد و فعالیت میکروبی را دارا می‌باشد لذا می‌توان گفت که یک بیوراکتور است [۱۸].



شکل ۱: گونه‌های مختلف کرم خاکی بر اساس خصوصیات اکولوژیکی (وبگاه ۱)

¹ Epigeic

² Endogeic

³ Anecic

⁴ pharynx

⁵ Calciferous glands

⁶ esophagus

⁷ crop

^۸ ماده‌ای که غشاهای مخاطی را پوشانده و از حالتی لغزنده برخوردار است و معمولاً توسط غده‌های مخاطی ترشح می‌شود.

^۹ پروتوزوآ بیشتر جانوران تک یاخته ای میکروسکوپی هستند.

کاربردهای کرم خاکی در صنعت و محیط زیست

وجود کرم های خاکی یک مزیت بزرگ برای بسیاری از کشاورزان است که به بهبود خواص فیزیکی خاک کمک می کنند. مطالعات انجام شده توانایی کرم های خاکی در تسهیل اختلاط خاک و تجزیه مواد آلی که اهمیت ویژه ای در سیستم کشاورزی دارند را نشان می دهد. افزایش تخلخل خاک، کاهش تراکم ذرات خاک، افزایش هوادهی در خاک به وسیله دالان های حفر شده در هنگام نقب زدن و تحریک فرایند معدنی کردن باقیمانده نیتروژن در خاک که مورد استفاده گیاهان است از جمله تأثیرات مثبت کرم های خاکی است. نقش کرم خاکی در تولید ورمی کمپوست به دو بخش فیزیکی و بیوشیمیایی تقسیم می شود. کرم خاکی مواد زائد را از طریق فرایند مکانیکی خرد کرده و درون دستگاه گوارش خود به آن موکوس اضافه کرده و آن را به شکل مایع تبدیل می کند، در نتیجه سطح فعالیت آنزیمی افزایش می یابد. تجزیه بیوشیمیایی به وسیله آنزیم های درونی تولید شده در روده و آنزیم های تولید شده به وسیله فلور همزیست روده انجام می شود.

محصولات و خدمات فناورانه با منشأ کرم خاکی

با شناخت توانایی های این جانور دانشمندان به بررسی و ساخت محصولات فناورانه و نیز خدمات فناورانه پرداخته اند که در زیر شرح داده شده است.

الف) محصولات:

۱- ترکیبات دارویی:

تحقیقات جدید نشان داده که لکوسیت های (گلبول های سفید) کرم خاکی توانایی تشخیص سلول های سرطانی به عنوان سلول خارجی و از بین بردن آنها را دارند. پپتید لومبروسین^۱ جدا شده از *Lumbricus terrestris* توسط دانشمندان ژاپنی توانایی مهار تومورهای سرطان سینه در موش ها را نشان داده است.

گروهی از آنزیم های لومبروکیناز^۲ هم توانایی مقابله با سرطان را دارند [۱۹]. دیگر آنزیم ارزشمند استخراج شده از کرم ها کلاژناز است که در درمان بیماری های نوع ترومبوز (لخته شدن خون در رگ ها) مفید است. این آنزیم می تواند ماریچ ستهایی کلاژن^۳ را بشکافد. از این توانایی منحصر به فرد می توان برای برش پوشش بیرونی قوی ترومبوزهای قدیمی استفاده کرد. توانایی دیگر این دو آنزیم ورود به ترومبوز، حل نمودن آن، باز کردن رگ و اکسیژن رسانی مجدد است [۲۰].

برخی اسیدهای چرب جدا شده از کرم خاکی در پزشکی مدرن بسیار ارزشمند هستند. اولئیک اسید یک امگا-۹ شباع نشده است که دارای ارزش پزشکی بالایی در جلوگیری از حمله قلبی، تصلب شرایین و پیشگیری از سرطان می باشد. لینولئیک اسید کرم خاکی ارزش دارویی فراوانی دارد، این ترکیب در بدن انسان به گامالینولئیک اسید (GLA) و در نهایت پروستاگلاندین ها^۴ تبدیل می شود که به تنظیم التهاب و فشارخون کمک می کند [۲۱].

بنا بر تحقیقات انجام شده مایع سلومیک^۵ کرم های خاکی به علت دارا بودن فعالیت های ضد بیماری زایی ترکیبات زیستی مفیدی برای تولید انواع آنتی بیوتیک ها هستند. چندین اسید چرب از کرم های خاکی جدا شده که یکی از آنها لوریک اسید است که خواص ضد میکروبی دارد و از ترکیبات اولیه monolaurin تشکیل شده است. این ترکیب یک عامل ضد میکروبی قوی برای مبارزه با ویروس های RNA دار با پوشش لیپیدی و ویروس های دارای DNA، چندین باکتری گرم مثبت بیماری زا، مخمرها و تک یاخته های بیماری زا است. پپتید Lumbricin I جدا شده از گونه *L. Lumbricus* نیز فعالیت ضد میکروبی علیه باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و هم چنین قارچ ها را دارد [۲۱].

^۱ lumbricin

^۲ lumbricinase

^۳ کلاژن غنی ترین پروتئین در بدن انسان که آثار مهمی از جمله تقویت بافت پوست و انعقاد خون دارد.

^۴ خانواده ای از مواد شیمیایی که توسط گروهی از سلول های بدن ساخته شده و عملکردهای متفاوتی از جمله تقویت التهاب دارند.

^۵ شیریه بدن کرم (مایع سلومیک) که غنی از آمینو اسیدهای ازاد است.

۲- مواد آرایشی و بهداشتی:

در سال ۱۹۸۵ شرکت DOVE برای اولین بار استفاده از این کرم را در محصولات خود آغاز نمود و اولین سری محصولات خود با عنوان جوان‌کنندگان پوست در سال ۱۹۸۷ به بازار عرضه نمود، اما هم‌اکنون بیشتر شرکت‌های پیش‌تاز در این صنعت با تولید انواعی نظیر شامپو، صابون، کرم، انواع پودرهای روشن‌کننده و تقویتی استمرار به تولید با این کرم را در دستور کار خود قرار داده‌اند. کرم ضدچروک محصولی جدید با خاصیت ضدپیری است که از عصاره کرم خاکی به دست می‌آید. این کرم با افزایش تولید کلاژن باعث کاهش چین‌وچروک پوست می‌شود که یک درمان مؤثر طبیعی برای پسیوریازیس، اگزما و خشکی پوست است. عصاره کرم خاکی به‌طور طبیعی حاوی کیتین‌ها، اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها است که به عنوان ترکیبات ضدپیری برای پوست انسان استفاده می‌شود.

۳- پروتئین پایه خوراکی (انسان و حیوانات):

حیوانات برخلاف گیاهان قادر به ساختن تمامی اسیدهای آمینه مورد نیاز خود نیستند. اسیدهای آمینه‌ای که در بدن حیوانات ساخته نمی‌شود و یا سرعت ساختشان کم است باید از طریق غذا تأمین شوند. بررسی‌های انجام‌شده روی بافت‌های مختلف بدن گونه‌های کرم خاکی وجود طیف وسیعی از اسیدهای آمینه ضروری را در آن‌ها نشان داده است. بنابراین بدن کرم خاکی و پروتئین به‌دست‌آمده از آن به عنوان مکمل پروتئینی برای خوراک ماهی، طیور و دام‌ها شناخته می‌شود. طبق بررسی‌های انجام‌شده تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره حاوی ۲٪ پودر کرم خاکی به‌صورت معنی‌داری سبب افزایش وزن جوجه‌ها، بهبود کیفیت گوشت سینه شده است [۲۲]. امروزه در برخی کشورها به ارزش پروتئین کرم‌های خاکی توجه شده است و پودر پروتئین خشک بدن کرم، کرم خشک شده و حتی کنسرو کرم به عنوان خوراک انسان به بازار راه پیدا کرده است، به‌طوری‌که گران‌قیمت‌ترین همبرگر شرکت معروف مک‌دونالد ورمی‌برگر می‌باشد. علت این مسئله غنای پروتئین قابل جذب

کرم به نسبت گوشت‌های معمول است برای مثال کرم خاکی گونه *Eisenia fetida* در مقایسه با ۱۷٪ پروتئین قابل جذب گوشت گوساله، بیش از ۷۰٪ پروتئین پایه دارد [۱]. اشاعه این امر در سایر کشورها امری بدیهی به نظر می‌رسد اما از آنجا که خوردن گوشت کرم در اسلام مورد تأیید نمی‌باشد، امکان ورود چنین منبع پروتئینی در غذای مسلمانان بعید است ولی به لحاظ حفظ شرایط تندرستی و سلامت مواد گوشتی مخلوط باید امکان رصد این نوع پروتئین‌ها وجود داشته باشد تا به‌صورت تقلبی به عنوان گوشت قابل‌مصرف در کشور ما وارد سبد غذایی نشود که در این خصوص می‌توان کیت‌های ژنتیکی برای تشخیص نوع منبع پروتئین استفاده کرد (تحقیقی در این مورد در مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران در حال انجام است). با توجه به محدودیت ذکرشده می‌توان از این منبع غنی پروتئینی به‌طور مستقیم در غذای طیور استفاده کرد. محققان دانشگاه تهران (نگارنده اول) به ترکیبی به نام ورمین (wormin) به عنوان خوراک ارگانیک طیور دست یافته‌اند [۲۲] که باعث خوش‌خوراکی گوشت مرغ، عدم ابتلا به بیماری‌های تنفسی و کوتاه شدن دوره رشد مرغ می‌شود [۲۳].

۴- کود پایه بیوارگانیک (مشتقات ورمی کمپوست):

در اثر عبور آرام و مداوم مواد آلی از دستگاه گوارش کرم خاکی و سپس دفع آنها، کود آلی بیولوژیکی به نام ورمی‌کمپوست تولید می‌گردد. خصوصیت بارز این کود آن است که مواد آلی در حین عبور از بدن کرم با آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و مخاط دستگاه گوارش مخلوط می‌شوند که حاصل آن کودی غنی است که باعث بهبود ترکیبات آلی خاک می‌شود. از طرف دیگر مدفوع کرم که حاوی مواد مغذی است با مواد مترشحه غشای مخاطی دستگاه گوارش نیز پوشیده می‌شود که این مسئله باعث ثبات مدفوع و در واقع ثبات کود است [۲۴، ۲۵]. این کود بهترین جایگزین کودهای شیمیایی بوده و

^۱ یک بیماری شایع پوستی است که چرخه زندگی سلول‌های پوستی را بهم می‌زند.

^۲ به التهاب یا آماس پوست اگزما (eczema) یا درماتیت گفته می‌شود. این بیماری می‌تواند منجر به مواردی نظیر خارش، قرمزی، تورم، پوسته‌ریزی روی پوست شود.

لذا رکن تولید محصولات ارگانیک به حساب می‌آید. نکته مهم این کود در تولید محصولات ارگانیک که باید عاری از آلاینده‌های شیمیایی باشند، قدرت پالایش کرم‌ها حین تغذیه از مواد آلیست. به عبارت دیگر کرم‌های خاکی با نقب زدن سبب افزایش تجزیه هوازی، ثبات مواد آلی، از بین بردن پاتوژن‌ها و فلزات سنگین از کمپوست و بهبود کیفیت آن می‌شوند. کرم‌های خاکی با نقب زدن در توده خاک به‌طور پیوسته خاک را با مواد درون روده خود ترکیب می‌کنند و توانایی تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک را به‌وسیله (۱) افزایش کربن و نیتروژن خاک با دفع مواد مخاطی و ترشحات خود، (۲) بلعیدن و ترکیب خاک با مواد آلی درون روده خود در طول مدت زمان عبور مواد از درون دستگاه گوارش خود، (۳) اثر گذاری بر ساختار فیزیکی خاک حین فعالیت نقب زدن و (۴) تغییر جوامع باکتریایی و قارچی خاک به‌وسیله تعدیل ساختار و اندازه ذرات خاک دارا هستند [۲۶، ۲۷]. با توجه به این قدرت بی‌نظیر کرم‌ها در تجزیه مواد آلی آنها را کرم‌های خاکی زباله‌خوار نیز نامیده‌اند که به‌آسانی از آنها برای فراوری انواع پسماندهای شهری و صنعتی آلی به عنوان یک خدمت فناورانه استفاده می‌شود (به بخش خدمات فناورانه مراجعه کنید).

۵- مواد مؤثر در مبارزه با حشرات:

یکی از محصولات فناورانه کرم‌های خاکی مواد دورکننده، ضد تغذیه و یا کشنده حشرات است. به شکلی شگفت‌آور تنها سلاح کرم‌های خاکی برای دفاع در مقابل دشمنان‌شان از جمله انواع حشرات خاکزی و میکروب‌ها که به‌وفور در خاک و محیط زندگی آنها وجود دارند، ترشحات بدن آنهاست که به شدت خاصیت دورکنندگی دارند. از همین رو دانشمندان به این مواد و خصوصیات بی‌نظیر آنها توجه ویژه‌ای کرده‌اند. در واقع کرم‌ها هنگام حرکت در بستر خود دائماً این مواد را در سطح بدن ترشح کرده و در بستر زندگیشان بجا می‌گذارند. قابل‌ذکر است که اگر در توده زباله تر در حال فساد کرم‌ها به فراوری زیستی مواد آلی مشغول باشند کمتر حشره مزاحم و میکروب‌های خطرناک در آن دیده می‌شود درحالی‌که اسامی

توده زباله فسادپذیر مملو از انواع حشرات و میکروب‌هاست. لذا امروزه از ترشحات بدن کرم‌ها و مایع سلومیک آنها مواد دورکننده حشرات، حشره‌کش‌ها و ضد میکروب‌ها تهیه می‌شود. از جمله در ایران اولین ترکیب الفاکننده مقاومت علیه حشرات مکنده گلخانه‌ای با استفاده از ترشحات سطح بدن کرم گونه *E.fetida* ساخته شده است. این ترکیب روی سفید بالک برگ نقره‌ای (بیوتیپ B سفید بالک پنبه) که از آفات کلیدی محصولات گلخانه است کاملاً مؤثر بوده است. این ترکیب بیشترین نرخ مرگ‌ومیر، کمترین طول عمر دوره‌های نابالغ و بیشترین طول دوره نابالغ حشره را نشان داده است. [۲۸]. این موضوع می‌تواند باعث حذف انواع حشره‌کش‌های شیمیایی و نتیجتاً تولید محصولات سالم و ارگانیک باشد. خوشبختانه محققان دانشگاه تهران (نگارنده اول) به ترکیبی به نام ارگانول (*Organol*) به عنوان الفاکننده مقاومت در گیاهان دست یافته‌اند که باعث ایجاد مقاومت در برابر حشرات مکنده گلخانه‌ای و حذف سموم شیمیایی می‌شود [۲۹].

همچنین انواع کودهای بیوارگانیک (ورمی‌کمپوست) نیز به دلیل وجود همین مواد متر شحه در بستر زندگی کرم می‌توانند قابلیت محدودیت رشد حشرات و بیماری‌های گیاه را هم‌زمان با افزایش میزان رشد گیاهان و نیز کیفیت بیشتر محصولات را داشته باشند. آزمایش‌های مختلفی در دانشگاه تهران بدین منظور انجام شده و نتایج بسیار خوبی را داشته است. از جمله تأثیر انواعی از کودهای بیوارگانیک بر پایه مواد پسماند گیاهی خاص بر رشد گوجه‌فرنگی و هم‌زمان تأثیر آن بر روی کاهش تراکم جمعیت و میزان تخم‌گذاری سفید بالک برگ نقره‌ای به اثبات رسیده است [۳۰].

ب) خدمات فناورانه:

۱- فراوری پسماندهای فسادپذیر (آلی):

زباله‌های تر (شهری و روستایی) امروزه از معضلات زندگی اجتماعی ما به شمار می‌روند. برای مثال در تهران روزانه بالغ بر ۸۵۰۰ تن زباله تولید می‌شود که غالب آن فقط در مکان‌های دفن و دفع باید به شکلی بی‌خطر دربیایند که این امر مستلزم

¹ *Bemisia tabaci* (Genn.)

شیمیایی (نیترا و نیتريت و فسفات و کادمیوم) که از آگروسستمها به آب‌های جاری و زیرزمینی نشت می‌کنند، فلزات سنگین و حتی مواد رادیواکتیو موضوع مهمی است که با استفاده از کرم‌های خاکی به انجام می‌رسد. در این روش تصفیه، کرم مانند یک فیلتر زیستی عمل می‌کند. البته این توانایی به یمن وجود انواع میکروب‌هایی است که در دستگاه گوارش کرم زندگی می‌کنند. افزایش جمعیت میکروبی در بدن و محیط زندگی کرم‌ها باعث افزایش متابولیسم میکروبی می‌شود که به نوبه خود توان تصفیه و تغییر غلظت مواد آلاینده را افزایش می‌دهد. جالب آن است که در طول این فرایند مواد مغذی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم موجود از طریق فعالیت میکروبی به شکل محلول و قابل‌دسترس گیاهان حاصل می‌شود.

