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

نشریه علمی - ترویجی

رشد علم

نشـــریه فرهنگ سازی و سیـاست‌گذاری علـم، نوآوری و فناوری
سـال دوازدهم، شماره دوم- خرداد ماه ۱۴۰۱، قیمت ۱۵۰۰۰۰ریال

بسم الله الرحمن الرحیم

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

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

ISSN: X8003539

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

فهرست مطالب

مهاجرت معکوس استعدادهای درخشان

اصل لوشاتلیه در سال ۱۸۸٤ درباره تعادل شیمیایی بیان شد. این اصل بیان می‌کند اگر یک تغییر (مانند فشار، دما یا غلظت یک واکنش‌دهنده) به یک سیستم در حالت تعادل اعمال شود، تعادل به گونه‌ای در جهت مخالف، واکنش را به پیش می‌برد. عده‌ای نیز این اصل ترمودینامیک را در علوم انسانی و علوم اقتصادی، کارآمد می‌دانند. این اصل علمی به ما می‌آموزد که با یک تغییر کوچک می‌توان مسیر حرکت را برعکس نمود. آن تغییر کوچک شاید هم آن‌طور هزینه‌بر نباشد، اما می‌باید ان را بیابیم و اعمال کنیم.

ما می‌باید ایران را با ایرانی بسازیم، محور اصلی توسعه پایدار کشور پرورش و حفظ نیروی انسانی دانا است. دانایی، توانایی و دارایی است. یک اصل مهم برای ماندگاری، رضایت‌مندی و شاد زیستن است. در شرایط مشکل روزگار می‌باید درون را آباد نمود چون بیرون دریچه درون است. قدرت بزرگ برای انسان ایجاد توازن فطرت با طبیعت است.

یکی از زوایای مهم زندگی، سبک زندگی با مولکول‌های سخاوتمند است که می‌توان با آنها انس گرفت. رضایت از زندگی با ترکیبات شیمیایی-عصبی مغز مرتبط است. اکسی‌توسین – سروتونین – دوپامین به‌عنوان هورمون‌های رضایت‌مندی و شادی شناخته می‌شوند که افزایش آن در روابط اجتماعی باعث می‌شود فرد موجی از احساسات مثبت را دریافت کند. اکسی‌توسین یک هورمون است که در هیپوتالاموس مغز ترشح می‌شود. این هورمون چندمنظوره با کاهش سطح استرس و اضطراب و ایجاد ثبات فیزیولوژیکی زمینه سخاوت، اعتماد و رفتارهای نوع‌دوستانه را فراهم می‌کند. رابطه چندوجهی نظام‌های زیستی، باورهای معنوی و رضایت از زندگی موضوع بسیار جالبی است که نیازمند رویکردی برای شناسایی جنبه‌های مختلف آن است. شناسایی مبانی ملکولی عصبی- شیمیایی رفتارهای فردی- اجتماعی افراد در سنین مختلف می‌تواند راه را برای دستیابی به نتایج روشن در چگونگی ایجاد رضایت از زندگی و ارتباط آن با بهزیستی هموار کند.

هر اندیشمندی بیاندیشد که آن تغییر کوچک که موجب واکنش معکوس می‌شود چیست و ان را با نگرش مثبت اعمال کند و یا به مراکز اثرگذار پیشنهاد نماید.

علی‌اکبر موسوی‌موحدی

سردبیر

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.1.3

بررسی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۲۱

علی اکبر صبوری[۱،*]