نکته مهم بسیار بارز در مقایسه بین روش‌های صنعتی، بیولوژیکی تصفیه آب با روش فیلترینگ کرم این است که این جانور به دلیل همان نوع و خواص گوارش خود عملاً در طول فرایند تصفیه تقریباً عمل ضدعفونی کردن هم انجام می‌دهد. روده کرم میزبان طیف گسترده‌ای از میکروب‌های تجزیه‌کننده است که همراه با مواد نیمه هضم شده نیتروژن و فسفردار مدفوع خود را به صورت ورمی‌کمپوست به محیط اضافه می‌کند. نتایج بسیاری نشان‌دهنده توانایی استفاده مجدد از کرم‌های خاکی به عنوان خورنده و تجزیه‌کننده انواع فاضلاب با مواد غنی فراوان اشاره دارد. همچنین با عمل آسیاب کردن، هوادهی، خرد کردن و تجزیه مواد شیمیایی می‌توان از آن‌ها به عنوان یک محرک زیستی استفاده کرد. مزیت دیگر این روش عدم ایجاد لجن در مقایسه با تصفیه مرسوم است. لذا فناوری فیلترینگ کرم خاکی روشی مناسب برای تمرکززدایی تصفیه آب است [۳۵]. عملاً گونه‌های مختلف کرم‌های زباله‌خوار که مناسب برای فرایند کمپوست مواد زائد هستند مانند *Euripus euginae*, *Perionyx excavatus*, *Eisenia fetida* و *Lumbricus rubellus* در تصفیه آب نیز کارایی دارند [۳۶]. یکی از اختراعات ثبت‌شده در این مورد طرحی است که در شیلی در سال ۱۹۹۸ در مقیاس پایلوت به تصفیه فاضلاب شهری ۱۰۰۰ خانه پرداخت. در این پایلوت میزان حذف

هزینه‌های گزافی است. با توجه به حجم بالای تولید روزانه زباله شهری و صنعتی و محدودیت مکان‌های مناسب دفع زباله و اثرات نامطلوب دفن از نظر زیست‌محیطی و بهداشتی مدیریت بهینه پسماندها یکی از اهداف اصلی مدیریت‌های شهری است. متأسفانه تنها راه مورد توجه که بسیار هم پرخرج است دفن زباله با همه مخاطرات زیست‌محیطی و یا تأسیس کارخانجات بازیافت صنعتی آن با هزینه‌های گزافتر و مشکلات بیشتر است. اما در این میان توانایی بی‌نظیر کرم‌های خاکی در فرآوری زباله‌های فسادپذیر یک موهبت خدادادی است که باید در رأس برنامه‌های مدیریت زیست‌محیطی کشور قرار گیرد. در این روش آسان، کم‌هزینه و بی‌خطر نه تنها مشکل زباله با فرآوری در مبدأ (منازل و ادارات) حل می‌گردد بلکه تمام محصولات فناورانه نظیر ورمی‌کمپوست، پروتئین پایه، مواد اولیه تولید دارو و محصولات آرایشی بهداشتی، حشره‌کش‌ها و امثالهم قابل تولید انبوه‌اند. به تعبیر بهتر با رفع معضل بازیافت زباله‌های تر با فناوری کاربرد کرم‌های زباله‌خوار، محصول نهایی ورمی‌کمپوست که کودی جایگزین کودهای شیمیایی و آساز و پایه تولید محصولات ارگانیک است و نیز توده کرم خاکی جهت استفاده در تولید محصولات دارویی به دست می‌آید و در این حالت چرخه‌ای کامل از زباله تا تولید محصولات ارگانیک و محصولات دارویی شکل می‌گیرد [۳۱-۳۲]. این به معنای تبدیل یک تهدید جدی زیست‌محیطی به فرصت‌های برتر است. علاوه بر پسماند مواد غذایی (خام و پخته) خانه‌ها و رستوران‌ها، ضایعات باغچه‌ها (برگ و چمن‌های کوتاه شده)، ضایعات کشاورزی از جمله باقی‌مانده محصول، برگ‌ها و علف‌های هرس شده و...، ضایعات و مدفوع ناشی از پرورش دام و حیوانات مانند گاو، گوسفند، خوک، مرغ و ضایعات جامد حاصل از صنایع کاغذ و مقوا، کارخانه‌های تولید روغن گیاهی، صنایع نیشکر، پرورش کرم ابریشم، صنایع تولید مواد غذایی و... از بهترین مواد اولیه تولید ورمی‌کمپوست به شمار می‌روند [۳۳-۳۴].

۲- تصفیه آب:

تصفیه آب از انواع آلاینده‌های خطرناک مانند باقیمانده کودهای

BOD¹ (۹۹٪)، TSS^۲ (۹۵٪)، VSS^۳ (۹۶٪)، نیتروژن (۸۹٪) و فسفر (۷۰٪) انجام شد. ساختار این فیلتر شدن شامل بستر کرم خاکی در لایه زیرین، سنگ‌ریزه و روی آن خاک اره و بالاترین بخش ۲۰-۳۰ سانتی‌متر هوموس بود که به ازای هر مترمکعب ۵۰۰۰-۱۰۰۰۰ کرم خاکی گونه (*Eisenia andrea*) در آن رها شد. این سیستم در هر روز قابلیت تصفیه ۱۰۰۰ لیتر بر مترمربع فاضلاب را داشت [۸].

۳- کرم پالایی:

از اواخر دهه ۱۹۸۰ که ناکارآمدی استفاده از روش‌های پالایش مکانیکی و شیمیایی و روش حرارتی (سوزاندن) برای حذف انواع آلاینده‌های خاک به دلایل اقتصادی و زیست‌محیطی ثابت گردید، محققین به روش‌های زیستی که مقرون‌به‌صرفه و سازگار با محیط‌زیست بوده و همچنین پذیرش اجتماعی داشتند، توجه نمودند به‌طوری‌که از این روش‌ها به‌صورت جایگزین و یا مکمل استفاده می‌شود [۱۰]. روش‌های زیستی اغلب بر پایه شکست و تجزیه میکروبی آلاینده‌ها و تبدیل آن‌ها به ترکیبات غیر سمی استوار هستند.

کرم‌های خاکی تأثیر زیستی مستقیم و غیرمستقیم بر روند پاک‌سازی خاک‌های آلوده دارند. نقب زدن از جمله اثرات غیرمستقیم است که نتیجه آن ایجاد مسیرهایی برای ورود آب، حرکت ذرات و مواد غذایی و جریان هوا است. شکست مکانیکی ذرات خاک هم‌چنین سبب افزایش سطح و در نتیجه افزایش عملکرد زیستی می‌شود. هم‌چنین کرم‌های خاکی دارای تعدادی مکانیسم جذب، تثبیت و دفع فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی نیز هستند به‌طوری‌که با تبدیل یا تجزیه زیستی آلاینده‌های شیمیایی آن‌ها را به ترکیبات بی‌ضرر در بدن خود تبدیل می‌کنند. برخی فلزات به‌وسیله پروتئین‌هایی که به متالوتین‌ها مشهور هستند، متصل می‌شوند، این پروتئین‌ها ظرفیت بالایی برای اتصال به فلزات دارند که در کرم خاکی مشاهده شده‌اند [۳۷]. این موضوع به فناوری مهمی تبدیل شده

که کرم پالایی نامیده می‌شود. کرم پالایی به عنوان یکی از مهمترین شیوه‌های زیست پالایی آلاینده‌های شیمیایی مزیت‌هایی دارد. نتایج نشان داده که حضور کرم خاکی مانع اتصال ترکیبات شیمیایی به ذرات خاک و در نتیجه دسترس‌پذیری این ترکیبات برای فعالیت میکروبی بیشتر است. هم‌چنین در این فناوری است که جمعیت میکروبی تجزیه‌کننده خاک بیشتر می‌شوند. کرم‌های خاکی نه‌تنها توانایی بهبود خاک‌های آلوده را به عنوان نوعی استراتژی زیست‌پالایی دارند بلکه در پس آن موجب بهبود خاک و زمین برای استفاده‌های مفید دیگر می‌شوند [۳۸]. گونه‌های مناسب کرم خاکی برای کرم پالایی عمدتاً بر اساس مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته شامل *Aporrectodea tuberculata*, *Eisenia fetida*, *Aporrectodea giardi*, *Lumbricus terrestris*, *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena rubida*, *Dendrobaena veneta*, *Eiseniella tetraedra*, *Allolobophora chlorotica* هستند که قدرت تحمل و توانایی حذف طیف وسیعی از ترکیبات شیمیایی از خاک را دارند [۵]. با استفاده از این گونه‌ها فناوری کرم پالایی امروزه برای حذف یا کاهش آلاینده‌های خطرناک خاک مانند مواد نفتی، فلزات سنگین و آفت‌کش‌ها صورت گرفته و رفته‌رفته به صورت یک فناوری تجاری جای خود را در صنایع کشورها باز می‌کند.

کرم پالایی آلاینده‌های نفتی

اصغرینیا و همکاران در سال ۲۰۱۴ طی هشت هفته به بررسی حذف فنانترن با غلظت ۳۰ mg/kg از خاک با کمک گونه *Eisenia fetida* پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از کرم خاکی سبب افزایش دسترسی آلاینده و بهبود فعالیت میکروبی خاک شده که این امر منجر به افزایش حذف آلاینده‌ها با پایه کربنی از خاک می‌شوند [۳۹]. در سال ۲۰۱۵ راماداس و همکاران^۴ به بررسی بقای کرم خاکی و سلامت خاک آلوده به

¹ Biological Oxygen Demand نرخ مصرف اکسیژن در داخل آب توسط ارگانیسم‌هاست.

^۲ Total suspended solids کل مواد جامد معلق که یکی از شاخص‌های مهم برای سنجش کیفیت آب بعد از عمل تصفیه روی آب است.

^۳ Volatile suspended solids مقدار جامدات فرار وقتی که کل جامدات معلق فاضلاب طی دمای ۵۰±۵۰ درجه سانتیگراد سوزانده شود.

^۴ Ramadass et al.

نگاهی به آینده

خوشبختانه محققین دانشگاه تهران از سال‌های نسبتاً دور به فواید باارزش کرم‌های خاکی توجه نموده و تحقیقات دنباله‌داری در این خصوص به انجام رسانده‌اند. به لطف خدا امروز تجربه کافی در تولید انواع کودهای پایه بیوارگانیک (با منشأ ورمی‌کمپوست)، انواعی از مواد دورکننده حشرات، انواعی آنتی‌باکتریال، مواد پایه دارویی با خواص ضد سرطانی و آنتی‌دیابتیک، مواد پایه آرایشی بهداشتی و نیز استفاده از این جانوران در فرآوری زباله‌های فسادپذیر و نیز فناوری کرم پالایی برای حذف و کاهش آلاینده‌های نفتی و عناصر سنگین و باقیمانده کودهای شیمیایی نیترا ته وجود دارد. اما راه آینده هنوز گسترده و نیاز به تحقیقات بیشتر وجود دارد. اما قطعاً این جانور به‌ظاهر زیر پا افتاده نعمت بزرگ خدای مهربان به بشر است که ما تاکنون گوشه‌ای از معجزات هستی را در وجود آنها یافته‌ایم. به قطع و یقین کرم‌های خاکی یکی از منابع باارزش برای دانش و فناوری زیست الگو و الهام زیستی به شمار می‌آیند.

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

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

- 1-<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/7-niches-within-earthworms>
- 2-<http://www.organicauthority.com/delicious-beauty/earthworms-anti-aging-skin-care-miracle-or-super-gross.html>
- 3-<https://www.greensations.com/Earthworm-Pooh-Wrinkle-Cream-p/fbmwb.htm>

منابع و مؤاخذ

- [1]. Edwards, C.A. and Bohlen, P.J. (1996). Earthworm Ecology and Biology, Second Edition, CRC Press, London, PP.15-30.
- [2]. Feller, Ch. Brownb, G. Blanchart, E. Deleport, P. Chernianski, S. (2003). Charles Darwin, earthworms and the natural sciences: various lessons from past to future. Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol. 99, PP.29-49.

روغن‌موتور پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میزان سمیت روغن‌موتور قدیمی در خاک بیشتر از روغن‌موتور تازه است و کرم خاکی توانایی کاهش سمیت روغن‌موتور، افزایش چرخه مواد مغذی و بهبود سلامت خاک را دارد [۴۰]. نتایج حاصل از مطالعه جعفری و همکاران در سال ۱۳۹۵ نشان داد که حضور کرم خاکی گونه E. fetida در خاک آلوده به گازوئیل سبب افزایش جامعه باکتریایی خاک نسبت به عدم حضور کرم خاکی است و به طبع افزایش جامعه باکتریایی خاک تجزیه ترکیبات مهم آلاینده گازوئیل از جمله دودکان، تترادکان و هگزادکان افزایش می‌یابد [۴۱].

کرم پالایی فلزات سنگین

هارتنستین و همکاران (۱۹۸۰) به این نتیجه رسیدند که کرم‌های خاکی می‌توانند فلزات سنگین مانند کادمیوم، جیوه، سرب، مس، منگنز، آهن و روی را بدون تأثیرات فیزیولوژیک در بافت‌های خود ذخیره کنند. برای مثال میزان کادمیوم ذخیره شده در بافت تا ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن خشک بدن کرم است [۴۲]. کنتراس راموس و همکاران در سال ۲۰۰۵ این مسئله را تایید کردند که کرم‌های خاکی در مدت ۶۰ روز غلظت کروم، مس، روی و سرب را در لجن ورمی‌کمپوست به پایین‌تر از محدوده بیان‌شده توسط آژانس حفاظت از محیط‌زیست امریکا می‌رسانند [۴۳].

کرم پالایی آفت‌کش‌ها

آفت‌کش‌ها در یک گروه‌بندی اصلی شامل انواع علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها، باکتری‌کش‌ها، نما‌تدکش‌ها، حلز و کش‌ها و جونده‌کش‌ها می‌باشند. امروزه متأسفانه این مواد خطرناک به صورت بی‌رویه در اکثر اکوسیستم‌های کشاورزی مصرف‌شده و باقیمانده‌های فوق‌العاده سمی این مواد پس از استقرار در خاک، در فرایند کشت و داشت محصولات کشاورزی قرار گرفته و از طریق ریشه وارد گیاهان می‌شوند. مطالعات متعددی در مورد رابطه بین آفت‌کش‌های ارگانوفسفره و کلره و باقیمانده آنها در بافت‌های کرم خاکی انجام‌شده است. این تحقیقات نشان می‌دهد کرم‌های خاکی توانایی تجمع زیستی این مواد را تا ۹ برابر در بافت‌های خود و یا تجزیه زیستی آنها به‌طور کامل را دارند [۴۴].

- PAHs contaminated soil. Environment, Vol.28, PP.466-475.
- [17]. Gupta, R. Garg, V.K. (2009). Vermiremediation and nutrient recovery of non-recyclable paper waste employing *Eisenia fetida*. Journal of Hazardous Materials. Vol.162, PP.430-439.
- [18] Sinha, R.K. Bharambe, Herat. Bhovanbhai, S. Valani, D. (2010). Earthworms: The Environmental Engineers. Environmental Management & Resource Development International journal, Vol.40, PP.1954-1959.
- [19] Cooper, Edwin. (2009). New Enzymes Isolated from Earthworms is Potent Fibrinolytic. Oxford University Press Journal (UK), Vol.4, PP.69-82.
- [20] Kangmin, Li. (1998). Vermiculture Industry in Circular Economy; Worm Digest. 4th ZERI World Congress. Windhoel, Namibia.
- [21] Lopez, A. Alis, R. (2005). Indigenous use of native earthworms and its fatty acids profile; Paper Presented at the Int. Symposium on Vermitechnologies for Developing Countries. Laguna, Philippines.
- [۲۲] ضرابی، مهدی و غلامی، حمید. ۱۳۹۲. ثبت اختراع پروتئین پایه مکمل خوراک طیور با نام ورمین Wormin. به شماره ۸۰۱۸۹، سازمان ثبت اسناد و املاک کشور، اداره ثبت اختراعات، ۱۴۹۸۶.
- [۲۳] غلامی، حمید. شمس شرق، محمود. ضرابی، مهدی. زره داران، سعید. (۱۳۹۵). اثر سطوح مختلف پودر کرم خاکی (*Eisenia fetida*) بر عملکرد و کیفیت گوشت ران و سینه جوجه‌های گوشتی. تحقیقات تولیدات دامی، دانشگاه گیلان. ش.۱، صص.۶۳-۷۵.
- [24] Gupta, P.K. (2003). Why vermicomposting? In: Vermicomposting for sustainable agriculture Agrobios (India). Agro House, PP.14-25.
- [25] Ismail, S.H. Joshi, P. Grace, A. (2003). The waste in your dustbin is scarring the environment the technology of composting, Advanced Biotech (II). Vol. 5, PP.30-34.
- [26] Eijsackers, H. van Gestel, C. De Jonge, S. Muijs, B. Slijkerman, D. (2001). Polycyclic aromatic hydrocarbons-polluted dredged peat sediments and earthworms: a mutual interference. Ecotoxicology, Vol.10, PP.35-50.
- [27] Rodriguez-Campos, J. Dendooven, L. Alvarez-Bernal, D. Contreras-Ramos, S. M. (2014). Potential of earthworms to accelerate removal of organic contaminants from soil: A review. Applied Soil Ecology, Vol.79, PP.10-25.
- [3]. Gupta, P.K. (2003). Why vermicomposting? In: Vermicomposting for sustainable agriculture, Agrobios (India), Agro House, Jodhpur, PP.14-25.
- [4]. Vielma-Rondon, R. Ovalles-Duran, J.F. Leon Leal, A. Medina, A. (2003). Nutritional value of earthworm flour (*Eisenia foetida*) as a source of amino acids and its quantitative estimation through reversed phase Chromatography (HPLC) and pre-column derivation with o-phthalaldehyde (OPA), Ars Pharmaceutica, Vol, 44, PP.43-58.
- [5]. Contreras-Ramos, S.M. Alvarez-Bernal, D. Dendooven, L. (2006). *Eisenia fetida* increased removal of polycyclic aromatic hydrocarbons from soil. Environ .Pollut, Vol.141, PP.396-401.
- [6]. Stephenson, J. (1930). The oligochaeta. Oxford University Press, PP.978.
- [7]. Barrett, T. J. (1949). Harnessing the earthworm. Wedgewood Press, London, Boston, Massachusetts.
- [8]. Soto, M.A. Toha, J. (1998): Ecological wastewater treatment; Advanced wastewater treatment, recycling and reuse, AWT 98, Milano, September 14-16.
- [9]. Satchell, J. E. (1983). Earthworm ecology- from Darwin to vermiculture, Chapman and Hall Ltd., London, PP.1-5.
- [10]. Ameh, A. O. Mohammed-Dabo, I. A. Ibrahim, S. Ameh, J. B. Tanimu, Y. Bello, T. K. (2012). Effect of earthworm inoculation on the bioremediation of used engine oil contaminated soil. International Journal of Biological and Chemical Sciences, Vol.6, PP. 493-503.
- [11]. Sun, H. Li, J. Wang, C. Wang, Y. (2011). Enhanced Microbial Removal of Pyrene in Soils in the Presence of Earthworms, International Journal, Vol.20, PP.617-630.
- [12]. Madigan, Michael. Martinko, John. Stahl, David. Clark, David. (2012). Brock biology of microorganisms, Fourteenth edition .
- [13]. Ceccanti, B. Masciandaro, G. Garcia, C. Macci, C. Doni, S. (2006). Soil bioremediation: combination of earthworms and compost for the ecological remediation of a hydrocarbon polluted soil. Water, air, and soil pollution, Vol. 177, PP.383-397.
- [14]. Atlas, RM. (1995). Bioremediation of petroleum pollutants. International Biodeterioration & Biodegradation., Vol.35, No.1, PP. 317-327.
- [15]. Semple, KT. Morris, W.J. Paton, GI. (2003). Bioavailability of hydrophobic organic contaminants in soils: fundamental concepts and techniques for analysis. European Journal of Soil Science, Vol.54, No.4, PP.809-818.
- [16]. Sinha, R.K. Bharambe, G. Ryan, D. (2008). Converting wasteland into wonderland by earthworms – a low-cost nature's technology for soil remediation: a case study of vermiremediation of