چکیده

در سال ۲۰۲۱، بر اساس تعداد نمایه‌های ثبت شده در پایگاه وبگاه علم مؤسسه اطلاعات علمی کلاریویت آنالیتیکس، در مجموع سه حوزه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر، پنج کشور نخست به ترتیب میزان مشارکت آنها در تولید اسناد علمی امریکا، چین، انگلستان، آلمان و ایتالیا بوده‌اند. چین با ۲۴/۷ درصد مشارکت در اسناد علمی نمایه شده در حوزه علوم برتر از امریکا با مشارکت ۲۳/۱ درصدی بوده است. صرف‌نظر از رشد بسیار چشمگیر چین، دو کشور هند و عربستان سعودی، بیشترین رشد را در اسناد علمی در طول سه سال اخیر داشته‌اند. جمهوری اسلامی ایران، در سالهای ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ میزان مشارکت ۱/۹ درصدی داشته است اما در سال ۲۰۲۱ به ۱/۸ درصد کاهش یافته است. تعداد اسناد علمی منتشر شده ایران در حوزه علوم ۵۰۹۰۰ (۲/۰۵ درصد مقدار جهانی و رتبه شانزدهم جهان)، در علوم اجتماعی ٤٢٩٦ (۱/۰۰ درصد مقدار جهانی و رتبه بیست و نهم جهان) و در علوم انسانی و هنر ۲۷۳ (۰/۲۷ درصد مقدار جهانی و رتبه سی و هشتم جهان) و در مجموع ۵۲۲۳۰ (۱/۸۹ درصد مقدار جهانی و رتبه شانزدهم) می‌باشد. نسبت به سال قبل میلادی (۲۰۲۰)، رتبه ایران تغییری نداشته است. در ضمن، در نمایه استنادی نشریات نوظهور (**ESCI**)، با ثبت ۱۲۰٤۳ نمایه و سهم سه درصدی جهان، ایران در رتبه دوازدهم تولید این اسناد قرار گرفته است. ایران با ۷۹٤ مقاله پرارجاع و ۷۳ مقاله داغ چاپ شده در سال ۲۰۲۱، به ترتیب سهم مشارکتی ۳/٤ درصدی و ۳/۲ درصدی داشته است. رتبه جهانی ایران در مجموع مقالات پرارجاع و داغ ١٦ می‌باشد. غالب نشریاتی که تعداد مقالات ایران در آنها زیاد است، در چارکهای اول و دوم (**Q1** و **Q2**) می‌باشند. سه ناشر مشهور بین‌المللی الزویر، اشپرینگر-نیچر و وایلی، به ترتیب با انتشار ١٦٥٤٩، ١٠٨٤٧ و ٤٢٧٦ سند، نقش اول را در انتشارات اسناد علمی ایران داشته‌اند. دانشگاه علوم پزشکی تهران با انتشار ٤٤٦٨ (٨/٥ درصد کشور) و دانشگاه تهران با انتشار ٤١٥٥ (٨/٠ درصد کشور) سند علمی به ترتیب در مقام اول و دوم دانشگاه های کشور از نظر کمیّت تولید اسناد علمی قرار گرفته‌اند. سهم این دو دانشگاه در طول پنج سال گذشته همواره شانزده درصد اسناد علمی کشور بوده است. دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه علوم پزشکی ایران، به ترتیب، رتبه‌های سوم تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند.

واژگان کلیدی: کمیّت اسناد علمی، کیفیّت اسناد علمی، همکاری علمی، مشارکت دانشگاهی، وبگاه علم، کلاریویت آنالیتیکس

* عهده‌دار مکاتبات، استاد ممتاز، تلفن: ۶۶۹۵۶۹۸۴، دورنگار: ۶۶۴۰۴۶۸۰، آدرس الکترونیکی saboury@ut.ac.ir

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

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.2.4

مقدمه

در ادامه ارزیابی سالانه اسناد علمی[۱] منتشر شده کشور از سال ۱۳۸۲ هجری شمسی (مطابق با سال ۲۰۰۲ میلادی)، با استفاده از نمایه‌های ثبت شده در پایگاه اطلاعات علمی وبگاه علم[۲] (WOS) مؤسسه کلاریویت آنالیتیکس[۳] [۱-۲۰]، اکنون با گذشت پنج ماه از سال ۲۰۲۲ میلادی، نوبت به تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به اسناد علمی کشور، انتشار یافته در سال ۲۰۲۱ است، می‌باشد. وبگاه علم مؤسسه کلاریویت آنالیتیکس دارای سه نمایه اصلی (هسته اصلی) علوم بسط داده شده[۴] (SCI-E) با پوشش ۹۵۴۰ نشریه، علوم اجتماعی[۵] (SSCI) با پوشش ۳۵۵۳ نشریه و علوم انسانی و هنر[۶] (A&HCI) با پوشش ۱۸۵۱ نشریه می‌باشد. از سال ۲۰۱۵ میلادی، نمایه جدیدی تحت عنوان نمایه استنادی نشریات نوظهور[۷] (ESCI) به مجموعه وبگاه علم افزوده شده است که در حال حاضر ۸۰۸۲ نشریه را تحت پوشش دارد. اینها نشریات جدیدی هستند که مورد ارزیابی برای تحت پوشش قرارگرفتن در نمایه‌های اصلی هستند.