- [36] Sinha, R.K. Herat, S., Valanti, D. Chauhan, K. (2015). Earthworms the environmental engineers: Review of Vermiculture Technologies for Environmental Management and Resource Development. *International Journal of Global Environmental Issues*, Vol.22, PP.261–268.
- [37] Ireland, M. P. (1979). Metal accumulation by the earthworms *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena veneta* and *Eiseniella tetraedra* living in heavy metal polluted sites; *Environmental Pollution*, Vol. 19, 201-206.
- [38] Brown, G. B. Doube B.M. (2004). On earthworms assisted bioremediation., *Earthworm Ecology*(2ndEd.), CRC Press, PP.213-239.
- [39]. Asgharnia, Hosseinali. Jonidi-Jafari, Ahmad. Rezaei-Kalantary, Roshanak. Nasser, Simin. Mahvi, Amirhossein. Esrafil, Ali. (2014). Influence of bioaugmentation on biodegradation of phenanthrene-contaminated soil by earthworm in lab scale; *Journal of Environmental Health Science & Engineering*.vol.12, P.150-153.
- [40]. Ramadass, K. Megharaj, M. Venkatesvarlu, K. Naidu, R. (2015). Ecological implications of motor oil pollution: Earthworm survival and soil health. *Soil Biology & Biochemistry*, Vol.85, PP.72-81.
- [41]. Jafari-Farjam, S. Nazila. Zarabi, Mahdi. Hatamian-zarmi, Ashrafalsadat. Mohebbali, Ghasem. (2016). Potential of earthworms (*Eisenia fetida*) to biological remediation of the gas oil contaminated soil. The 17th International and Iranian Congress of Microbiology.23-25 august 2016. Tehran, Iran.
- [42]. Hartenstein, R. Neuhauser, E. F. Collier, J. (1980). Accumulation of heavy metals in the earthworm *Eisenia fetida*. *Journal of Environmental Quality*, Vol. 9, PP.23-26.
- [43]. Contreras-Ramos, Silvia M. Alvarez-Bernal, Dioselina. Dendooven, Luc. (2006). *Eisenia fetida* increased removal of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from soil. *Environmental Pollution*, Vol.141, PP.396–401.
- [44]. Esteve-Núñez, A. Caballero, A. Ramos, J.L. (2001). Biological Degradation of 2,4,6-Trinitrotoluene. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, Vol.65, PP. 335–352.
- [28] احمدی الموتی، زهرا. ضرابی، مهدی. موثقی، شادی. (1390). استفاده از فناوری نوین بستر آماده کشت غنی شده بیوارگانیک در پرورش گوجه فرنگی گلخانه‌ای. اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی.
- [29] ضرابی، مهدی، 1392. ثبت اختراع القاکننده مقاومت علیه حشرات مکنده *Organol*. به شماره ۸۰۱۹۰، سازمان ثبت اسناد و املاک کشور، اداره ثبت اختراعات، ۱۴۹۶۹.
- [30] Sedaghat, Roshanak. Samih, Mohammad Amin. Zohdi, Hadi. Zarabi, Mehdi. (2017). Vermicomposts of Different Origins Protect Tomato Plants Against the Sweetpotato Whitefly. *Journal of Economic Entomology*.Vol.111, PP.146-153.
- [31] Sinha, Rajiv K. Chan, Andrew. (2009). Study of emission of greenhouse gases by Brisbane households practicing different methods of composting of food & garden wastes: aerobic, anaerobic and vermicomposting. NRMA – Griffith. University Project Report.
- [32] Sinha, R.K. Herat, S. Bharambe, G. Patil, S. Bapat, P.D. Chauhan, K. Valani, D. (2009). Vermiculture biotechnology: the emerging cost-effective and sustainable technology of the 21st century for multiple uses from waste & land management to safe & sustained food production, *Environmental Research Journal*, Vol. 3, PP. 41-110.
- [33] Lotzof, M. (2000). Vermiculture: An Australian technology success story; *Waste Management Magazine*, Australia, February 2000.
- [34] Sinha, R.K. Herat, S. Bapat, P.D. Desai, C. Panchi, A. Patil, S. (2005). Domestic waste the problem that piles up for the society: vermiculture the solution; *Proceedings of International Conference on 'Waste-The Social Context*; May 11-14, 2005, Edmonton, Alberta, Canada; PP. 55-62.
- [35] Garacal, D.G. Mapara, J.V. Prabhune, M. (2015). Domestic waste water treatment by bio-filtration. *International Journal of Science, Environment*, PP.383–411.

اهمیت اثر رایحه یا بو در سلامت انسان

زهره سراج؛ عارفه سیدعربی^{۱*}

چکیده

رایحه یا بو از دسته‌ای از مولکول‌ها که دارای اندازه کوچک و فشار بخار بالا هستند ایجاد می‌شوند و ما از طریق حس بویایی می‌توانیم آنها را شناسایی کنیم. به جهت شناختی، مولکول‌های بو می‌توانند بوی مطبوع که مورد لذت و باعث خوشایندی ما می‌شوند را ایجاد کنند که چه در منابع غذایی، عطر گل‌ها و گیاهان در طبیعت و همچنین در عطرها و لوازم آرایشی و بهداشتی که ما روزانه با هر یک از آنها مواجهیم، ممکن است وجود داشته باشند. بوی نامطبوع، حس ناخوشایند و اثرات نامطلوبی را در ما ایجاد می‌نمایند. برخی از گزارش‌ها این طور فرض کرده‌اند که حس بویایی در بیماران مبتلا به آلزایمر کاهش می‌یابد و رشد دوباره اعصاب از طریق بو امکان‌پذیر است. با وجود شواهدی از اثرات شناختی بو بر روی انسان‌ها، تا به امروز بشر کمتر تحقیقات آزمایشگاهی پیرامون اثرات مولکولی بو روی پروتئین‌ها انجام داده است. اخیراً در تحقیقات گروه ما، این موضوع مورد بررسی قرار گرفته که نتایج نشان دهنده اثرات قابل توجه بوی ترکیبات مختلف روی ساختار و عملکرد پروتئین می‌باشد. نتایج اولیه حاصل از این تحقیقات بر اهمیت اثر بو روی پروتئین‌ها در ایجاد سلامت و بیماری در انسان تأکید داشته و همچنین زمینه تحقیقات جدیدی را ایجاد می‌نماید.

واژگان کلیدی: رایحه یا بو، رایحه‌درمانی، پروتئین، سلامت، تعدیل بیماری

*عهده‌دار مکاتبات، استادیار دانشگاه تهران، تلفن: ۰۰۹۸۲۱۶۶۹۵۶۹۷۴، پست الکترونیکی: a.seyedarabi@ut.ac.ir

^۱ مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران

مقدمه

می‌فرستد، سپس تنظیم سیستم عصبی خودکار و تنظیم ترشحی داخل بینی و هدایت یکسری از واکنش‌های حیاتی در هیپوکمپ یا اجسام آمیگلوئیدی، مثل ترشحات انتقال‌دهنده‌های عصبی را انجام می‌دهد. این پروسه به طور عمیقی به عملکرد شناختی وابسته است [۲].

تفاوت ترکیبات آروماتیک (حلقوی) و رایحه‌دار

در شیمی آلی ترکیبات آروماتیک^{۱۳} آنهایی هستند که دارای یک حلقه مسطح یا مولکول حلقوی باشند و به لحاظ ساختاری بیشتر شبیه به بنزن^{۱۴} می‌باشند. بنابراین کلمه آروماتیک اشاره به طبقه خاصی از ترکیبات آلی در شیمی است، نه لزوماً ترکیبی که ایجاد بو نماید. اما از لحاظ فنی، ترکیبات رایحه‌دار شامل ترکیبات فرار با وزن مولکولی کوچک هستند که می‌توانند به گیرنده‌های بویایی اتصال یابند. به عنوان مثال، سولفید هیدروژن یک ترکیب غیرمعدنی است که دارای بوی نامطبوع تخم‌مرغ است؛ گاز کلر دارای بوی تند بوده؛ آمونیاک یکی دیگر از مواد دارای بو است.

ترکیبات آلی دارای رایحه به چندین طبقه شامل استرها^{۱۵} (مثل فروکتون^{۱۶} در سیب)، ترپن‌ها^{۱۷} (مثل سیترال^{۱۸} در لیمو)، آمین‌ها^{۱۹} (مثل پوترسین^{۲۰} در گوشت پوسیده)، ترکیبات آروماتیک (مثل وانیلین^{۲۱} در وانیل)، آلدهیدها^{۲۲} (مثل سینمالدها^{۲۳} در دارچین)، الکل‌ها (مثل فیل اتیل الکل در گل رز)، تیول‌ها^{۲۴} (آلیل تیول^{۲۵} در سیر)، کتون‌ها^{۲۶} (۶-استیل-۳ و ۴ و ۵ تتراهیدروپیریدین^{۲۷} در نان تازه) و لاکتون‌ها^{۲۸} (مثل گاما-دکالاکتون^{۲۹} در هلو) تقسیم می‌شوند.

طبق گزارش "The Smell Report"^{۳۰} که توسط یک مرکز تحقیقاتی غیرانتفاعی در انگلستان منتشر شده است، انسان حدود ۵ تا ۶ میلیون گیرنده بویایی دارد، درحالی‌که این عدد به ۲۲۰ میلیون در سگ و ۱۰۰ میلیون در خرگوش می‌رسد. حس بویایی در انسان به عنوان نخستین حس از حواس پنج‌گانه است که در اصل برای جستجوی غذا و تشخیص خطر استفاده می‌شده است؛ در حالی‌که امروزه ما از بویایی کمتر به عنوان نخستین حس استفاده می‌کنیم. البته گاهی اوقات برای تشخیص خطر از آن بهره می‌جوییم، اما در درجه اول استفاده از این حس برای حفظ احساس راحتی است (وبگاه^{۳۱}).

رایحه یا بو

رایحه یا بو، یک ترکیب شیمیایی فرار است که انسان و حیوانات دیگر از طریق حس بویایی آن را درک می‌کنند. مولکول بو می‌تواند از یک ماده خوش‌بو یا بد بو ایجاد شود. بو شامل ترکیبات کوچک می‌باشد و وزن مولکولی آنها کمتر از ۳۰۰ دالتون است و به علت فشار بخار بالا^{۳۲}، در هوا پخش می‌شوند (وبگاه^{۳۳}) [۱].

عملکرد رایحه با بو کشیدن یک مولکول آغاز می‌شود. این مولکول با گیرنده خاص هر یک از بوها و عطرهای ویژه ترکیب می‌گردد؛ سپس از امتداد حفره بینی حرکت و عبور کرده و به بافت پوششی بویایی^{۳۴} می‌چسبد. محرک از طریق سیستم اعصاب بویایی که در بافت پوششی بویایی متمرکز هستند به هیپوکمپ^{۳۵} یا به سیستم لیمبیک مرکزی^{۳۶} و اجسام آمیگلوئیدی^{۳۷} انتقال می‌یابد. بو شناسایی می‌گردد، سیستم لیمبیک مرکزی محرک اطلاعات را به هیپوتالاموس^{۳۸} مغز

¹³ High vapour pressure

² Olfactory epithelium

³ Hippocampus

⁴ Cerebral limbic system

⁵ Amygdaloid body

⁶ Hypothalamus

⁷ Aromatic

⁸ Benzene

⁹ Ester

¹⁰ Fructose

¹¹ Terpene

¹² Citral

¹³ Amines

¹⁴ Putrescine

¹⁵ Vanillin

¹⁶ Aldehyde

¹⁷ Cinnamaldehyde

¹⁸ Thiols

¹⁹ Allyl thiol

²⁰ Ketone

²¹ 6-acetyl-2,3,4,5 tetrahydropyridine

²² Lactone

²³ γ Decalactone

انواع رایحه یا بو

۱- بوی مطبوع:

اثرات بوی خوش در زندگی افراد در شاخه‌ای از درمان‌های مکمل تحت عنوان آروماتراپی^۱ یا رایحه‌درمانی مورد استفاده قرار گرفته است.

رایحه‌درمانی

در دهه اخیر درمان‌های مکمل و جایگزین مانند ماساژ، رایحه‌درمانی، طب سوزنی و داروهای گیاهی، بیش از گذشته و به طور گسترده‌ای برای رفع یک سری از مشکلات مربوط به سلامت از جمله در مراقبت از افراد مبتلا به زوال عقل^۲ مورد استفاده قرار گرفته است [۳]. رایحه‌درمانی بخشی از درمان‌های زیرمجموعه فیتوتراپی^۳ (استفاده از گل یا بخشی از گیاه برای اهداف درمانی) است و شامل استفاده از اسانس گیاهان عطری (مثل نعناع، مرزنگوش، رز، اسطوخودوس، رزماری و غیره) برای کمک به تسکین مشکلات مرتبط با سلامت و به طور کلی بهبود کیفیت زندگی می‌باشد. ادعا شده است که خواص درمانی رایحه‌درمانی شامل ارتقا آرامش و خواب، تسکین درد و کاهش علائم افسردگی است [۳]. از این رو، رایحه‌درمانی، به منظور کاهش اختلالات رفتاری [۴-۶]، بهبود کیفیت خواب [۷] و تحریک رفتارهای انگیزشی [۸] در افراد مبتلا به زوال عقل مورد استفاده قرار گرفته است. در مطالعاتی که در گذشته در ارتباط با رایحه‌درمانی صورت گرفته است، نشان داده شده که این درمان به جهت فیزیکی ایمنی بیشتری دارد، همچنین انجام آن نسبت به دیگر روش‌ها (ماساژ و حمام) آسان‌تر است و چون از عطر خالص استفاده می‌شود، فرد انجام‌دهنده هیچ محدودیتی در آن ندارد [۲]. روش‌های مختلفی برای ارائه رایحه مورد استفاده قرار می‌گیرد مثل پخش‌کننده‌ها، حمام، ماساژ و کمپرس. مطالعات مختلفی گزارش کرده‌اند که رایحه‌درمانی برای کاهش درد بیماران با انواع مختلفی از بیماری‌ها از جمله درد پس از عمل، فیبرومیالژی^۶ (یک سندرم درد اسکلتی-عضلانی مزمن است که با درد در سطح گسترده،

نقاط حساس، خستگی و اختلال خواب مشخص می‌شود) و قاعدگی دردناک مؤثر است [۹-۱۳]؛ با این حال اثرات رایحه‌درمانی هنوز با مطالعات بالینی به‌خوبی حمایت نشده است. بیشترین شواهد از اثرات رایحه‌درمانی در کتاب‌هایی در این رابطه به چاپ رسیده است و نه در مجلات تخصصی [۱۴]. اگرچه برخی از گزارشات این طور فرض کرده‌اند که حس بویایی در بیماران مبتلا به آلزایمر^۷ کاهش می‌یابد اما قابل‌ذکر است که رشد دوباره اعصاب از طریق بو امکان‌پذیر است [۱۵]. همچنین این طور فرض شده است که عملکرد شناختی بیماران می‌تواند به‌وسیله تحریک حس بویایی پیشرفت نماید [۲].

در مطالعه‌ای که توسط Moss و همکارانش صورت گرفت، شرکت‌کنندگانی در معرض انواع رایحه قرار گرفتند و نتایج نشان داد که اسطوخودوس^۸ و رزماری^۹ اثرات متقابلی روی توانایی شناختی و خلق‌وخوی افراد جوان داشتند. تفاوت‌ها در نتایج آزمایش (مطالعات داروشناختی)^{۱۰} برای بوی اسطوخودوس در قیاس با رزماری دیده شد. از طرفی افزایش چشمگیر در فاکتور حافظه ثانویه در گروه تحت اثر بوی رزماری در مقایسه با گروه اسطوخودوس و گروه کنترل دیده شد [۱۶]. در مطالعه‌ای دیگر از چهار عصاره مختلف لیمو، رزماری، اسطوخودوس و پرتغال استفاده شد. افراد به مدت ۲۸ روز صبح‌ها تحت استنشاق مخلوط اسانس لیمو و رزماری و عصرها تحت استنشاق اسانس اسطوخودوس و پرتغال قرار گرفتند. چرخش اسانس‌ها به منظور همزمان‌سازی سیستم عصبی خودکار با ریتم شبانه‌روزی صورت گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که رایحه‌درمانی به‌عنوان یک درمان غیردارویی روی زوال عقل بسیار مؤثر بوده و دارای پتانسیل پیشرفت عملکرد شناختی به‌خصوص در بیماران آلزایمر است [۲].

¹ Aromatherapy

² Dementia

³ Phytotherapy

⁴ Diffuser

⁵ Bath

⁶ Fibromyalgia

⁷ Alzheimer's disease

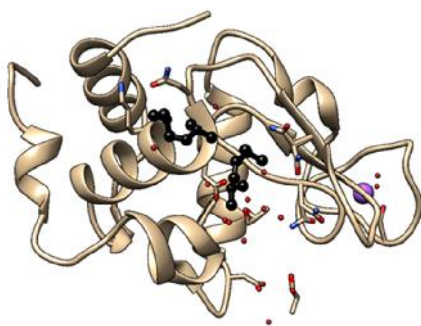
⁸ Lavender

⁹ Rosemary

¹⁰ Cognitive drug research

۲- بوی نامطبوع یا رایحه مرگ

پروتئین مدل در پروسه فیبریل شدن در «آزمایشگاه علوم ساختاری و عملکردی پروتئین‌ها در مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران» مورد بررسی قرار دادیم که نتایج اولیه آن مقاله‌ای در مجله بین‌المللی انتشار یافت [۱۹]. نتایج اولیه نشان دهنده اثرگذاری بوی ترکیبات بر روی ساختار و عملکرد ماکرومولکول‌ها بوده و بررسی‌ها برای یافتن محل اتصال آنها به ساختار پروتئین شروع شده و همچنان ادامه دارد (شکل ۱). اثرات بو بر روی پپتید AB نیز مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱: نمونه‌ای از محل اتصال بوی ترکیبات به ساختار پروتئین لیروزیم.