در چند سال اخیر، به محض انتشار اسناد علمی به صورت برخط[۸]، نمایه می‌شوند و تاریخ انتشار آنها همان زمان برخط شدن و تحت نمایه زود دسترس[۹] ثبت می‌شوند. چنانچه مقاله‌ای به صورت برخط در سال ۲۰۲۰ منتشر یابد و در سال ۲۰۲۱ انتشار نهایی یابد، سال انتشار[۱۰] آن با اختصار PY و سال انتشار نهایی[۱۱] آن با اختصار FPY داده می‌شود. در استخراج داده‌های اطلاعات علمی از پایگاه وبگاه علم، با نوشتن کلمه FPY=2021 در عنوان بخش جستجوی پیشرفته مؤسسه و انتخاب یکی از بانک‌های علوم (SCIE)، علوم اجتماعی (SSCI) و علوم انسانی و هنر (A&HSCI) و یا همه بانک‌ها، نمایه‌های انتشار نهایی در سال ۲۰۲۱ استخراج و سپس تجزیه و تحلیل آنها با نرم‌افزار مؤسسه، در خصوص رده‌بندی موضوعات، مؤسسات، نوع سند و سال انتشار سند انجام و تدوین شد. به‌علاوه، وقتی نمایه‌ها بر اساس تعداد آنها در کشورهای مختلف بدست آمد، نمایه‌های به آدرس ایران جدا و مجدد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه، آمار سال‌های قبل هم به همین روش استخراج شد. در شمارش تعداد نمایه‌ها در هر حوزه، تمامی کل اسناد علمی نمایه شده (شامل تمام موارد مقاله، مقاله مروری، نامه، مقاله کنفرانسی، چکیده همایشی، اخبار علمی، موارد هیئت تحریره‌ای، خلاصه کتاب، اصلاحات و ...) مورد نظر قرار گرفت. استخراج داده‌ها در بیست و هفتم ماه پنجم میلادی (می) سال ۲۰۲۲ صورت گرفت تا داده‌های سال قبل میلادی تقریباً کامل باشد. البته، در آمارهای حاصله به مرور زمان تغییراتی در ماه‌های بعد اتفاق خواهد افتاد که چندان در تجزیه و تحلیل‌های ما مؤثر نخواهد بود.

مروری بر نمایه‌های سال ۲۰۲۱ جهان در وبگاه علم

در سال ۲۰۲۱، تعداد اسناد علمی نمایه شده در وبگاه علم، در حوزه علوم ۲۴۷۹۸۲۵ مورد، در حوزه علوم اجتماعی ۴۳۱۵۵۴ و در حوزه علوم انسانی بعلاوه هنر ۱۰۲۰۲۸ مورد و در مجموع سه حوزه ۲۷۵۷۷۳۴ مورد بوده است که نسبت به سال ۲۰۲۰ از رشد حدود پنج درصد برخوردار بوده است. از نظر نوع اسناد علمی، ۷۵ درصد مقاله کامل تحقیقاتی، ۷ درصد مقالات مروری، ۸ درصد چکیده مقالات کنفرانسی و ۱۰ درصد سایر موارد بوده است. ۹۸ درصد این اسناد به زبان انگلیسی بوده و تنها ۲ درصد آنها به زبان‌های مختلف دیگر (آلمانی، فرانسوی، اسپانیایی، چینی، روسی، ژاپنی، پرتغالی و ...) منتشر شده است.

تعداد کل نشریات در مجموع هر سه حوزه علوم، علوم اجتماعی، علوم انسانی و هنر برابر ۱۴۱۸۲ مورد بوده است که بیشترین آنها مربوط به الزویر (۲۰۶۸ تعداد، ۱۴/۵ درصد کل)، اشپرینگر-نیچر (۲۰۰۰ تعداد، ۱۴/۱ درصد کل)، تیلور-فرانسیس (۱۴۳۲ تعداد،

---

[1] Scientific Documents (Article, Review, Letter, proceeding paper, Meeting abstract, News item, Editorial,…)
[2] Web of Science (WOS)
[3] Clarivate Analytics
[4] Science Citation Index-Expanded (SCI-E)
[5] Social Science Citation Index (SSCI)
[6] Art & Humanities Citation Index (A&HCI)
[7] Emerging Sources Citation Index (ESCI)
[8] Online
[9] Early Access
[10] Publication Year (PY)
[11] Final Publication Year (FPY)

۱۰/۱ درصد) و وایلی (۱۳۳۷ تعداد، ۹/۴ درصد) می‌باشد. سه ناشر برتر از نظر تعداد نمایه‌سازی اسناد علمی، به ترتیب شامل الزویر، اشپرینگر–نیچر و وایلی می‌باشد. در جدول (۱) سهم دوازده ناشر برتر در سال ۲۰۲۱ نشان داده شده است. ۷۳ درصد نمایه‌های وبگاه علم به این دوازده ناشر برتر جهان اختصاص دارد.

جدول ۱: تعداد نمایه، درصد اسناد علمی، سال شروع فعالیت و کشور به‌همراه تعداد نشریه در نمایه‌های اصلی وبگاه علم برای دوازده ناشر برتر سال ۲۰۲۱

ردیف	نام ناشر	کشور (سال شروع)	تعداد نشریه	تعداد سند نمایه شده	درصد مشارکت
۱	Elsevier	هلند (۱۸۸۰)	۲۰۶۸	۶۳۲۶۱۷	۲۲/۹
۲	Springer-Nature	آلمان (۱۸۴۲)	۲۰۰۰	۳۲۱۸۰۷	۱۱/۷
۳	Wiley	امریکا (۱۸۰۷)	۱۳۳۷	۲۷۲۶۴۲	۹/۹
۴	MDPI	سویس (۱۹۹۶)	۹۹	۲۱۵۶۴۲	۷/۸
۵	Taylor & Francis	انگلستان (۱۸۵۲)	۱۴۳۲	۱۰۴۰۳۸	۳/۸
۶	Oxford Univ Press	انگلستان (۱۵۸۶)	۳۵۸	۸۱۶۶۴	۳/۰
۷	Frontier Media SA	سویس (۲۰۰۷)	۵۱	۷۷۵۶۱	۲/۸
۸	Lippincott Williams & Wilkins	امریکا (۱۸۹۰)	۲۱۶	۷۷۳۰۱	۲/۸
۹	IEEE	امریکا (۱۹۶۳)	۱۷۰	۶۴۷۰۴	۲/۳
۱۰	Sage	امریکا (۱۹۶۵)	۶۸۸	۶۳۱۳۹	۲/۳
۱۱	Am Chem Soc	امریکا (۱۸۷۹)	۵۹	۶۱۲۰۲	۲/۲
۱۲	Roy Soc Chem	انگلستان (۱۹۸۰)	۴۱	۳۶۶۱۹	۱/۳

در ۹ نشریه، هر کدام بیش از هشت هزار سند علمی منتشر شده است که فهرست آنها در جدول (۲)، تحت عنوان نشریات پرمقاله، آورده شده است. اغلب نشریات پرمقاله، از جمله نشریات دسترسی باز[1] هستند. در سال ۲۰۲۱، تعداد ۷۰۶۸۹۸ مقاله (۲۵/۶ درصد کل) به صورت دسترسی باز طلایی (پرداخت وجه توسط نویسنده) منتشر شده است. به‌علاوه، تعداد ۱۸۶۵۴۹ مقاله (۶/۸ درصد کل) به صورت دسترسی باز در نشریات هیبریدی منتشر شده است. تعداد ۱۷۵۲۰۲ مقاله (۶/۴ درصد کل) نیز به صورت مجانی برای خوانندگان به چاپ رسیده است.

جدول ۲: ده نشریه پرمقاله که بیشترین تعداد نمایه اسناد علمی منتشر شده در سال ۲۰۲۱ را در مجموعه نمایه‌های اصلی وبگاه علم به خود اختصاص داده‌اند.

ردیف	نام نشریه	نام ناشر	کشور	نمایه	تعداد سند نمایه شده
۱	Scientific Reports	Springer-Nature	آلمان	SCI-E	۲۴۴۹۰
۲	PLOS One	Public Library Science	امریکا	SCI-E	۱۶۵۹۹
۳	Sustainability	MDPI	سویس	SCI-E SSCI	۱۳۹۵۱
۴	International Journal of Molecular Sciences	MDPI	سویس	SCI-E	۱۳۶۷۷

[1] Open Access (OA)

۵	International Journal of Environmental Research and Public Health	MDPI	سویس	SCI-E SSCI	۱۳۲۵۸
۶	IEEE Access	IEEE	امریکا	SCI-E	۱۲۴۷۸
۷	Applied Sciences Basel	MDPI	سویس	SCI-E	۱۲۱۶۷
۸	Sensors	MDPI	سویس	SCI-E	۸۵۰۸
۹	Energies	MDPI	سویس	SCI-E	۸۴۶۱
۱۰	Materials	MDPI	سویس	SCI-E	۷۸۷۹

ده سازمان یا مؤسسه‌ای که بیشترین وابستگی[1] به آنها در اسناد علمی منتشرشده در سال ۲۰۲۱ قید شده است، همراه با تعداد نمایه‌های آنها، در جدول (۳) آورده شده است. دانشگاه‌های کالیفرنیا، هاروارد، لندن و تگزاس در این فهرست دیده می‌شوند. نیز نام ده بنگاه[2] که نقش مهمی در حمایت از تحقیقات داشته‌اند، همراه با تعداد سند مورد حمایت مالی از آنها، در جدول (۴) آورده شده است. این در حالی است که صندوق حمایت از پژوهشگران ایران[3] تنها از ۱۵۲۸ سند علمی در سال ۲۰۲۱ حمایت مالی نموده است.