بحث و نتیجه‌گیری

همه‌روزه ما انسان‌ها در نقاط مختلف دنیا در معرض بسیاری از بوهای مطبوع و نامطبوع قرار داریم که احساس خوشبایند یا ناخوشایندی را در ما ایجاد می‌نمایند. برخی از این بوها در ما حس آرامش را القا می‌نمایند و برخی از آنها باعث ایجاد حس انزجار می‌شوند. تاکنون اغلب بررسی‌ها، معطوف به مباحث شناختی و اثرات این بوها در رفتار و روان انسان شده و کمتر مطالعه‌ای روی اثرات این بوها روی ساختار ماکرومولکول‌ها صورت پذیرفته است.

با توجه به اهمیت روز افزون مبحث بو و انواع آلودگی‌ها در هوای اطراف انسان، برای اولین بار در این آزمایشگاه تلاش شده است تا اثرات برخی از بوهای مطبوع و نامطبوع روی ساختار پروتئین‌ها مورد بررسی واقع شود. نتایج به طور جالب‌توجهی نشان دهنده اثرگذاری این بوها به‌عنوان ترکیبات شیمیایی فرار بر روی ساختار و عملکرد پروتئین لیروزیم بوده

هنگامی که حیوانات می‌میرند بوی ناخوشایندی از آنها ایجاد می‌شود که ناشی از پوترسین می‌باشد، یک پلی‌آمین که از شکسته شدن اسیدهای چرب و یا دکربوکسیله شدن^۱ آمینواسیدها در بافت‌ها و اندام‌های مرده ایجاد می‌شود. مطالعات روی حیوانات نشان می‌دهد که پوترسین می‌تواند به‌عنوان یک پیام شیمیایی قوی عمل کند که قادر است موجودی که در معرض آن بو قرار گرفته را مجاب کند تا از آن محیط اجتناب کرده یا آن را ترک سازد.

این احساس ناخوشایند از بوی بد و ایجاد حالت تدافعی نسبت به آن در انسان هم وجود دارد [۱۷]. ابوعلی سینا در کتاب قانون بخش سوم، در قسمت بیماری‌های سر و مغز، نوشته است که در سال ۱۲۹ پس از میلاد، جالینوس (یک طبیب یونانی)، اثرات نامطلوب بوی بد را از یک واقعه این طور توصیف کرده است:

وقتی جنگ و کشتار در سرزمین حبشه روی داد و لاشه‌ها گندیده بودند، مردم از بوی بد لاشه‌ها به بیماری فراموشی گرفتار شدند. بسیاری از این بیماران نام خود یا نام پدر خود را فراموش می‌کردند [۱۸].

بررسی‌های علمی

تا به امروز تنها مطالعاتی روی اثرات رایحه ترکیبات بر روی سلامت و زندگی افراد در رایحه‌درمانی و به‌کارگیری اثرات رایحه خوش در زندگی انسان بوده است؛ اما با وجود تمامی شواهد مبنی بر اثرگذاری رایحه‌درمانی در کنترل سیستم اعصاب مرکزی و اثرگذاری روی پیشرفت عملکرد شناختی مغز هنوز اثرات رایحه و رایحه‌درمانی در فاز مولکولی مورد بررسی قرار نگرفته است. درحالی‌که این سؤال وجود خواهد داشت که آیا رایحه این ترکیبات (مطبوع یا نامطبوع) قادرند اثراتی روی ساختار و عملکرد ماکرومولکول‌ها ایجاد نمایند؟

بنابراین برای پاسخ دادن به این سؤال، ما برای اولین بار بررسی اثرات بو از یک سری ترکیبات را بر روی ساختار و عملکرد یک ماکرومولکول، پروتئین لیروزیم، به‌عنوان یک پروتئین شناخته شده (هم از لحاظ ساختار و عملکرد) و نیز به‌عنوان

¹ Decarboxylation

randomized placebo-controlled clinical trial. *Journal of Alternative & Complementary Medicine*, Vol. 12, No. 6, PP. 535-541.

[10]. Kim, JT. Ren, CJ. Fielding, GA. Pitti, A. Kasumi, T. Wajda, M. Lebovits, A. Bekker, A. (2007). Treatment with lavender aromatherapy in the post-anesthesia care unit reduces opioid requirements of morbidly obese patients undergoing laparoscopic adjustable gastric banding. *Obesity surgery*, Vol. 17, No. 7, PP. 920-925.

[11]. Kim, JT. Wajda, M. Cuff, G. Serota, D. Schlame, M. Axelrod, DM. Guth, AA. Bekker, AY. (2006). Evaluation of aromatherapy in treating postoperative pain: pilot study. *Pain Practice*, Vol. 6, No. 4, PP. 273-277.

[12]. Ko, GD. Hum, A. Traitses, G. Berbrayer, D. (2007). Effects of topical O24 essential oils on patients with fibromyalgia syndrome: a randomized, placebo controlled pilot study. *Journal of Musculoskeletal Pain*, Vol. 15, No. 1, PP. 11-19.

[13]. Vakilian, K. Atarha, M. Bekhradi, R. Chaman, R. (2011). Healing advantages of lavender essential oil during episiotomy recovery: a clinical trial. *Complementary therapies in clinical practice*, Vol. 17, No. 1, PP. 50- 53.

[14]. Lee, MS. Choi, J. Posadzki, P. Ernst, E. (2012). Aromatherapy for health care: an overview of systematic reviews. *Maturitas*, Vol. 71, No. 3, PP. 257-260.

[15]. Eriksson, PS. Perfilieva, E. Björk-Eriksson, T. Alborn, A-M. Nordborg, C. Peterson, DA. Gage, FH. (1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature medicine*, Vol. 4, No. 11, PP. 1313-1317.

[16]. Shimmyo, Y. Kihara, T. Akaike, A. Niidome, T. Sugimoto, H. (2008). Flavonols and flavones as BACE-1 inhibitors: structure-activity relationship in cell-free, cell-based and in silico studies reveal novel pharmacophore features. *Biochimica et biophysica acta*, Vol. 1780, No. 5, PP. 819-825.

[17]. Wisman, A. Shrira, I. (2015). The smell of death: evidence that putrescine elicits threat management mechanisms. *Frontiers in Psychology*, Vol.6, PP. 1274.

[18]. Avicenna. (1025). *The Canon of Medicine*, Volume 3, section on diseases related to the head and brain.

[19]. Seraj, Z. Seyedarabi, A. Saboury, AA. Habibi-Rezaei, M. Ahmadian, S. Ghasemi, A. (2018). Unraveling the novel effects of aroma from small molecules in preventing hen egg white lysozyme amyloid fibril formation. *PloS one*, Vol. 13, No. 1.

است. تحقیقات بر روی اثرات این بو ها، روی انواعی از پروتئین های مؤثر در بیماری های مختلف، به خصوص بیماری های مغزی شروع شده و ادامه خواهد داشت. این تحقیقات اولیه بر اهمیت اثر بو در ایجاد سلامت و بیماری در انسان تأکید کرده و همچنین افق جدیدی برای تحقیقات مولکولی بیشتر در این زمینه را ایجاد نموده است.

وبگاه های بازدید شده در این مقاله

1-<https://www.thoughtco.com/aroma-compounds>

2-<https://www.thoughtco.com/aroma-compounds>

3-<https://www.thoughtco.com/aroma-compounds>

منابع و مؤخذ

[۱]. سفیدبخت، ی. (۱۳۹۴). نیمه تاریک عطرها و رایحه های مصنوعی، نشاء علم، نسخه ۶، ۸۱-۸۶.

[2]. Jimbo, D. Kimura, Y. Taniguchi, M. Inoue, M. Urakami, K. (2009). Effect of aromatherapy on patients with Alzheimer's disease. *Psychogeriatrics: the official journal of the Japanese Psychogeriatric Society*, Vol. 9, No.4, PP. 173-179

[3]. Forrester, LT. Maayan, N. Orrell, M. Spector, AE. Buchan, LD. Soares-Weiser, K. (2014). Aromatherapy for dementia. *Cochrane Database Syst Rev*, Vol. 2, No. CD003150.

[4]. Brooker, DJ. Snape, M. Johnson, E. Ward D, Payne M. (1997). Single case evaluation of the effects of aromatherapy and massage on disturbed behaviour in severe dementia. *British Journal of Clinical Psychology*, Vol. 36, No. 2, PP. 287-296.

[5]. Lin, PWk. Chan, Wc. Ng, Bfl. Lam, LCw. (2007). Efficacy of aromatherapy (*Lavandula angustifolia*) as an intervention for agitated behaviours in Chinese older persons with dementia: a cross-over randomized trial. *International journal of geriatric psychiatry*, Vol. 22, No. 5, PP. 405-410.

[6]. Nguyen, Qa. Paton, C. (2008). The use of aromatherapy to treat behavioural problems in dementia. *International journal of geriatric psychiatry*, Vol. 23, No. 4, PP. 337-346.

[7]. Wolfe, N. Herzberg, J. (1996). Can Aromatherapy Oils Promote Sleep in Severely Demented Patients?. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, Vol.11, No. 10, PP. 926-927.

[8]. MacMahon, S. Kermode, S. (1998). A clinical trial of the effect of aromatherapy on motivational behaviour in a dementia care setting using a single subject design. *The Australian journal of holistic nursing*, Vol. 5, No. 2, PP. 47-49.

[9]. Han, S-H. Hur, M-H. Buckle, J. Choi, J. Lee, MS. (2006). Effect of aromatherapy on symptoms of dysmenorrhea in college students: A

اهمیت گردشگری سلامت با تأکید بر گردشگری پزشکی

مهدی ابراهیمی*؛ سید امیرحسین طیبی ابوالحسنی^۱

چکیده

گسترش صنعت گردشگری علاوه بر نقش و تأثیر آن در ابراز هویت ملی، موجب ارتقای ابعاد وسیع اقتصادی از جمله ایجاد فرصت‌های شغلی، درآمدزایی، کاهش فقر و گسترش عدالت اجتماعی و رفاه در جامعه می‌شود. در میان حوزه‌های مختلف گردشگری، گردشگری سلامت و زیرشاخه‌های آن به دلیل قابلیت و مزیت‌های رقابتی از توجه زیادی برخوردار شده است. در این پژوهش تلاش شده است با توجه به اهمیت شاخه گردشگری پزشکی از مجموعه گردشگری سلامت، به کمک منابع کتابخانه‌ای و تحلیل نظرات خبرگان، ماهیت این نوع گردشگری مورد توجه قرار گرفته و وضعیت آن در ایران به اختصار معرفی گردد. در این راستا، عظمت پزشکی ایران قدیم و خدمات ارزنده آن به جهانیان مطرح شده و پزشکی معاصر نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که اگرچه پزشکی معاصر ایران نیز شایسته تقدیر هست، اما باید در راستای ارتقای روزافزون آن همت بیشتری گمارد. به‌طور کلی وجود پزشکان متبحر و با تجربه، سابقه علم پزشکی، وجود زیرساخت‌های درمانی و نظارتی، وجود بیمارستان‌ها و کلینیک‌های استاندارد، تجهیزات پزشکی کامل و به‌روز، خدمات اسکان مناسب همچون هتل بیمارستان‌ها، خدمات پرستاری شایسته و همچنین وجود قوانین و نظارت‌های پزشکی جزء زیرساخت‌های مهم درمانی یک کشور به شمار می‌روند، تا آن کشور بتواند در مرحله بعدی با ادغام خدمات اقامتی و گردشگری، اقدام به فعالیت مناسب در زمینه گردشگری پزشکی نماید.

واژگان کلیدی: گردشگری سلامت، گردشگری پزشکی، هتل بیمارستان، خدمات پرستاری، تجهیزات پزشکی

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن: ۰۹۱۲۴۰۸۲۰۵۰، پست الکترونیکی: M.ebrahimi@atu.ac.ir

^۱ مدیریت بازرگانی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

مقدمه

شاخه‌های تخصصی نظیر گردشگری فرهنگی، گردشگری ورزشی، گردشگری مذهبی، گردشگری سلامت و ... تقسیم شده است. آنچه که مبنای این تقسیم‌بندی قرار می‌گیرد «نیت یا قصد اصلی» گردشگر از گردشگری است. در جدول ۱، انواع گردشگری و تعریف هر یک به صورت مختصر ارائه شده است [۲].

گردشگری پس از صنعت نفت و خودروسازی، سومین صنعت بزرگ جهان به شمار می‌رود. این صنعت تأثیر بسزایی در درآمدهای ارزی کشورها دارد و به‌طور حتم در آینده‌ای نزدیک به صنعت اول جهان تبدیل خواهد شد [۱]. با گذر زمان و پیشرفت این صنعت، گردشگری از حالت عام خارج شده و به

جدول ۱: انواع گردشگری

ردیف	انواع گردشگری	تعریف
۱	گردشگری هنری	گردشگری هنری در نتیجه علاقه گردشگران به هنرهای نمایشی و دیداری مانند موسیقی و جشنواره‌های هنری به وجود می‌آید.
۲	کوله به دوشی	کوله به دوشی، مسافرتی مستقل است که به صورت فردی یا در گروه‌های کوچک انجام می‌شود. این سفر انعطاف‌پذیر است و با هزینه کم و بار سبک انجام می‌شود.
۳	گردشگری تجاری	گردشگری تجاری، مسافرت یا اقامت افرادی است که به دلایل شغلی و حرفه‌ای سفر می‌کنند. این نوع گردشگری شامل ملاقات‌ها، سمینارها، همایش‌ها، نمایشگاه‌ها، نمایش‌های تجاری و ضیافت‌های شرکتی است.
۴	گردشگری فرهنگی	سازمان جهانی گردشگری ^۱ گردشگری فرهنگی را چنین تعریف می‌کند: «حرکت انسان‌ها با انگیزه صرفه فرهنگی مانند تورهای تحصیلی، یادگیری هنر، مسافرت برای جشنواره‌ها و سایر رویدادهای فرهنگی، بازدید از بناها، سفر با ماهیت تحصیلی، فولکلور یا هنر و زیارت». این نوع گردشگری شامل زیر بخش‌هایی مثل گردشگری میراث، گردشگری هنری و گردشگری بومی است.
۵	گردشگری سیاه	بازدید گردشگران از جایگاه‌های مرتبط با مرگ، فاجعه، جنگ، نسل‌کشی و رنج و محنت بشری است. یادمان از دنیارفته‌گان، مکان‌های دفن می‌باشد.
۶	اکو توریسم	فعالیتی است که در مناطق طبیعی بکر انجام می‌شود که هدف آن حفظ محیط‌زیست، بهبود زندگی جوامع محلی و آموزش بازدیدکنندگان است.
۷	گردشگری اخلاقی	گردشگری اخلاقی به این هدف توسعه یافت که صنعت گردشگری و گردشگران، تأثیرات اخلاقی اعمالشان را مدنظر قرار دهند و از شرکت در فعالیت‌های مغایر با اخلاق در مقصدهای گردشگری اجتناب ورزند.
۸	گردشگری الکترونیک	به کاربرد فناوری‌های نوین در گردشگری اشاره دارد از قبیل رزرو کردن بسته‌های تعطیلاتی، پروازها، هتل‌ها و فراهم کردن اطلاعات گردشگری.
۹	جشنواره‌ها و گردشگری رویدادها	جشنواره‌ها و گردشگری رویدادها، شرکت در جشن‌های فرهنگی کهن و معاصر است. مضمون برخی از این جشن‌ها عبارتند از موسیقی، آشپزی، هنر و ورزش. می‌توان این رویدادها را تنها برای یکبار برگزار کرد و یا هر سال در زمان مشخصی تکرار کرد. مدت زمان برگزاری آن نیز می‌تواند از یک تا چند روز متفاوت باشد.
۱۰	گردشگری فیلم و تلویزیون	در گردشگری فیلم و تلویزیون، افراد از مکان‌هایی بازدید می‌کنند که در تلویزیون یا سینما مشاهده کرده‌اند. به علاوه این شکل از گردشگری شامل بازدید از مکان‌هایی می‌شود که با شخصیت‌ها یا مشاهیر سینما و تلویزیون در ارتباط هستند.

¹ World Tourism Organization (WTO)

۱۱	گردشگری خوراکی	گردشگری خوراک، بازدید از مقصدهایی است که انگیزه اولیه سفر به آن مقصدها علاقه به آشپزی یک قوم، ملت یا منطقه است و می‌تواند شامل خوردن و آشامیدن، یادگیری در مورد فرآیندهای تولید محصولات غذایی، خرید خوراک و نوشیدنی، و یا شرکت در دوره‌های آموزش آشپزی است.
۱۲	گردشگری سلامت	بر فعالیت‌ها و اعمالی متمرکز است که به سلامت فیزیکی، ذهنی، روانی، عاطفی فرد کمک می‌کند.
۱۳	گردشگری میراث	تمرکز گردشگری میراث بر جاذبه‌ها، بناها، اشیای تاریخی، اشکال ناملموس فرهنگ مانند سنن و سبک‌های زندگی جوامع است.
۱۴	گردشگری بومی	گردشگری بومی دیدن مردم بومی مانند گروه‌های قبیله‌ای، اقلیت‌های قومی در سکونت‌گاه‌های طبیعی‌شان است.
۱۵	گردشگری ادبی	فعالیتی گردشگری است که در نتیجه علاقه به یک نویسنده، اثر یا فضای ادبی، و یا میراث ادبی یک مقصد به وجود می‌آید.
۱۶	گردشگری افراد بالغ	گردشگری افراد بالغ (مسن) یا عصر سوم به گردشگران نسل زیادزایی در کشورهای توسعه یافته اشاره دارد که بالای ۵۵ سال دارند و هر روز بر تعداد آنهایی که مسافرت می‌کنند، افزوده می‌شود.
۱۷	گردشگری مذهبی	مبنای گردشگری مذهبی بر پایه بازدید از بناهای یادبود یا مقصدهای مذهبی است. هدف اولیه آن، تقویت یک عقیده یا اظهار همراهی با آن است.
۱۸	گردشگری معنوی	هدف گردشگری معنوی، کاوش عناصری از زندگی است که در ورای خویشتن قرار دارند و به تعادل جسم و ذهن و روح او کمک می‌کنند.
۱۹	گردشگری روستایی	به توصیف اشکالی از گردشگری می‌پردازد که در نواحی روستایی صورت می‌پذیرند. در این نوع گردشگری، فرهنگ محلی، سنن، صنایع دستی، فعالیت‌ها و تجارب در یک محیط بکر روستایی نمایش داده می‌شوند. جامعه محلی، نقش مهمی در فراهم آوردن محصول گردشگری روستایی ایفا می‌کند.
۲۰	گردشگری ورزشی	نوعی فعالیت و یا خاطره با ورزش و ورزشکاران می‌باشد.
۲۱	گردشگری شهری	گردشگری شهری، بازدید از شهرها است و هدف آن بازدید از مکان‌های دیدنی، خرید کردن، انجام کسب‌وکار، یا لذت بردن از سرگرمی‌ها است.
۲۲	گردشگری ساحلی	نوعی از گردشگری بر مبنای منابع منحصربه‌فردی در ترکیب زمین و دریا و با ارائه امکاناتی از قبیل آب، ساحل، مناظر زیبا، تنوع زیستی دریایی، زمین، تنوع فرهنگی تاریخی، میراث فرهنگی، زیرساخت‌ها و غذای سالم است.
۲۳	ژئو توریسم	ژئوتوریسم از علم ژئومورفولوژی، ژئوتکنیک، ژئوفیزیک زمینی، ژئوشیمیایی، اقلیم شناسی بهره برده و کارشناسان علوم زمین و علاقه‌مندان به طبیعت را برای بازدید از جاذبه‌های زمین دعوت می‌کند.
۲۴	طبیعت گردی	یکی از الگوهای گردشگری شکل گرفته در این عصر، گردشگری در طبیعت یا طبیعت گردی می‌باشد. این الگو دربرگیرنده رویکرد گردشگران به محیط طبیعی با انگیزه‌های متفاوتی می‌باشد که گردشگر از سفر به محیط طبیعی یا طبیعت مد نظر دارد. از این رو گستره فضایی این الگو، محیط طبیعی را دربرمی‌گیرد که می‌تواند به‌عنوان مثال ساحل، جنگل، کوه و نظیر این‌ها باشد.
۲۵	گردشگری شجاعت و تهور	گردشگری شجاعت و تهور، طیفی از فعالیت‌های سخت تا نرم را دربرمی‌گیرد که زیرگونه‌های اصلی تشکیل‌دهنده آن فعالیت‌های تهور برانگیز در بستر طبیعت شامل غار نوردی، غواصی، پیاده‌روی سخت، قایق‌رانی در آب‌های خروشان، قایقرانی با کایاک، کوه‌نوردی و صخره‌نوردی، گردش در روستاها و بیرون شهر، اسکی، شکار، موج‌سواری، بالن‌سواری و سفرهای دریایی می‌باشد.

به عبارت دیگر، گسترش صنعت گردشگری علاوه بر نقش و تأثیر آن در ابراز هویت ملی، موجب ارتقای ابعاد وسیع اقتصادی از جمله ایجاد فرصت‌های شغلی، درآمدزایی، کاهش فقر و گسترش عدالت اجتماعی و رفاه در جامعه می‌شود. در میان حوزه‌های مختلف گردشگری، گردشگری سلامت به دلیل قابلیت و مزیت‌های رقابتی از توجه زیادی برخوردار شده است.

گردشگری سلامت

برای توریسم درمانی که گاهی از آن با عنوان توریسم سلامت و یا گردشگری سلامت نام برده می‌شود، تعاریف گوناگونی بیان شده است. سازمان جهانی گردشگری به‌طور خاص، گردشگری سلامت را چنین تعریف می‌کند: «استفاده از خدماتی که به بهبود یا افزایش سلامتی و افزایش روحیه فرد (با استفاده از آب‌های معدنی، آب‌وهوا یا مداخلات پزشکی) منجر می‌شود و در مکانی خارج از محل سکونت فرد - که بیش از ۲۴ ساعت است - به طول می‌انجامد.» مقوله‌ی گردشگری سلامت فراتر از گردشگری درمانی است. آب‌های گرم و معدنی و لجن درمانی همراه با امکانات طبیعی نیز شامل مقوله گردشگری سلامت است. شعار جهانی توریسم سلامت، امکانات و خدمات در حد کشورهای پیشرفته و یا در حد کشورهای در حال توسعه است.

گردشگری سلامت از زمان یونان و روم باستان وجود داشته و سپس به بسیاری از کشورهای اروپایی و نقاط دیگر دنیا توسعه یافته است. از زمان باستان، افراد زیادی به منظور فراغت روحی و درمان به مجاورت رودخانه و آب‌های معدنی می‌رفتند. آب‌های گرم از قدیم‌الایام با آرامش و تجدید قوای جسمی و روحی انسان همراه بوده است. استفاده‌کنندگان از این گونه آب‌ها، قرن‌هاست که در آب‌های گرم آب‌تنی می‌کنند و از آب چشمه‌های معدنی می‌نوشند [۳].

شواهد و آثار فراوانی نیز از اهمیت آب‌های معدنی و گرم نزد ایرانیان وجود دارد. به‌ویژه دسته‌بندی‌های ابوعلی سینا که این مناطق را به آسایشگاه‌های معنوی، چشمه‌های درمانی و آب‌های گرم تقسیم کرده و نحوه استفاده از هر دسته را مورد بررسی قرار داده، نشان از اهمیت علمی این گونه مناطق نزد ایرانیان است. پیش از آن نیز یادگارهای باقیمانده در شهر نیشابور نشان‌دهنده نظام کانال‌کشی سنگی برای انتقال آب چشمه معدنی به نزدیکی معبد آناهیتا است. این وضعیت یادآور موقعیت چشمه قدیمی مرانو در ایتالیا با قدمتی پنج هزار ساله است. چشمه‌های معدنی مناطق مختلف ایران دارای بیش از ۳۰ عنصر معدنی از قبیل منیزیم، پتاسیم، سولفور، کلسیم و ... هستند و برخی از آنها خواص رادیواکتیوینه دارند [۴].

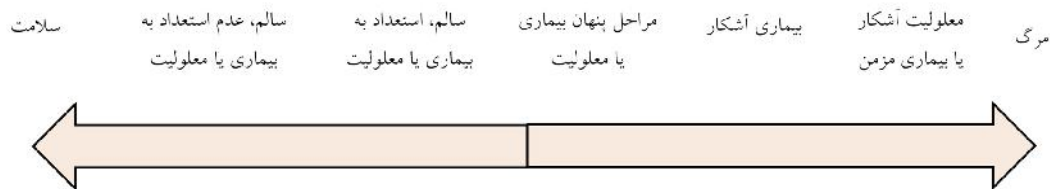
در طول زمان، گردشگری مبتنی بر استفاده از آب‌های معدنی مفهوم و سیعی یافت؛ به‌طوری که استفاده از ویژگی‌های طبیعی مانند هوای سالم نیز جزء گردشگری سلامت محسوب می‌شود. در این رابطه، در تحقیقی طیف سلامت ارائه شده است که در یک طرف طیف، سلامتی و در طرف دیگر مرگ قرار دارد. با گذشت زمان مفهوم گردشگری سلامت از این هم فراتر رفته و شامل مسافرت بیماران به منظور دریافت انواع خدمات پزشکی شد. در شکل ۲، زیرشاخه‌های گردشگری سلامت ارائه شده است.

در این میان، موضوع گردشگری پزشکی نسبت به انواع دیگر گردشگری سلامت، موضوع جدیدتر و تا حدودی مهم‌تر است.

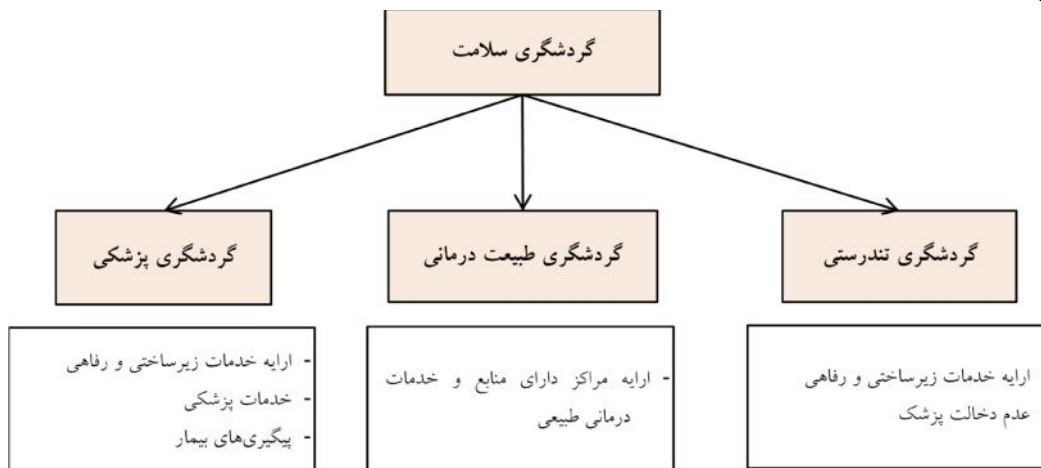
گردشگری پزشکی

به سفر بیماران فراسوی مرزها (اغلب در فاصله‌های زیاد) برای کسب خدمات درمانی (که این خدمات در کشور خودشان از لحاظ هزینه و زمان یا موجود نیست یا به آسانی در دسترس نیست)، گردشگری پزشکی می‌گویند [۷]. گردشگری پزشکی داخلی نیز به سفرهای داخلی بیماران در پی متخصصان بهتر، خدمات ارزان‌تر و با کیفیت بیشتر می‌گویند [۸]. گردشگری پزشکی موضوعی نسبتاً جدید است که این نوع گردشگری با مداخله مستقیم مسائل پزشکی ارتباط دارد و انتظار می‌رود نتایج چنین مسافرت‌هایی اساسی و طولانی‌مدت باشد [۹]. این موضوع برطرف‌کننده نیازهای افرادی هستند که روزبه‌روز بر تعدادشان افزوده می‌شود، این افراد می‌توانند گردشگران و بیماران باشند [۱۰].

گردشگری پزشکی همانند شکل امروزی‌اش در دهه ۱۹۹۰ میلادی متناسب با مواردی از قبیل: افزایش هزینه خدمات درمان و بیمه سلامت در کشورهای توسعه یافته؛ طولانی‌تر شدن فهرست افراد در حال انتظار برای دریافت خدمات پزشکی؛ کاهش هزینه‌های حمل و نقل هوایی؛ دسترسی به اینترنت؛ تقاضا برای جراحی‌های زیبایی؛ مسن شدن نسل اغلب ثروتمندی که بعد از جنگ بر تعدادشان به علت ازدیاد



شکل ۱: طیف سلامت [۵]



شکل ۲: زیرشاخه‌های گردشگری سلامت [۶]

منجر شده است؛ به‌طوری که کشورهای مختلف هرکدام در یک نوع خاص از معالجات مانند خدمات دندانپزشکی، عمل قلب یا عمل زیبایی تخصصی شده‌اند [۱۵]. نتیجه گردشگری پزشکی یک خدمت درمانی است که تفریح نیز بخشی از آن است [۱۶]. هرچند، هماهنگ کردن منابع و خدمات مراقبت پزشکی و بخش‌های گردشگری یک چالش است، از لحاظ راهبردی چنین هماهنگی اغلب در سطح دولتی به اجرا درمی‌آید. به محض این‌که یک فرد تصمیم به داشتن یک روند درمانی می‌گیرد که در یک شهر دیگری اجرا می‌شود، او به هر دو خدمات گردشگری و مراقبت درمانی نیاز دارد. باید جزئیات مقدمات مسافرت تهیه شوند (شامل گرفتن بلیط هواپیما، رزرو هتل و غیره)، باید از در دسترس بودن یک دکتر متخصص اطمینان حاصل کرد و دیگر مقدمات درمانی شامل خدمات بهبودی باید برنامه‌ریزی شوند. تمام این خدمات نیازمند همکاری بین دو بخش دولتی و خصوصی هستند [۱۷]. گردشگری پزشکی عموماً به سه نوع گسترده تقسیم می‌شود: جراحی‌های زیبایی، جراحی‌های دهن و دندان و پزشکی عمومی. جراحی‌های زیبایی یا آرایشی رایج‌ترین شکل از سفر پزشکی تا هنگام بروز گردشگری پزشکی نوین بوده‌اند. سفر

زاد و ولد افزوده شد (نسلی که سطح توقعش از مراقبت پزشکی و نیازهای جدید بیشتر بود)؛ توانایی پرداخت هزینه‌های درمان و داشتن وقت آزاد برای مسافرت و همراهی مراقبت‌های پزشکی با یک روز تعطیل، شکل گرفت [۱۱]. گردشگری پزشکی اغلب به افزایش سطح خدمات پزشکی به عموم گردشگران اطلاق می‌شود [۱۲]. در ایام قدیم افراد فقط در محل سکونت‌شان از خدمات درمانی استفاده می‌کردند، در حالی که در قرن بیست و یکم همه چیز تغییر کرد و گردشگری پزشکی سالانه ۶۰ میلیارد دلار درآمد، و رشد سالانه ۲۰ درصدی را به خود اختصاص داد [۱۰]. نقش گردشگری پزشکی به‌عنوان یکی از اجزای صنعت گردشگری، از طریق هتل‌ها، شرکت‌های هواپیمایی، فعالیت‌های رفاهی - تفریحی و زیرساخت‌های مرتبط با صنعت گردشگری در ارتباط است [۱۳]. با گسترش گردشگری پزشکی این صنعت هرچه بیشتر با شرکت‌های مربوط مانند آنچه به نام سازمان گردشگری پزشکی در آمریکا تأسیس شد و دیگر مؤسسات مثل بیمارستان‌ها، شرکت‌های بیمه و آژانس‌های مسافرتی جدیداً تأسیس، هماهنگی پیدا می‌کند [۱۴]. توسعه این بخش از صنعت گردشگری به پیدایش بازارهای تخصصی جدید

به منظور انجام مراقبت های دندان (مانند پروتزها، زیبایی، کاشت و غیره) و پزشکی عمومی (جایگزینی زانو و مفصل ران، جراحی چشم) موجب ایجاد دیگر انواع سفر پزشکی شده است [۱۸].

در یکی از تقسیم بندی های دیگر گردشگری پزشکی بر اساس میزان هزینه و خطرات ناشی از عمل جراحی به سه بخش درمان های سبک (دندانپزشکی، زیبایی صورت، چشم پزشکی، چکاپ کامل)، درمان های متوسط (پیوند های مو و قرینه، درمان ناباروری، درمان های زیبایی در نواحی مختلف بدن، آنژیوپلاستی) و درمان های سنگین (انواع جراحی های داخلی مانند پیوند اعضا، کاشت حلزون شنوایی، قلب باز، ترمیم ضایعات نخاعی، پیوند مغز استخوان) تقسیم شده است [۱].

در تقسیم بندی دیگری بر اساس علائق مشتریان، تخصص جراحی و طول درمان، این حوزه به چهار بخش جراحی زیبایی، گردشگری آبدرمانی و صحت، گردشگری دندانپزشکی و همچنین گردشگری ناباروری تقسیم شده است [۵].

قابل ذکر است که کشور ایران دارای پیشینه پزشکی هزاران ساله است و همواره پزشکان ایرانی در سطح بین المللی شناخته شده بودند. هر چند بقراط، ظاهراً اولین کسی بود که در تاریخ، طب را به صورت منظم و مدون ارائه کرد و آن را از سحر و جادو جدا ساخته بود، اما می توان گفت طب مزاجی در واقع اساس روش درمانی بقراط و جالینوس بوده است. ضمن اینکه به این مطلب اذعان می کند که «مکتب طبی زرتشت خیلی پیش تر از مکاتب طبی یونان، در عالم وجود داشته است» [۱۹].

هر چند در میان مورخین، در مورد مبدأ طب مزاجی اتفاق نظر وجود ندارد. همچنین شواهد نشان می دهد طب ایران، پایه طب یونانی است و این مطلبی است که با همه تعارض خود نمی تواند به آن اقرار نکند که: «ایرانیان، اصول آن چیزی را که طب یونانی نامیده شده به یونانیان تعلیم داده اند» [۲۰]. در سال ۷۰۰ پیش از میلاد، هیچ گونه اثری از علم و فرهنگ در یونانیان مشهود نبود. با این حال، ۲۰۰ سال پس از آن، یونانیان چنان در علوم و فنون پیشرفت کرده بودند که بقراط توانست رساله هایی در دانش پزشکی به رشته تحریر درآورد و عنوان پدر طب را برای خود کسب کند. خیلی بعید به نظر می رسد که یونانیان در طی این دو قرن، روشی را که اکنون به نام روش بقراط معروف

است، خود به خود پدید آورده باشند. به علاوه در آثار و کلمات بقراط، نشانه های تازگی کاملاً آشکار است و هیچ گونه اثر تحول تدریجی در آن ها دیده نمی شود. حتی خود یونانی ها هم فرضیه طبایع چهارگانه خود را یک فرضیه بیگانه می شناختند و به رسم آن زمان، آن را ایرانی می نامیدند.

ایرانیان همچنین پس از اسلام و تأثیر از تعلیم ارزشمند آن در حوزه دانش اندوزی، توانستند پیشینه علمی خود را توسعه دهند؛ از این رو از همان ابتدا شاهد شکوفایی پزشکی ایرانیان بود. اوج این شکوفایی از اواخر قرن دوم تا اواسط قرن هفتم هجری بوده است. درخشش عملکرد و موفقیت دانشمندان ایران و اسلام در حوزه علوم بخصوص دانش پزشکی در دوران طلایی همچنان بر تارک تاریخ می درخشد و این نبود مگر به سبب ظهور نوایغ فرزانه ای که با الهام از کلام وحی و آموزه های دین اسلام به رشد خود و ملل دیگر پرداختند. نوبغی همچون طبری، رازی، ابن سینا، اهوازی، جرجانی و ... در این دوران تجلی یافتند. طبابت ایشان به لحاظ آمیختگی و امتزاجی که با حکمت و ارزش های اخلاقی و اسلامی یافت، از جایگاهی فراتر از شأن و مقام حرفه پزشکی برخوردار شد. دانش پزشکی ایشان و دیگر دانشمندان مسلمان به چنان پیشرفت سریعی نائل آمد که جهانیان از این همه رشد و درخشش در تمدن اسلامی به تحیر افتادند [۲۱]. در واقع این دانشمندان، گنجینه عظیمی از فلسفه پزشکی، طب بالینی و تجربی، داروشناسی، روان درمانی و علوم وابسته دیگر را برای نسل های پس از خود برجای گذاردند و چه بسیار بهره گیری ها که ملل دیگر از جمله دنیای غرب توانستند از آنها بی منت بهره ببرند [۲۲].