جدول ۳: ده سازمان یا مؤسسه با بیشترین وابستگی در اسناد علمی منتشر شده در سال ۲۰۲۱ در مجموعه نمایه‌های اصلی وبگاه علم

ردیف	سازمان/مؤسسه	تعداد
۱	LEAGUE OF EUROPEAN RESEARCH UNIVERSITIES LERU	۱۴۵۹۶۱
۲	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	۶۷۵۳۵
۳	UNIVERSITY OF CALIFORNIA SYSTEM	۶۰۷۴۹
۴	UDICE FRENCH RESEARCH UNIVERSITIES	۵۰۳۸۰
۵	CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	۴۵۰۶۸
۶	HARVARD UNIVERSITY	۴۱۰۴۱
۷	UNIVERSITY OF LONDON	۴۰۵۴۴
۸	UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM	۲۹۹۵۶
۹	UNIVERSITY OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES CAS	۲۶۸۸۱
۱۰	RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES	۲۶۳۰۴

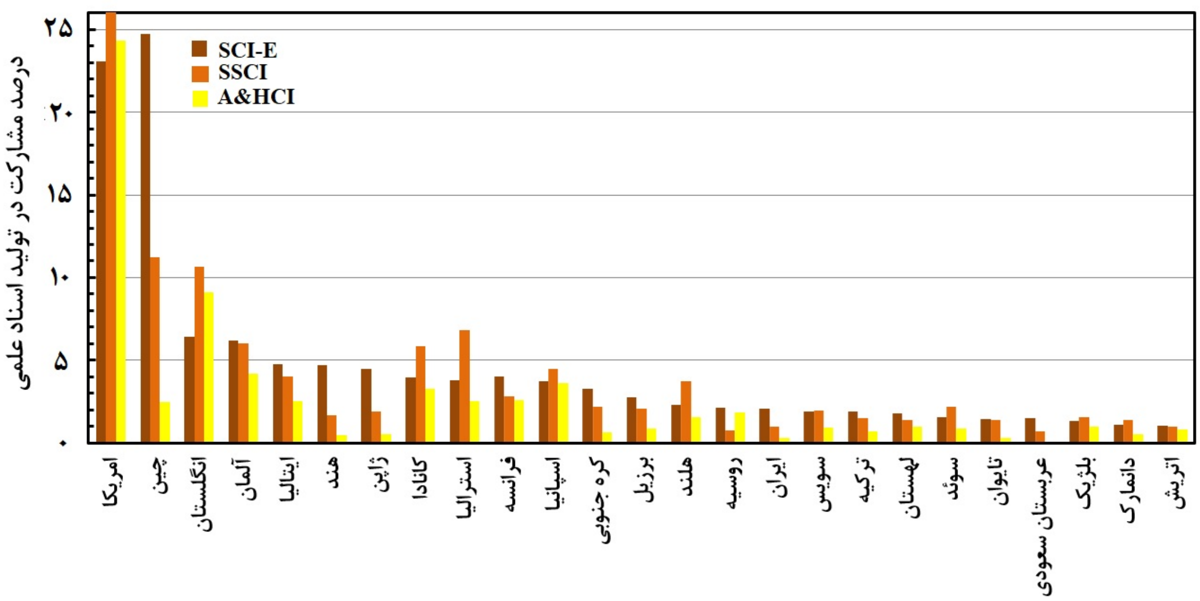
جدول ۴: ده بنگاه با بیشترین تعداد حمایت از سند علمی منتشر شده در سال ۲۰۲۱ در مجموعه نمایه‌های اصلی وبگاه علم

ردیف	سازمان/مؤسسه	تعداد
۱	National Natural Science Foundation Of China; NSFC	۳۵۲۱۰۷
۲	United States Department Of Health Human Services	۱۰۷۸۷۱
۳	National Institutes Of Health; NIH (USA)	۱۰۴۶۸۰
۴	European Commission	۸۵۶۷۴
۵	National Science Foundation; NSF	۵۶۶۷۵