اما علی رغم پیشینه قوی ایران در حوزه پزشکی، اکنون باید گفت، صنعت گردشگری پزشکی جایگاه خود را باز نیافته و گام های نخستین را طی می کند. در حقیقت در سال ۱۳۸۲ هجری شمسی، برای اولین بار گردشگری درمانی از سوی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مورد توجه قرار گرفت؛ البته وزارت بهداشت و درمان بیشتر با هدف اشتغال زایی برای دانش آموختگان پزشکی به این مبحث پرداخت و نه رونق گردشگری درمانی، اما کم کم از سال ۱۳۸۳ و درست پس از ادغام سازمان میراث فرهنگی و سازمان

تهران نیز به دلیل پایتخت بودنش، از قدیم‌الایام اهمیت خاص خود را دارد. به‌ویژه این‌که اخیراً در سال ۱۳۹۳، هتل بیمارستان گاندی به‌عنوان بزرگترین و مجهزترین مرکز درمانی خصوصی کشور و خاورمیانه با اهداف متعالی ارائه خدمات تشخیصی و درمانی و به موازات آن جذب گردشگران سلامت توسط گروهی از پزشکان متخصص ایرانی داخل و خارج از کشور بنا نهاده شد. این هتل بر اساس استانداردهای نوین جهانی در حیطه سلامت و هتل‌داری فعالیت می‌کند.

اما به‌طور کلی گردشگری پزشکی در ایران با وجود کیفیت بالای خدمات درمانی و قیمت ارزان‌تر، به علت نبود تبلیغات مناسب، هنوز جایگاه خود را در بازار نیافته است و گام‌های نخست را طی می‌کند. در حالی‌که همان‌طور که اشاره شد دولت بر اساس برنامه‌ریزی‌های خود می‌بایست تا پایان برنامه چهارم توسعه، ۳۰ درصد از نیازهای درمانی کشور را از طریق صدور کالا، خدمات پزشکی و توریسم درمانی فراهم کند. در این میان، ایران رقبای مهمی نیز در منطقه به‌ویژه حوزه خلیج‌فارس دارد. لذا ضروری است سیاست‌گذاران این عرصه برای عمده کشورهای سفرکننده به ایران، تسهیلات ویزایی قائل شده و سایر موارد مناسب برنامه‌ریزی این حوزه را مراعات نمایند [۱].

نتیجه‌گیری

گردشگری پزشکی، رایج‌ترین و حساس‌ترین زیرشاخه گردشگری سلامت است. این سفر عموماً برای درمان بیماری یا انجام عمل جراحی و یا چکاپ سلامت گردشگر در کلینیک‌ها و بیمارستان‌های کشوری با امکانات پزشکی بالا و هزینه‌های درمانی مناسب انجام می‌گیرد. گردشگری پزشکی حساس‌ترین نوع گردشگری در بین تمام انواع گردشگری‌ها است. زیرا به‌طور مستقیم با جان و سلامت گردشگر مرتبط است. گرچه بسیاری از کشورهای توریستی دنیا امروزه برای کسب درآمد، خدمات گردشگری درمانی ارائه می‌دهند، اما مطمئناً توانمندی یک کشور در علم پزشکی و خدمات درمانی برخلاف گردشگری تفریحی و ورزشی و ... چیزی نیست که صرفاً با ساخت‌وساز و صرف پول بدست آید. هر چند باید تلاش شود ضمن توجه به شرایط داخلی هر کشور، از دیگر کشورهای پیشرو در این حوزه نیز الگوبرداری

ایران‌گردی و جهانگردی، گردشگری درمانی به صورت مستقل در ایران ایجاد شد [۹].

در ارتباط با وضعیت گردشگری پزشکی ایران می‌توان گفت ماده ۸۷ برنامه چهارم توسعه، همراه با اهداف سند چشم‌انداز ایران ۱۴۰۴، از مهم‌ترین سیاست‌های کلیدی دولت است که از توسعه گردشگری پزشکی حمایت می‌کند. از طرف دیگر، اصل ۴۴ قانون اساسی دولت را موظف کرده است تا علاوه بر تأمین امنیت سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، راهکارهای توسعه بخش خصوصی را در تمامی ابعاد اقتصاد عملی سازند. نظام بهداشت و درمان نیز از بخش‌های دولتی، خصوصی و خیریه تشکیل شده است که بیشتر خدمات سطح اول در قالب شبکه گسترده بهداشتی درمانی ارائه می‌شود.

در خصوص پزشکی معاصر ایران نیز باید اشاره کرد که هم‌اکنون در برخی از علوم مانند سلول‌های بنیادی و ترمیم ضایعات نخاعی پیشرفت‌هایی در ایران صورت گرفته است. همچنین در مباحثی نظیر ناباروری و مباحث تهاجمی، رادیولوژی، پیوند قرنیه چشم، پیوند کلیه و کبد قادر به رقابت با کشورهای پیشرفته جهان است که باید مد نظر سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کلان کشور قرار گیرد [۲۳]. ضمن این‌که از نظر مناطق توریست‌پذیر پزشکی نیز می‌توان به شیراز و تهران اشاره کرد.

امروزه حتی شاید بتوان گفت شیراز به دلیل دو حوزه قوی چشم پزشکی و پیوند کبد، قطب پزشکی کشور است. ضمن این‌که این شهر از دیرباز به عنوان قطب خدمات پزشکی در جنوب کشور مشهور بوده است و حتی قبل از انقلاب نیز، قطب پزشکی برای اهالی کشورهای همسایه محسوب می‌شده است. این شهر با برخورداری از استادان و پزشکان برجسته و مجرب که در زمینه سلامت و درمان دارد، یکی از قطب‌های بزرگ درمانی کشور است و از مهمترین مرکز پیوند اعضا نه فقط در ایران که در جهان محسوب می‌شود. جراحان زیادی از سراسر کشور و همین‌طور خارج از کشور به شیراز آمده و مورد آموزش قرار می‌گیرند. ضمن این‌که سالانه بیماران زیادی نیز از اقصی نقاط ایران و کشورهای مختلف از جمله حوزه خلیج‌فارس برای بهره‌مندی از عمل جراحی پیوند به شیراز سفر می‌کنند.

منابع و مؤاخذ

- [۱]. رستمی، مروارید، (۱۳۹۲)، بخش‌بندی بازار گردشگری پزشکی ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی
 - [۲]. اسمیت، ملانی و مک لئود، نیکولا و روبرتسون مارگارت، (۱۳۹۱)، مفاهیم کلیدی در مطالعات گردشگری، ترجمه جعفر بابیری، انتشارات مه‌کامه
 - [3]. Connell, J. (2006). Medical tourism: Sea, sun, sand and... surgery. *Tourism Management*, 27(6), 1093-1100.
 - [۴]. رافعی، محمدرضا، (۱۳۸۷)، مدل مناسب کسب و کار گردشگری پزشکی در ایران (رویکرد تطبیقی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی
 - [۵]. حقیقی کفاش، مهدی، ضیایی، محمود، جعفری، قاسم، (۱۳۸۵)، اولویت بندی عوامل مربوط به توسعه گردشگری درمانی ایران، مطالعات مدیریت گردشگری، دوره ۴، شماره ۱۱، ص ۳۳-۴۰
 - [6]. Hraheshe, S. (2002). Curative tourism in Jordan and its potential development. United Kingdom: Bournemouth University.
 - [7]. Deloitte Center for Health Solutions. (2008), Medical tourism: Consumers in search of value. Deloitte: Center for Health Solutions.
 - [8]. Connel, J. (2010), Migration and the globalization of health care. Cheltenham: Edward Elgar.
 - [۹]. گودرزی، مجید، تقوایی، مسعود، زنگی آبادی، علی، (۱۳۹۳)، توسعه گردشگری پزشکی داخلی در شهر شیراز، مدیریت اطلاعات سلامت، دوره ۱۱، شماره ۴، ص ۴۸۵-۴۹۶
 - [10]. Horowitz, M., Rosensweig, J. (2008), Medical tourism vs. traditional international medical travel: a tale of two models. *International Medical Travel Journal*, 3, 3-30.
 - [11]. Keckley, P., Underwood, H. (2009), Medical tourism: Update and implications. [On Line], Available from: URL: <http://www.deloitte.com>
 - [12]. Smith, M., Puczko, L. (2009), Health and wellness tourism. London: Routledge.
 - [13]. Turner, L. (2011). Canadian medical tourism companies that have exited the marketplace: Content analysis of websites used to market transnational medical travel. *Global Health*, 7(40), 40-42.
 - [14]. Yu, J., Ko, T. (2012), A cross-cultural study of perceptions of medical tourism among Chinese, Japanese and Korean tourists in Korea. *Tourism Management*, 33(1), 8-80.
- کرد. به عنوان مثال، سیستم مراقبت بهداشتی اتریش به لطف تدابیر پزشکی عالی یکی از بهترین سیستم‌ها در جهان است. این کشور با سرمایه‌گذاری سنگین در پیشرفت‌های پزشکی، مراقبت پزشکی مطلوب، پیشگیری سیستمی، تسهیلات بهداشتی، خدمات پرستاری، مراکز اقامتی محلی و استفاده از جدیدترین فناوری‌ها پیش‌تاز می‌باشد.
- از طرفی، موضوع هتل و خدمات استاندارد آن یکی از اساسی‌ترین زیرساخت‌ها برای گردشگری پزشکی است. به عنوان مثال هتل بیمارستان و خدمات پرستاری موضوعات مهمی به شمار می‌آیند که با توجه به امکانات و خدماتی که می‌توانند به مردم ارائه دهند، نیاز آن در گردشگری پزشکی کاملاً احساس می‌شود. هتل بیمارستان می‌تواند امکان همراهی افراد خانواده و خویشاوندان و اقامت آن‌ها در کنار بیمار را به عنوان عامل مثبتی در روند بیماری و تسریع بهبودی بیمار فراهم نموده و با ارائه خدمات جانبی، شرایط مناسبی را فراهم کند.
- به‌طور کلی وجود پزشکان متبحر و با تجربه، سابقه علم پزشکی، وجود زیرساخت‌های درمانی و نظارتی، وجود بیمارستان‌ها و کلینیک‌های استاندارد، تجهیزات پزشکی کامل و به‌روز، خدمات اسکان مناسب همچون هتل بیمارستان‌ها، خدمات پرستاری شایسته و همچنین وجود قوانین و نظارت‌های پزشکی جزء زیرساخت‌های مهم درمانی یک کشور به شمار می‌روند، تا آن کشور بتواند در مرحله بعدی با ادغام خدمات اقامتی و گردشگری اقدام به فعالیت در زمینه گردشگری پزشکی کند. البته لازم است سایر بخش‌ها مانند بخش ویزا، سازمان گردشگری کشور، خدمات فرودگاهی، خدمات حمل و نقل هوایی و زمینی تسهیلات لازم را ایجاد نمایند تا بتوان شاهد رونق بیشتر گردشگری سلامت و همچنین گردشگری پزشکی در کشور بود.

- [۱۹]. نجم‌آبادی، محمود، (۱۳۶۶)، تاریخ طب در ایران پس از اسلام، تهران، انتشارات دانشگاه تهران
- [۲۰]. الگود، سیریل، (۱۳۷۱)، تاریخ پزشکی ایران و سرزمین‌های خلافت شرقی، ترجمه دکتر باهر فرقانی، تهران، انتشارات امیر کبیر
- [۲۱]. عباسی، محمود، (۱۳۸۹)، سخن سردبیر، فصلنامه تاریخ پزشکی، سال دوم، شماره چهارم، ص ۷-۱۰
- [۲۲]. مصطفوی، جلال، پاکدامن، ابوالقاسم، (۱۳۵۸)، مقایسه طب قدیم ایران با پزشکی نوین، تهران، انتشارات دانشگاه تهران
- [۲۳]. بدیعی، فرناز، ابراهیمی، عبدالحمید، دیده‌خانی، حسین، (۱۳۹۵)، شناسایی و رتبه‌بندی راهکارهای توسعه گردشگری پزشکی؛ مطالعه موردی استان گلستان، تحقیقات بازاریابی نوین، دوره ۶، شماره ۴، ص ۳۶-۲۵
- [15]. Alsharif, M., Labonte, R., Zuxun, L. (2010), Patients beyond borders: A study of medical tourists in four countries. *Global Social Policy*, 10(3), 35-315.
- [16]. Crooks, VA., Turner, L., Snyder, J., Johnston, R., Kingsbury, P. (2011), Promoting medical tourism to India: Messages, images, and the marketing of international patient travel. *Social Science & Medicine*, 72(5), 32-726.
- [17]. Nikolaos, C. (2012), Medical Tourism: A study about motivational factors and the prerequisites for creating a competitive offer – with a Swedish perspective. [MSc Thesis]. Swedish, Souderton University, School of Business Studies.
- [18]. Altin, M., Singal, M., Kara, D. (2011), Consumer Decision Components for Medical Tourism: A Stakeholder Approach. Proceedings of 16th graduate students research conference,

ظرفیت‌ها و ارزش‌های طبیعی و فرهنگی توده کوهستانی سبلان برای ثبت در فهرست میراث جهانی یونسکو

بهروز افخمی^{۱*}

چکیده

توده کوهستان سبلان با توجه به داشتن میراث طبیعی- فرهنگی و با عنایت به تعریف مفاد ۱ و ۲ کنوانسیون میراث جهانی «منظر» تلقی می‌شود. کشور ایران فاقد این نوع اثر در فهرست میراث جهانی است. با توجه به ویژگی‌های طبیعی- فرهنگی کوهستان سبلان و تطبیق ویژگی‌های آن با معیارهای ده‌گانه کنوانسیون میراث جهانی؛ این منظر بیشترین شانس جهانی شدن را دارد. هدف انجام این تحقیق، توصیف عینی واقعیت‌های «توده کوهستان سبلان» و تطبیق آن با معیارهای ده‌گانه کنوانسیون میراث جهانی، جهت ثبت در فهرست میراث جهانی یونسکو به‌عنوان اولین منظر طبیعی- فرهنگی ایران است. روش این تحقیق توصیفی- پیمایشی و از نظر هدف کاربردی است که برای تعمیم‌پذیری و مقایسه توصیف وضع موجود (ثبت ملی) برای رسیدن به وضع مطلوب (میراث جهانی) انجام شده است. برآیند ثبت جهانی سبلان، تبدیل آن به یک «برند شاخص» بین‌المللی خواهد بود و نقش مهمی را در حفاظت/ سلامت میراث طبیعی فرهنگی سبلان ایفاء خواهد نمود.

واژگان کلیدی: کوهستان سبلان، منظر طبیعی- فرهنگی، معیارهای کنوانسیون، ثبت جهانی.

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار دانشگاه محقق اردبیلی، تلفن: ۰۹۲۶۷۱۶۷۸۸، پست الکترونیکی: bafkhami@uma.ac.ir

□ گروه باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

مقدمه

داشته‌اند. غنای میراث فرهنگی و طبیعی کوهستان سبلان، این اثر را واجد شرایط ثبت در فهرست میراث جهانی نموده است.

پیشینه تحقیق

با استناد به تعریف مواد ۱ و ۲ کنوانسیون میراث جهانی، آثاری که مشمول تمام یا بخشی از تعاریف فرهنگی و طبیعی باشند، می‌توان آنها را آمیزه میراث طبیعی و فرهنگی یا منظر دانست. طبقه‌بندی منظر فرهنگی و طبیعی از سال ۱۹۹۲ میلادی در نام‌گذاری یونسکو برای آثار دارای میراث فرهنگی و طبیعی ابداع و وضع شده است. قبل از این تاریخ، آثار تنها به صورت طبقه‌بندی‌های فرهنگی یا طبیعی صرف در فهرست میراث جهانی ثبت می‌شدند. اساس رویکرد منظر طبیعی- فرهنگی بر مبنای «نگرش جامع»^۱ به حوزه‌ی میراث است. خوشبختانه روزبه‌روز لیست یونسکو از این طبقه‌بندی غنی‌تر می‌شود. تاکنون ۳۲ اثر ترکیبی از ۱۶۲ کشور عضو در جهان (جدول شماره ۱) دارای مناظر طبیعی- فرهنگی هستند. مقالات و نوشته‌های زیادی در ارتباط با منظر وجود دارد، اما به موضوع سبلان به مثابه میراث طبیعی- فرهنگی پرداخته نشده است.

منظر طبیعی- فرهنگی سبلان

بر اساس روایت‌های محلی، سبلان مرکب از دو کلمه سو (آب) + آلان (گیرنده) است که به معنای آب‌گیر، یعنی «منشأ

سازمان‌های مسئول جهانی در حوزه‌ی میراث از جمله مرکز میراث جهانی یونسکو، ثبت محوطه‌های ترکیبی در فهرست میراث جهانی یونسکو را مورد توجه قرار داده‌اند. محوطه‌های ترکیبی محوطه‌ها و چشم‌اندازهایی هستند که به صورت هم‌زمان، ارزش‌های برجسته فرهنگی و طبیعی را دارا هستند. کشور ایران تاکنون موفق به ثبت میراث ترکیبی در فهرست میراث جهانی یونسکو نشده است. با توجه به اینکه توده کوهستانی سبلان دارای ویژگی‌های منحصربه‌فرد در زمینه فرهنگی و طبیعی است، می‌تواند به عنوان اولین اثر ترکیبی از ایران در فهرست میراث جهانی یونسکو ثبت شود. این نوشتار ضمن توصیف عینی ویژگی‌های کوهستان سبلان، موارد شاخص سبلان را با معیارهای ده‌گانه کنوانسیون میراث جهانی تطبیق داده است. روش این تحقیق توصیفی- پیمایشی و از نظر هدف کاربردی است که برای تعمیم‌پذیری و مقایسه توصیف وضع موجود (ثبت ملی) برای رسیدن به وضع مطلوب (میراث جهانی) انجام شده است. پیشنهاد مشخص این نوشتار ارائه پرونده توده کوهستانی سبلان به کنوانسیون میراث جهانی یونسکو با عنوان «منظر طبیعی و فرهنگی»^۱ می‌باشد؛ چرا که در توده کوهستانی سبلان، انسان و محیط پیرامون به معنای واقعی کلمه درهم آمیخته و برهم‌کنش‌های دراز آهنگ و تعامل مثبت برای خلق و آفرینش میراث ملموس و ناملموس

جدول ۱: تعداد آثار فرهنگی، طبیعی و ترکیبی ثبت شده جهانی بر اساس مناطق جغرافیایی (مأخذ: آمار فهرست میراث جهانی یونسکو)

مناطق	فرهنگی	طبیعی	ترکیبی	جمع	درصد	تعداد کشورهای عضو که آثار ثبت شده دارند
افریقا	۴۸	۳۷	۴	۸۹	۹ درصد	۱۳
کشورهای عربی	۷۳	۴	۲	۷۹	۸ درصد	۱۸
آسیا و اقیانوسیه	۱۶۱	۵۹	۱۱	۲۳۱	۲۳ درصد	۳۴
اروپا و آمریکای شمالی	۴۰۹	۶۱	۱۰	۴۸۰	۴۷ درصد	۵۰
آمریکای جنوبی و حوزه کارائیب	۹۱	۳۶	۵	۱۳۲	۱۳ درصد	۲۷
جمع	۷۸۲	۱۹۷	۳۲	۱۰۱۱	۱۰۰	۱۶۲

¹ Cultural and Natural Landscape

² Holistic approach

برای ثبت در فهرست میراث جهانی گنجانده شده و از چهار معیار کنوانسیون میراث جهانی طبیعی، سه مورد از معیارها (معیارهای ۹-۸-۷) را به خود اختصاص داده است [۳].

زمین‌شناسی کوهستان سبلان

از لحاظ زمین‌شناسی، کوه‌زائی این منطقه مربوط به دوره میوسن است. سنگ‌های غالب منطقه گدازه‌های تراکی آندزیتی کهن (سنگ‌های آتشفشانی کوتاه‌تر) که در ارتفاعات بالا به صورت پراکنده دیده می‌شود. توده آتشفشانی سبلان حاصل فعالیت آتشفشانی از نوع مرکزی و مکانیسم فوران آن نیز شبیه آتشفشان استرومبولی ایتالیا است. فعالیت آتشفشانی سبلان روی پایه آتشفشانی-ر سوبی ائوسن با ارتفاع متوسط ۲۷۰۰ متر صورت گرفته که حاصل این فعالیت‌ها پیدایش چند ساختمان مخروطی بوده که در جهت غربی-شرقی کشیده است. در اثر گسل‌های متعدد توده آتشفشانی سبلان قطعه‌قطعه شده و با جابجایی قطعات شکسته در کنار یکدیگر ابتدا کالدرای سبلان به وجود آمده و سپس با فعالیت‌های ماگمایی در دوره‌های جدیدتر مخروط‌های کنونی ساخته شده است [۴].

و منبع آب» است. نام دیگر آن مرکب از دو واژه سس (صدا) + آلان (گیرنده) بوده است، واژه مرکب سس + آلان که در فارسی سبلان شده به معنای «منعکس‌کننده صدا و پژواک صدا» است. منظر فرهنگی و طبیعی کوهستان سبلان در استان اردبیل در ۶۰ کیلومتری غرب شهر اردبیل و در نزدیکی و حوزه شهرستان‌های مشکین شهر، سرعین، نیر و اردبیل با موقعیت جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۹ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه ۱۶ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. منظر طبیعی و فرهنگی سبلان دارای عارضه‌های طبیعی فوق‌العاده زیبا و چشم‌اندازهای فرهنگی بی‌نظیر است که قله شگفت‌انگیز آن مرتفع‌ترین دریاچه جهان را با عمق ۲۸ متر در خود جای داده و با ارتفاع ۴۸۲۰ متر سومین قله بلند ایران است. منظر طبیعی و فرهنگی سبلان در دومین «همایش ملی ثبت در چابهار» توسط سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری ایران با شماره ۱۲۰، ثبت ملی شده است [۱]. در برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (موضوع‌بند ز قانون برنامه چهارم توسعه)، به کردور سبلان به‌عنوان قطب بین‌المللی و ملی گردشگری تأکید شده و همچنین در آن برنامه، محور سبلان جزو هشت محور مهم گردشگری کشور لحاظ شده است [۲]. همچنین سبلان در فهرست لیست موقت یونسکو



شکل ۱: دریاچه توده کوهستانی سبلان؛ مرتفع‌ترین دریاچه جهان [۱].

چشمه‌های معدنی توده کوهستان سبلان

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های بارز توده کوهستانی سبلان، داشتن آب‌های گرم معدنی است که از «سرعین» گرفته تا شهرستان‌های «نیر» و «مشکین‌شهر» پراکنده‌اند. تجزیه شیمیایی و مطالعه هیدرولوژی آب‌ها نشان می‌دهد، منشأ آبگرم‌ها اعماق زمین است که ضمن عبور از لایه‌های مختلف زمین، مقداری مواد معدنی مانند کربنات‌ها و سولفات‌ها را در خود حل می‌کند. همه‌ی آب‌های معدنی حوزه‌ی کوهستان سبلان سازگار با بافت بدن و فیزیولوژیک نوع بشر هستند؛ به‌طوری‌که هیچ‌گونه گزارشی مبنی بر مضر بودن این آب‌های معدنی تاکنون منتشر نشده است. از بررسی‌های به‌عمل‌آمده در ارتباط با درمان بیماری‌ها به‌وسیله ترکیبات کانی موجود در آب‌های معدنی، چنین برمی‌آید که این آب‌ها با داشتن ترکیبات و عناصر بسیار حیاتی و مینرال می‌توانند به‌صورت عاملی در جهت تحریک و تنظیم سیستم ایمنی بدن انسان عمل نمایند. این در حالی است که امروزه پزشکی جدید تلاش گسترده‌ای برای درمان بیماری‌ها، مخصوصاً بیماری‌های ویروسی با استفاده از تحریک و تنظیم سیستم ایمنی نموده است [۵].

شیروان دره سی

این دره یکی از معروف‌ترین و مشهورترین دره‌های توده کوهستانی سبلان است. این دره از آبگرم «شایل» واقع در شمال سبلان شروع می‌شود و در جنوبی‌ترین نقطه به «دریاچه آت گولی» محدود می‌شود. این دره از طرف شرق به جاده «قوتورسوئی» و از جانب غرب به دامنه شمالی «ایشیخ چیخماز» محدود می‌شود. علاوه بر شیروان دره سی یخچال‌های سنگی یکی از مظاهر بارز ژئومورفولوژیک کوهستان سبلان هستند که تعداد ۱۴ یخچال سنگی در دامنه شمالی سبلان شناسایی شده است [۳].

ارزش‌های گیاهی - جانوری توده کوهستانی سبلان

در منطقه سبلان ۳۹ تیره و ۲۵۶ گونه گیاه شناسایی شده که از این مقدار ۲۴ تیره در ارتفاعات کمتر از ۳۰۰۰ متری و ۹ تیره بین ۳۵۰۰-۳۰۰۰ متری و ۶ تیره تا ارتفاع ۳۹۰۰ متری در توده کوهستانی سبلان گسترش یافته است. بعضی از این گونه‌ها، جزء نادرترین و کمیاب‌ترین گونه‌ها در دنیا هستند که مصارف دارویی و صنعتی دارند. برخی از گونه‌های گیاهی منحصربه‌فرد و شناخته‌شده عبارت‌اند از تیره آلاله، تیره گزنه، تیره سنبل‌الطیب^۱، تیره نعنای^۲ و... که بنا بر آزمایش‌های صورت گرفته به‌عنوان نمونه، گیاه «پونه» فلور طبیعی توده کوهستانی سبلان با نام علمی «*Mentha longifolia*» به‌عنوان یک آنتی‌متابولیت است؛ قدرت دارویی و اثربخشی این گیاه، ۲۰ برابر بیشتر از «نیترو فرانتین و تیترا سایکلین» است. این یافته علمی با همکاری مرکز داروسازی دانشگاه تهران و مرکز سم‌شناسی آمریکا به اثبات رسیده است. همچنین «آویشن سبلان»، ۹۲ درصد ماده مؤثر دارویی به نام «تیمول» دارد که در کل دنیا بی‌نظیر است [۶]. برخی از گونه‌های جانوری توده کوهستانی سبلان نیز منحصربه‌فرد هستند که از جمله آنها، خرس قهوه‌ای می‌باشد [۱].

میراث فرهنگی توده کوهستانی سبلان

سکونت‌گاه‌ها و استقرارها در اطراف توده کوهستانی سبلان نشان از در هم تنیدگی فرهنگ و طبیعت در این کوهستان



شکل ۲: دره‌ی شگفت‌انگیز شیروان دره سی [۱].

¹ Ranunculaceae

² Urticaceae

³ Valerianaceae

⁴ Labiatae

باستان می‌نامد. سند نوشتاری که از ابوریحان بیرونی منجم و مورخ مشهور قرن ۱۱ ام میلادی در کتاب «الطاهر الباقیات» به زبان عربی باقیمانده نشان می‌دهد که زرتشت آذربایجانی بوده و از کوهستان سبلان پیامبری خود را اعلام نموده است [۸ و ۹].

عشایر شاهسون

عشایر کهن‌ترین الگوی زیستی جوامع بشری و قدیم‌ترین شیوهی معیشت حیات انسانی را به نمایش می‌گذارند. عشایر شاهسون یکی از ارزش‌های فرهنگی منظر طبیعی و فرهنگی سبلان و جزو تفکیک‌ناپذیر آن به شمار می‌روند که از ۴۴ طایفه و ۲۷۵ تیره و ۱۵۰۰ رده (اوبه) تشکیل می‌شوند. قلمرو بیلاقی آنها سبلان و قلمرو قشلاقی آنها دشت مغان است [۱۰]. آلاچیق عشایر، مرحله مهمی از تاریخ و سنت سکونت بشر را نشان می‌دهد و به‌عنوان یک هنر معماری کاملاً نیاز انسان کوچ‌رو به سرپناه را برطرف کرده است و گواه منحصربه‌فردی از تعامل انسان با طبیعت است که شالوده و عناصر سازه آن نیز با طبیعت سازگاری می‌نماید. مدور بودن طرح آلاچیق کاملاً تداعی‌کننده اولین شواهد معماری از انسان پیش از تاریخ است که در محوطه‌هایی چون سراب و آسیاب در غرب ایران کشف شده است [۱۱].

کنوانسیون میراث جهانی

یونسکو^۳ کنوانسیون میراث جهانی^۴ را به‌منظور نگهداری و حفاظت از میراث فرهنگی و طبیعی از طریق همکاری‌های بین‌المللی در تاریخ ۲۱ نوامبر سال ۱۹۷۲ به تصویب رسانده است. هسته‌ی اصلی و در واقع قلب کنوانسیون میراث جهانی، ارزش میراث است که به میراث مهم طبیعی و فرهنگی تقسیم می‌شود. کنوانسیون، جهان شمول آثار ثبت شده در فهرست میراث جهانی را همواره خاطر نشان می‌سازد [۱۲]. کشور ایران از تاریخ ۲۶ فوریه سال ۱۹۷۵ میلادی برابر با ۷ اسفندماه ۱۳۵۳ خورشیدی، کنوانسیون میراث جهانی یونسکو را پذیرفته است. کنوانسیون میراث جهانی یونسکو، ابتدا آثار را به در گروه طبیعی یا فرهنگی

است. از جمله‌ی این آثار، محوطه‌ی باستانی «شهری» است که از نظر فرهنگی، یک پهنه فرهنگی است. این محوطه بزرگ شاهدی از ارزش‌های محیطی و اکولوژیکی کوهستان سبلان در پذیرش و پرورش فرهنگ‌های باستانی است. بر اساس همین محوطه و پراکنش محوطه‌های باستانی دیگر، می‌توان ادعا نمود که اطراف سبلان از هر نظر آمادگی پذیرش رشد و سپس انتقال فرهنگ‌های دوره‌های گوناگون را به خاطر بستر مناسب زیست‌محیطی دارا بوده است. به‌عنوان شاهد، اوراتوها یکی از اقوام شناخته‌شده شمال غرب ایران هستند که سند حضور تاریخی آنها در دامنه‌های جنوبی سبلان بر سر راه تبریز به اردبیل در دو نقش برجسته به اثبات می‌رسد. این اسناد، برای نخستین بار توسط جرج کامرون کشف و معرفی‌شده و متعلق به ارگیشتی اول از شاهان اورارتوئی است که از سده نهم تا هفتم پیش از میلاد مسیح در مناطقی از ارمنستان، آذربایجان و آناتولی حکومت می‌کرده‌اند [۷].



شکل ۳: استل‌های سنگی محوطه باستانی پیرازمیان در چشم‌انداز توده کوهستانی سبلان

خاستگاه دین زرتشت

امروزه مقدس‌ترین سوگند عشایر، سوگند به نام «سلطان ساوالان» است. علاوه بر باورهای مردمی درباره قداست سبلان، سبلان خاستگاه «زرتشت پیامبر» نیز هست؛ تقریباً تمامی مؤرخان خاستگاه زردشت را آذربایجان و در آذربایجان هم منطقه مغان می‌دانند که همواره در کوهستان سبلان عزلت گزیده و کتاب (اوستا) برای پیروانش آورده است. به‌طوری‌که پروفیسور جکسن^۵، زردشت را پیامبر ایران

³ Jackson

⁴ UNESCO

⁵ World Heritage Convention

صرف به ثبت جهانی می‌رساند؛ اما امروزه تأکید بیشتر بر ثبت میراث‌های ترکیبی است [۱۳]. هر اثری که از طرف کشور عضو، برای ثبت در فهرست میراث جهانی یونسکو پیشنهاد می‌شود باید یک یا چند مورد از معیارهای کنوانسیون میراث جهانی در مورد آن تطبیق داده شود که از جمله آنها، «نشانه شاهکار نبوغ خلاقانه بشر بودن»، «گواه تبادلی ارزش‌های انسانی در یک دوره زمانی خاص» و «منحصر و استثنایی بودن» و موارد مصادیق دیگر است^۶ [۱۴]. تمامی آثاری که برای ثبت در فهرست میراث جهانی پیشنهاد می‌شوند باید واجد شرایط مربوط به «سلامت» باشند، سلامت مقیاسی برای تمامیت و دست‌نخورده‌گی میراث فرهنگی / طبیعی و ویژگی‌های آن است؛ به نظر می‌رسد در این خصوص سبلان دستخوش تأثیرات مخرب توسعه و یا غفلت شده باشد. با وجود فرسایش و چرای بی‌رویه دام و برداشت‌های وسیع معادن و ایجاد شکاف‌ها و دره‌های عمیق، هنوز منظر طبیعی فرهنگی سبلان شانس جهانی شدن به دلایل ذیل را دارد.

کوچ عشایر و مراسم وابسته به کوچ، نمونه گواه منحصر به فرد و استثنایی از یک سنت فرهنگی زنده است که با معیار (۳) کنوانسیون میراث جهانی قابل تطبیق است. معماری انعطاف‌پذیر آلچیق که از اوایل زندگی کوچ‌نشینان مورد استفاده واقع گردیده است، گواه منحصر به فردی از تعامل انسان با طبیعت است که شالوده و عناصر سازه آن نیز با طبیعت سازگاری می‌نماید. آلچیق به دلیل قدرت و مقاومت در برابر عوامل جوی، معماری زیبا و بنای آسان و سریع دارای معماری خاص، منحصر به فرد و مقبولی است که بررسی شیوه ساختمان آن را ارزشمندتر می‌سازد. این شیوه بارز از بنا و قدمت نماینده مرحله مهمی از تاریخ و سنت سکونت بشر است که قابل تطبیق و ارائه با معیار (۴) و (۵) از معیارهای ارزش برجسته جهانی است. جایگاه سبلان در فرهنگ عامه و ارتباط مردم با این کوهستان اعم از شهری، روستای و عشایری با سبلان از کارکردهای مهم و زنده منظر طبیعی فرهنگی سبلان است که با معیار (۶) کنوانسیون قابل تطبیق است. با این ظرفیت عظیم میراث فرهنگی معنوی،

باید میراث فرهنگی مادی و باستان‌شناختی را نیز اضافه کرد. از منظر طبیعی، سبلان بلندترین دریاچه جهان را در خود جای داده است. پدیده شگرف طبیعی با زیبایی استثنایی که قابل تطبیق با معیار (۷) کنوانسیون است. همچنین آثار طبیعی و بی‌نظیر همچون سنگ عقاب و دره شگفت‌انگیز شیروان دره سی از جلوه‌های بارز زمین‌ریخت‌شناسی است که قابل ارائه با معیار (۸) کنوانسیون است. از مهم‌ترین ویژگی‌های بارز کوهستان سبلان، وجود ده‌ها چشمه معدنی آب گرم است که در اطراف این کوهستان از جمله سرعین، نیر، مشکین‌شهر، اهر و سردابه پراکنده‌اند؛ این آب‌ها، سردترین و گرم‌ترین آب‌های جهان را شامل می‌شوند و همچنین نمونه‌های گیاهی و جانوری منحصربه‌فرد که قابل مقایسه و تطبیق برای احراز با معیار (۹) کنوانسیون میراث جهانی است.