1 Affiliation
2 Agency
3 INSF

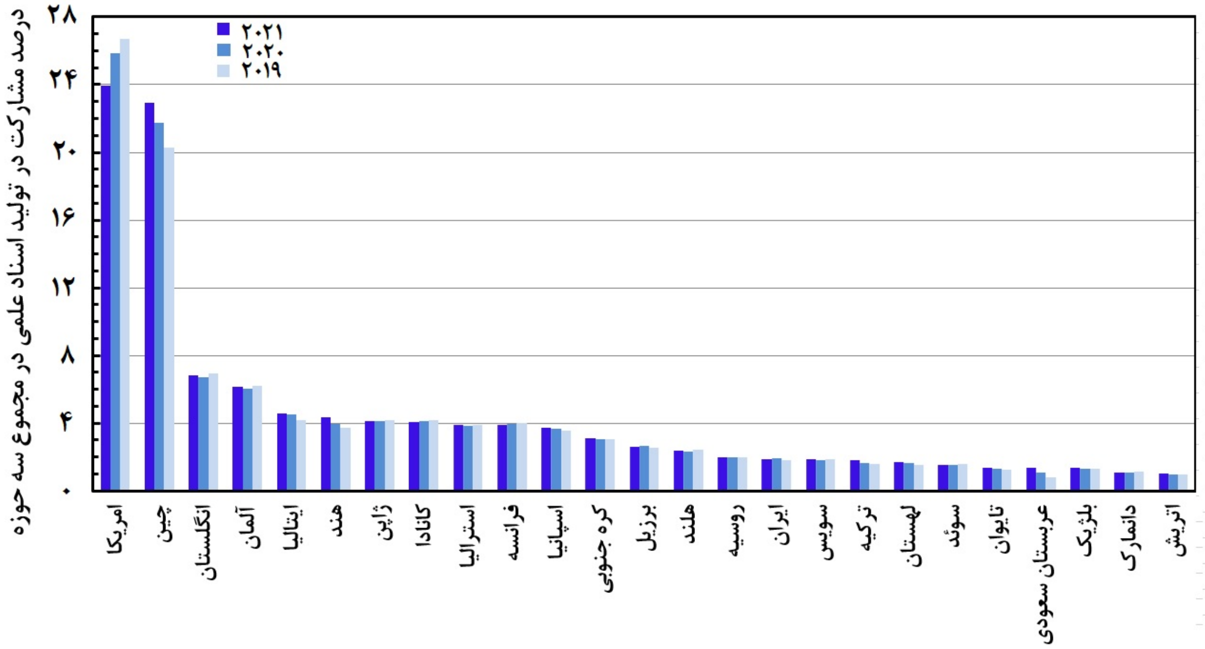
۴۲۷۳۳	Fundamental Research Funds For The Central Universities	۶
۴۰۲۸۰	Ministry Of Education Culture Sports Science And Technology Japan; MEXT	۷
۳۸۴۸۶	National Key Research and Development Program Of China	۸
۳۷۱۱۹	UK Research Innovation; UKRI	۹
۳۵۴۶۵	Japan Society For the Promotion of Science	۱۰

درصد مشارکت کشورهای برتر در تولید اسناد علمی، در هر یک از نمایه‌های علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر در سال ۲۰۲۱ میلادی در شکل (۱) نشان داده شده است. چین با ۲۴/۷ درصد مشارکت در اسناد علمی نمایه شده در حوزه علوم برتر از امریکا با مشارکت ۲۳/۱ درصدی بوده است. در حوزه علوم، پنج کشور نخست به‌ترتیب میزان مشارکت عبارتند از چین، امریکا، انگلستان، آلمان و ایتالیا. در حوزه علوم اجتماعی، پنج کشور نخست به‌ترتیب میزان مشارکت عبارتند از امریکا، چین، انگلستان، استرالیا و کانادا. در حوزه علوم انسانی و هنر، پنج کشور نخست به‌ترتیب میزان مشارکت عبارتند از امریکا، انگلستان، آلمان، اسپانیا و کانادا.