نتیجه‌گیری

کوهستان سبلان یکی از مهم‌ترین ساختارهای کره زمین در ایران و شمال غرب کشور است. با عنایت به ویژگی‌های ژئومورفولوژیک و عناصر طبیعی و برون‌دادهای فرهنگی اعم از میراث ملموس همانند محوطه‌های باستان‌شناختی و ناملموس چون عشایر و ارتباط دراز آهنگ انسان و طبیعت، می‌توان عنوان «منظر طبیعی - فرهنگی» را به توده کوهستانی سبلان اطلاق نمود. این نوع طبقه‌بندی در یونسکو بر مبنای رهیافت «نگرش جامع» و از سال ۱۹۹۲ میلادی به بعد وضع شده و تأکید بیشتر یونسکو برای ثبت میراث جهانی با این نوع طبقه‌بندی است. کشور ایران فاقد این نوع اثر در فهرست میراث جهانی است. با توجه به ویژگی‌های طبیعی - فرهنگی کوهستان سبلان، این منظر بیشترین شانس جهانی شدن را دارد. تطبیق ویژگی‌های کوهستان سبلان با معیارهای ده‌گانه یونسکو نشان می‌دهد که سبلان بدون تردید در صورت ارائه به ایکوموس و کنوانسیون میراث، به‌عنوان یک اثر ترکیبی (طبیعی - فرهنگی) پذیرفته خواهد شد. به دلیل اینکه ویژگی طبیعی فرهنگی این کوهستان قابل تطبیق با معیارهای ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۳ کنوانسیون میراث جهانی است که در نوع خود بی‌نظیر است. برآیند ثبت جهانی

^۶ <http://whc.unesco.org>

1. http://whc.unesco.org/en/cultural_landscape/
2. <http://whc.unesco.org/en/list/>
3. <http://whc.unesco.org/en/tentativelists/>

منابع و مؤاخذ

- [۱]. پرونده ثبت منظر طبیعی - فرهنگی کوهستان سبلان (۱۳۸۹)، آرشیو اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان اردبیل.
- [۲]. امید غنمی، یونس صمدی و سوسن چراغچی (۱۳۸۶)، مجموعه قوانین، مقررات، آیین‌نامه‌ها و معاهدات سازمان میراث فرهنگی صنایع دستی و گردشگری، سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری کشور، چاپ اول، تهران.
- [۳]. علی دلال اوغلی (۱۳۸۲)، «بررسی مرفولوژی و نحوه فعالیت یخچال‌های سنگی دامنه شمالی کوه سبلان» پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۵.
- [۴]. منصور باقری (۱۳۷۱)، اثر آب‌های معدنی بر روی بیماری هپاتیت، مرکز تحقیقات دارویی ایران، طرح منتشر نشده، محل نگهداری گزارش، شرکت دارو پخش.
- [۵]. طرح جامع گردشگری سبلان (۱۳۸۹)، آرشیو اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان اردبیل، تهیه شده توسط شرکت مهندسی پارسوماش.
- [۶]. منصور باقری (۱۳۷۲)، استخراج تیمولا از گیاه *Thymus Kotschyensis* (آویشن)، مرکز تحقیقات دارویی ایران، طرح منتشر نشده، محل نگهداری گزارش، شرکت دارو پخش.
- [7]. Benedict, W.C. (1965), Two Uartian Inscriptions from Azerbaijan. *Journal of Cuneiform Studies*, Vol. 19, No. 2, pp. 35-40.
- [8]. Taqizadeh, S. H. (1937), A New Contribution to the Materials concerning the Life of Zoroaster. *Bulletin of the School of Oriental Studies, University of London*, Vol. 8, No. 4, pp. 947-954.
- [9]. Yohannan, A., Jackson, A.V. W. (1907), Some Persian References to Zoroaster and His Religion. *Journal of the American Oriental Society*, Vol. 28 (1907), pp. 183-188.
- [۱۰]. پرونده ثبت میراث ناملموس کوچ عشایر (۱۳۸۷)، آرشیو اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان اردبیل.

سبلان، تبدیل کوهستان سبلان به یک «برند شاخص» بین‌المللی خواهد بود و نقش مهمی را در حفاظت میراث طبیعی فرهنگی سبلان و توسعه گردشگری ایفاء خواهد نمود. امروز گردشگری به‌عنوان بخشی از توسعه محوطه‌ی میراث جهانی تفسیر می‌شود. گردشگران بین‌المللی و حرفه‌ای به‌عنوان مصرف‌کنندگان به دنبال محوطه‌هایی هستند که روند موفقیت‌آمیز ثبت جهانی را طی کرده و از طریق کارشناسان معتبر به «میراث جهانی» ارتقاء پیدا کرده‌اند. منافع بی‌شماری برای نتایج پذیرش یک اثر در فهرست میراث جهانی یونسکو ذکر کرده‌اند که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از: (به خاطر توجه و به رسمیت شناخته شدن بین‌المللی، موجب افزایش اعتبار و شهرت جهانی منطقه‌ای و مقصدی می‌شود که میراث جهانی در آن واقع شده است.

ثبت یک اثر به‌ویژه مناطقی با وسعت زیاد همانند کوهستان سبلان، عامل افزایش تقویت انسجام اجتماعی و هویتی در سطح ملی و موجب احساس غرور در جوامع محلی است.

مناطق ثبت‌شده در فهرست میراث جهانی یونسکو همانند کوهستان سبلان می‌تواند دولت و مردم را برای حفاظت پایدار از تمامی منابع طبیعی و فرهنگی منطقه ترغیب و تشویق نماید.

مناطق ثبت‌شده در فهرست میراث جهانی یونسکو موجب افزایش شهرت و تبلیغ منطقه‌ای می‌شود.

محوطه‌ها و مناطق ثبت‌شده در فهرست میراث جهانی یونسکو، عامل محرک قوی برای افزایش شمار زیاد بازدیدکننده از منطقه و توسعه گردشگری پایدار است.

تقدیر و تشکر

از حسن توجه استاد ارجمند جناب پروفیسور علی‌اکبر موسوی موحدی و همچنین به خاطر بازخوانی و ارائه پیشنهادی سودمند از استاد ارجمند جناب دکتر محمدتقی رهنمایی بی‌نهایت سپاسگزار هستم.

وبسایت‌های بازدید شده در این مقاله

[۱۱]. ملک شهمیرزادی (۱۳۸۷)، ایران در پیش از تاریخ.

پژوهشکده باستان‌شناسی، پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، تهران.

[12]. Giraudo, R. F. (2011), Intangible Heritage and Tourism Development at the Tsodilo World Heritage Site. PHD dissertation in Anthropology, University of California, Berkeley.

[13]. Marni, B.W. (2009), Universal ideals, local challenges: Approaches to archaeological heritage management at World Heritage sites. PHD Disertation, department of Archaeology, University of Boston.

[۱۴]. راهنمای اجرایی کنوانسیون میراث جهانی یونسکو

(۱۳۸۸)، ترجمه دکتر فرزین فر دانش، دفتر منطقه‌ای یونسکو، تهران.

Cultural and Natural Values of Sabalan Mountains to Inscription in UNESCO World Heritage List

Behrouz Afkhami^{*,1}

According to the definition of the terms 1 and 2 of World Heritage Center (WHC) UNESCO; Sabalan Mountain should be considered as a landscape with regard to the have natural-cultural heritage. Until now, Iran has no similar work on the World Heritage List (WHL). Due to the cultural and natural features of this mountain as well as having comparable features with the ten norms defined in WHC, the Sabalan landscape has greatest chance to inscription of in the world heritage list. The aim of this study is to describe Sabalan realities objectively and comparing its features with ten norms of WHC for registration on WHL. This is a goal in order to compare the status quo (national registration) with the optimal situation (World Heritage). The ultimate result of Sabalan registration on the WHL is turning it into an international top brand, which would play a crucial role in the conservation/health of the Sabalan natural-cultural heritage and tourism development.

Keywords: Sabalan Mountain, natural-cultural landscape, convention criteria, inscribed WHL.

* Corresponding author, Assistant Professor, Tel: (+98) 926716788, E-mail: bafkhami@uma.ac.ir

¹ Department of Archaeology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Importance of Health Tourism with Emphasis on Medical Tourism

Mahdi Ebrahimi^{*,1}, Amirhossein Tayebi Abolhasani¹

In addition to its role in the expression of national identity, the expansion of the tourism industry promotes broader economic dimensions, including the creation of job opportunities, income generation, poverty reduction and the spread of social justice and welfare in society. Among the various tourism areas, health tourism and its subcategories have received great attention due to their competitive advantages and abilities. In this research, the aim of this study was to investigate the nature of tourism in view of the importance of the medical tourism branch of the health tourism complex, with the help of library resources and the analysis of expert opinions. In addition, its status in Iran is briefly presented. In this regard, the greatness of the ancient medicine of Iran and its valuable services are presented to the world and contemporary medicine is also examined. The results show that while contemporary Iranian medicine is also worthy of appreciation, it needs to be stepped up in its ever-increasing promotion. There are generally experienced physicians, medical history, therapeutic and regulatory infrastructure, the existence of standard hospitals and clinics, adequate and up-to-date medical equipment, suitable housing services such as hotel hospital, proper nursing service, and the existence of rules of medical monitoring is the major healthcare infrastructure of a country, in order to enable the country to integrate tourism and tourism services into the medical tourism sector at a qualitative stage.

Keywords: Health Tourism, Medical Tourism, Hotel hospital, Nursing service, Medical equipment

* Corresponding author, Assistant Professor, Email: M.ebrahimi@atu.ac.ir.

¹ Business Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

The Importance of the Effect of Aroma or Smell in Human Health

Zahra Seraj¹, Arefeh Seyedarabi^{*,1}

Aroma or smell comes from molecules which are small in size and have a high vapour pressure hence can be detected by our olfactory sense. Smell molecules can be pleasant or foul smelling and while we enjoy the pleasant smell molecules found in the food sources we eat, the scents of flowers and plants we are exposed to in nature or through the use of aromatherapy and the fragrances and cosmetics we buy and use on a daily basis, we resent foul smell of garbage and putrefied substances which can affect our brain in negative ways with reports of foul smell causing forgetfulness and memory impairment. However, in our recent study, the effect of smell has been investigated showing eye-catching functional and structural changes at the molecular level. The preliminary research carried out so far has emphasized the need for research on the importance of the effect of smell on protein molecules involved in health and disease and opened a new research area to be explored and investigated further.

Keywords: Aroma or smell, Aromatherapy, Protein, Health, Diseases

* Corresponding author, Assistant Professor, Tel: (+98 21) 66956974, E-mail: a.seyedarabi@ut.ac.ir

¹ Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

Earthworm, Vermiremediation and other Technologies

**Mahdi Zarabi^{1,*}, Seyyede Nazila Jafari-farjam¹,
Ashrafalsadat Hatamian-Zarmi¹**

The origin of earthworms back to 600 million years ago. Darwin made the first studies on these invertebrates comprising 60-80% of the soil biomass. Their impact on the physical, chemical and biological properties of the soil with continuous swallowing is the simplest known task of these animals. But today, several technological properties on earthworms have been discovered. Some products such as susceptible drugs, natural cosmetics, protein based on animal foods, bio-organic fertilizers (vermicompost) and natural insecticides are among these. These animals are also used to processing corrosive waste(organic), remediate different kinds of hazardous contaminants and pollutants in soil such as heavy metals, petroleum pollutants and pesticides and water, which is named on vermiremediation. This article addresses these technologies.

Keywords: Earthworm, Vermiremediation, Biomedicine, Vermicompost, Cosmetic

* Corresponding author, Assistant Professor , Tel: (+98 21) 86093042, Fax: 88497324, E-mail: mzarabi@ut.ac.ir

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

Epigenetic Modifications and Lifestyle

Ali Mohammad Banaei-Moghaddam^{*,1}

Genetic variations can be caused by mutations in hereditary material of DNA and usually lead to the undesirable phenotypes such as diseases. Genetic variations are stable and inherited from cell to cell or passed down through generations. Nonetheless, in some cases the expression pattern of a gene and consequently the function of its product is changed similar to the outcome of mutation without any alteration in the underlying DNA sequences. These heritable epigenetic modifications arising from chemical modifications of DNA and proteins that help to package the DNA within the cell nucleus. They are reversible and dynamics of this process is affected by environmental stimuli. Hence, natural selection can act on these modifications and affect the rate of adaptation over time. In this review, the concept of epigenetic modifications will be introduced first and then the mechanisms of their establishment, maintenance and erasure as well as their roles will be discussed. Afterwards, the effects of lifestyle on the pattern of epigenetic modifications, their reversibility, the effects of ancestral lifestyle on the epigenome profile of their descendant and the possibility of genetic alteration via epigenetic modifications will be discussed.

Keywords: epigenetic, cancer, inheritance, lifestyle, nutrition, culture, Transgenerational Epigenetic Inheritance

* Corresponding author , Assistant Professor, Tel (+9821) 66969192, Email: am_banaei@ut.ac.ir

¹ Laboratory of Genomics and Epigenomics (LGE), Institute of Biochemistry and Biophysics (IBB), University of Tehran, Tehran, Iran.

Nobel Prizes in Chemistry, Physics and Physiology-Medicine in 2017

Farid Nasiri¹, Ali A. Moosavi-Movahedi^{*,1, 2}

Nowadays, science has found the undeniable importance in our lives and the scientific advances have undergone many changes in our life. Accordingly, the Nobel Prizes are awarded to prominent individuals who have embarked to the frontiers of the sciences and make massive discoveries to humanity. In this report introduce and expresses the Nobel laureates and its discovery achievements in 2017.

The Physiology-Medical prize was awarded to researchers in the circadian rhythms, the Physics prize was awarded due to the observation of the gravitational wave with laser interferometer and the Chemistry prize was awarded due to the development of cryo-electron Microscope to have high resolution pictures of Biomacromolecules.

It is noteworthy that Biophysicists awarded the Nobel Prize in Chemistry and part of the Nobel Prize in Physiology-Medicine. Biophysics today plays an important role in the diagnosis of medical conditions in advanced countries and recognizes early diagnosis of pre-clinical conditions with scientific methods in the field of biophysics.

Keywords: Circadian Rhythms, Gravitational wave, Cryo-electron Microscope, Health Biophysics, Basic Science cycle and growth of Technology

* Corresponding author, Professor, Tel: (+98 21) 61113381, Fax: 66404680, E-mail: moosavi@ut.ac.ir.

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

² Islamic Republic of Iran Academy of Sciences

Text Writing and Seminar Presentation Skills for Scientists

Arashmid Nahal^{1,*}

In the present article, paragraph writing skills for research articles, laboratory reports, proposals, thesis and technical reports for filing patent are reviewed. In the second part of the article, simple but important proficiencies and techniques for an acceptable lecture or seminar presentation are discussed. In both sections of the article some usual structures for a scientific text or lecture note, are reviewed and suggested. Following the skills and techniques mentioned in the present article, helps the reader to improve his/her professional skills in writing and oral presentations.

Keywords: seminar, writing skills, oral presentation, Lab report

* Corresponding author, Associate Professor, Tel: (+98 21) 61118639, Fax: 88004781, E-mail: nahal@ut.ac.ir

¹ Photonic Materials Research Lab., Department of Physics, College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran.

Evaluating of Iran Scientific Documents in 2017

A. A. Saboury ^{*}1

Based on the number of scientific documents indexed in the web of science in Thomson Reuters, the number of Iranian scientific documents is 38003 (1.97% of the world value and rank of 17) in science, 2192 (0.68% of the world value and rank of 28) in social sciences, 168 (0.15% of the world value and rank of 47) in art and humanities and 38676 (1.78% of the world value and rank of 17) in total, in 2017. Increase the number of scientific documents relative to past year was 8.3%, which in comparison to the value in 2016 (12.8%) shows a less acceleration. In total published scientific documents, for the first time, the rank of Iran is higher than Turkey. The rank of Iran is 17 due to the contribution of 1.78%, while the rank of Turkey is 19 due to the contribution of 1.60%. Therefore, the rank of Iran increases one step, while for Turkey decreases two steps. However, Turkey is ahead of Iran both in social science by the rank of 21 (1.06% contribution in the world) and art and humanities by the rank of 27 (0.44% contribution in the world). The ranks of Iran in social science and art and humanities were 28 and 47, respectively. Similar to the before year, USA, China and England were the ranks of one to three in the world due to their contributions of 27.7%, 16.9% and 7.0%, respectively, for scientific documents productions in 2017. University of Tehran, Tehran University of Medical Science, Amir Kabir University of Technology, Shahid Beheshti University of Medical Science and Tarbiat Modares University, respectively, were the five top governmental universities in 2017. 16.5% of scientific documents in 2017 are related to the all branches of Islamic Azad University.

Keywords: Scientific documents, scientific collaboration, Contribution of universities, Web of science, Institute of Scientific Information (ISI)

*Corresponding author, Professor, Tel: (+98 21) 66956984, Fax: (+98 21) 66404680, E-mail: Saboury@ut.ac.ir

¹ Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

Science Progress with Collaboration

Science today is progressing with scientific collaboration. Scientific cooperation has many benefits. Perhaps the most important part of a research is to provide a rational proposal for solving a scientific or social problem. This means that each research needs a valuable scientific question not reported in scientific literature. To find a valuable scientific question, there is a need for discussion with intellectuals and scientists and researchers. Inviting experienced scientists are required for definition of enriched proposal. Another subject of scientific progress in empirical sciences is the issue of accurate measurement at very small scales. Buying nano or femto scale devices for measurements may not be so easy, but it's much easier to collaborate with others who have different measurement devices. Another important issue of science's progress is the publication of the world's most prestigious scientific publications. Writing an article that is an innovation report and a researcher's discovery requires the need for a scientific literary editorial and text editing in an international language that requires collaboration with others. Other major issues of science progression are interdisciplinary science, which also requires collaboration with other scholars.

Science progress will solve the problems. Most of the time, the root of the problem is elsewhere, which is solved by research, the scientific outlook and rationality of that problem. Therefore, ways of scientific cooperation should be strengthen for advancement of science at the national and international levels and should be supported by relevant authorities.

Ali A. Moosavi-Movahedi
Editor-in-Chief

Content

) Editorial.....	1
) Evaluating of Iran Scientific Documents in 2017 A.A. Saboury.....	2
) Text Writing and Seminar Presentation Skills for Scientists Arashmid Nahal.....	3
) Nobel Prizes in Chemistry, Physics and Physiology- Medicine in 2017 Farid Nasiri, Ali A. Moosavi-Movahedi.....	4
) Epigenetic Modifications and Lifestyle Ali Mohammad Banaei-Moghaddam.....	5
) Earthworm, Vermiremediation and other Technologies Mahdi Zarabi , Seyyede Nazila Jafari-Farjam , Ashrafalsadat Hatamian-Zarmi.....	6
) The Importance of the Effect of Aroma or Smell in Human Health Zahra Seraj , Arefeh Seyedarabi.....	7
) Importance of Health Tourism with Emphasis on Medical Tourism Mahdi Ebrahimi, Amirhossein Tayebi Abolhasani.....	8
) Cultural and Natural Values of Sabalan Mountains to Inscription in UNESCO World Heritage List Behrouz Afkhami.....	9

In The Name Of
God

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).

This journal aims at advancing and accelerating the science and technology policy in Iran.

License Holder : Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran. (FAST-IRAN)

ISSN: X 8003-539

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

Web Coordinator: Zahra Moosavi-Movahedi

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

Tel/Fax: (+9821) 66577884

Foundation Website: www.fast-iran.ir

Website of Journal: www.sciencecultivation.ir

Email: info@sciencecultivation.ir

Science Cultivation

Journal of Enculturation and Policy Making of Science, Innovation and Technology
Vol 8, No.1, January 2018
ISSN: X8003-539

- Editorial
- Evaluating of Iran Scientific Documents in 2017
- Text Writing and Seminar Presentation Skills for Scientists
- Nobel Prizes in Chemistry, Physics and Physiology-Medicine in 2017
- Epigenetic Modifications and Lifestyle
- Earthworm, Vermiremediation and Other Technologies
- The Importance of The Effect of Aroma or Smell in Human Health
- Importance of Health Tourism With Emphasis on Medical Tourism
- Cultural and Natural Values of Sabalan Mountains to Inscription in UNESCO World Heritage List



RICeST



ISC



Foundation for the Advancement of Science
and Technology In Iran