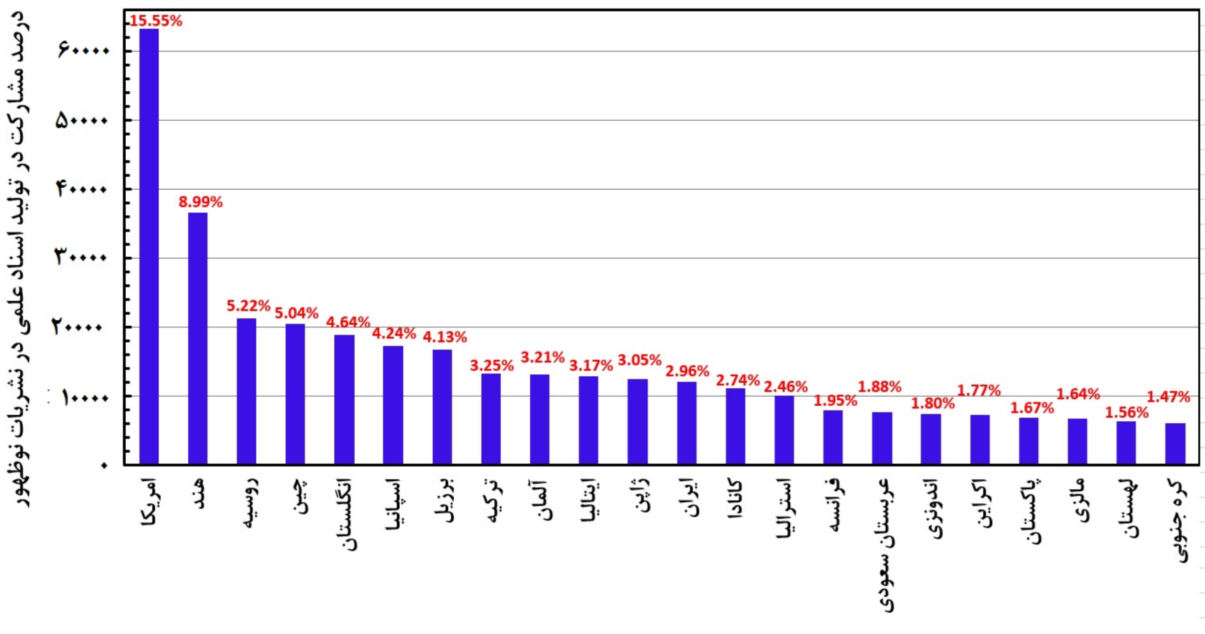
شکل ۱: درصد مشارکت کشورهای برتر تولید کننده اسناد علمی در سال ۲۰۲۱ در هر کدام سه حوزه علوم (SCI-E)، علوم اجتماعی (SSCI) و علوم انسانی به‌علاوه هنر (A&HCI).

در مجموع سه حوزه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر، میزان مشارکت کشورها در شکل (۲) نشان داده شده است. امریکا، چین، انگلستان، آلمان و ایتالیا پنج کشور برتر در تولید اسناد علمی در مجموع سه حوزه بوده‌اند. برای مقایسه، میزان مشارکت تمام کشورها در هر یک از سه سال اخیر (۲۰۲۱–۲۰۱۹) نشان داده شده است. در طول سه سال اخیر، سهم امریکا کاهشی و سهم چین افزایشی بوده است. صرف‌نظر از رشد بسیار چشمگیر چین، دو کشور هند و عربستان سعودی، بیشترین رشد را در اسناد علمی در طول سه سال اخیر داشته‌اند. جمهوری اسلامی ایران، در سالهای ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ میزان مشارکت ۱/۹ درصدی داشته است اما در سال ۲۰۲۱ به ۱/۸ درصد کاهش یافته است.



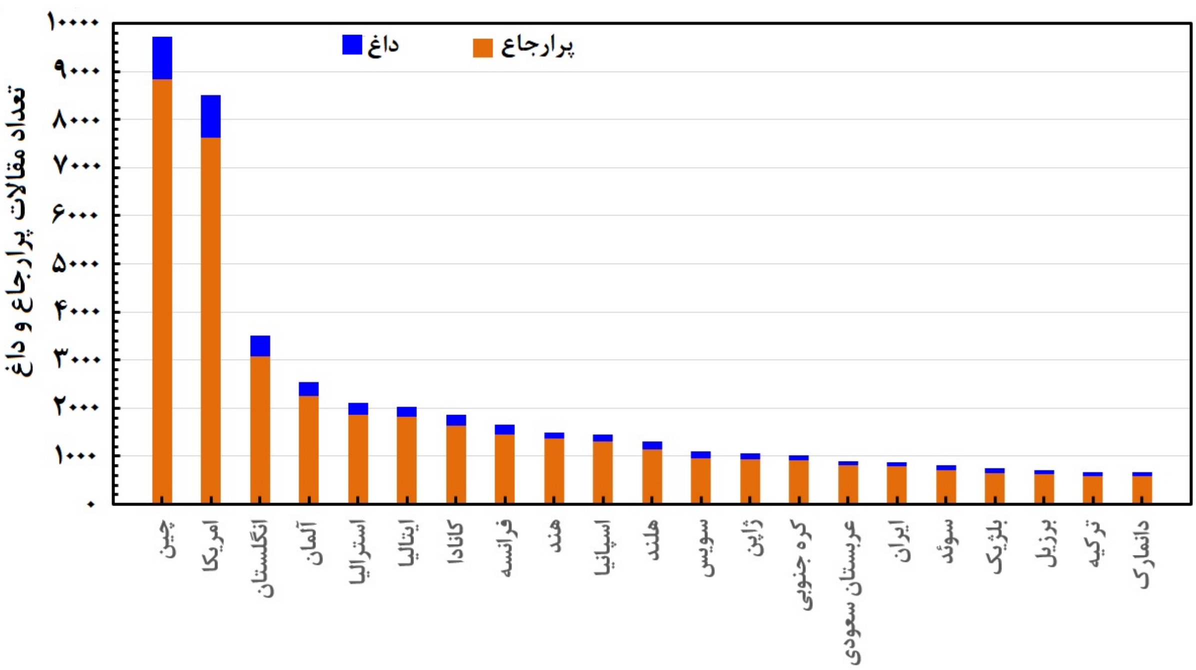
شکل ۲: درصد مشارکت کشورهای برتر تولید کننده اسناد علمی در مجموع سه حوزه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر در سه سال متوالی به تفکیک هر سال.

در سال ۲۰۲۱، تعداد ۸۰۸۲ نشریه، تحت عنوان نمایه استنادی نشریات نوظهور (ESCI)، موجب نمایه شدن ۴۰۶۶۴۳ سند علمی شدند. سهم ۲۲ کشوری که بیشترین تعداد نمایه را در این نشریات داشته‌اند در شکل (۳) نشان داده شده است. در این شکل، هم تعداد نمایه به صورت ستون‌هایی با ارتفاعات مختلف در هر کشور مشخص شده است و هم درصد مشارکت برای هر کشور بر روی ستون مربوطه قرار داده شده است. امریکا رتبه اول و ایران رتبه دوازده را به خود اختصاص داده است.



شکل ۳: تعداد اسناد نمایه شده در نشریات نوظهور در کشورهای مختلف با بیشترین میزان تولید در سال ۲۰۲۱. درصد مشارکت هر کشور در تولید این اسناد بر روی ستون مربوط به هر کشور ثبت شده است.

در تاریخ گزارش‌گیری آمارهای این مقاله، تعداد مقالات پرارجاع[1] و داغ[2] منتشر شده در سال ۲۰۲۱ به‌ترتیب برابر ۲۳۳۵۳ و ۲۲۵۲ بوده است. سهم هر کشور در مورد کشورهای پرتولید از این تعداد نمایه در شکل (۴) نشان داده شده است. در خصوص مقالات پرارجاع، به ترتیب چین، امریکا و انگلستان با سهم ۳۷/۹ ، ۳۲/۶ و ۱۳/۱ درصدی در رتبه‌های یک، دو و سه قرار دارند. در خصوص مقالات داغ، به ترتیب امریکا، چین و انگلستان با سهم ۴۰/۱، ۳۸/۸ و ۱۹/۲ درصدی در رتبه‌های یک، دو و سه قرار دارند. ایران با ۷۹۴ مقاله پرارجاع (سهم مشارکتی ۳/۴ درصد) و ۷۳ مقاله داغ (سهم مشارکتی ۳/۲ درصدی)، به ترتیب در جایگاه ۱۶ و ۲۵ جهان قرار دارد. عربستان سعودی با ۸۱۹ مقاله پرارجاع و ۸۱ مقاله داغ به ترتیب در رتبه ۱۵ و ۱۹ قرار دارد. در مجموع مقالات پرارجاع و داغ، رتبه چین بالاتر از امریکاست. نیز رتبه ایران در مجموع مقالات پرارجاع و داغ ۱۶ و برای عربستان سعودی ۱۵ می‌باشد. رتبه ترکیه نیز در مجموع بیستم است.



شکل ۴: تعداد اسناد نمایه شده پرارجاع و داغ در کشورهای برتر براساس مجموع هر سه نمایه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر که در سال ۲۰۲۱ منتشر شده‌اند.

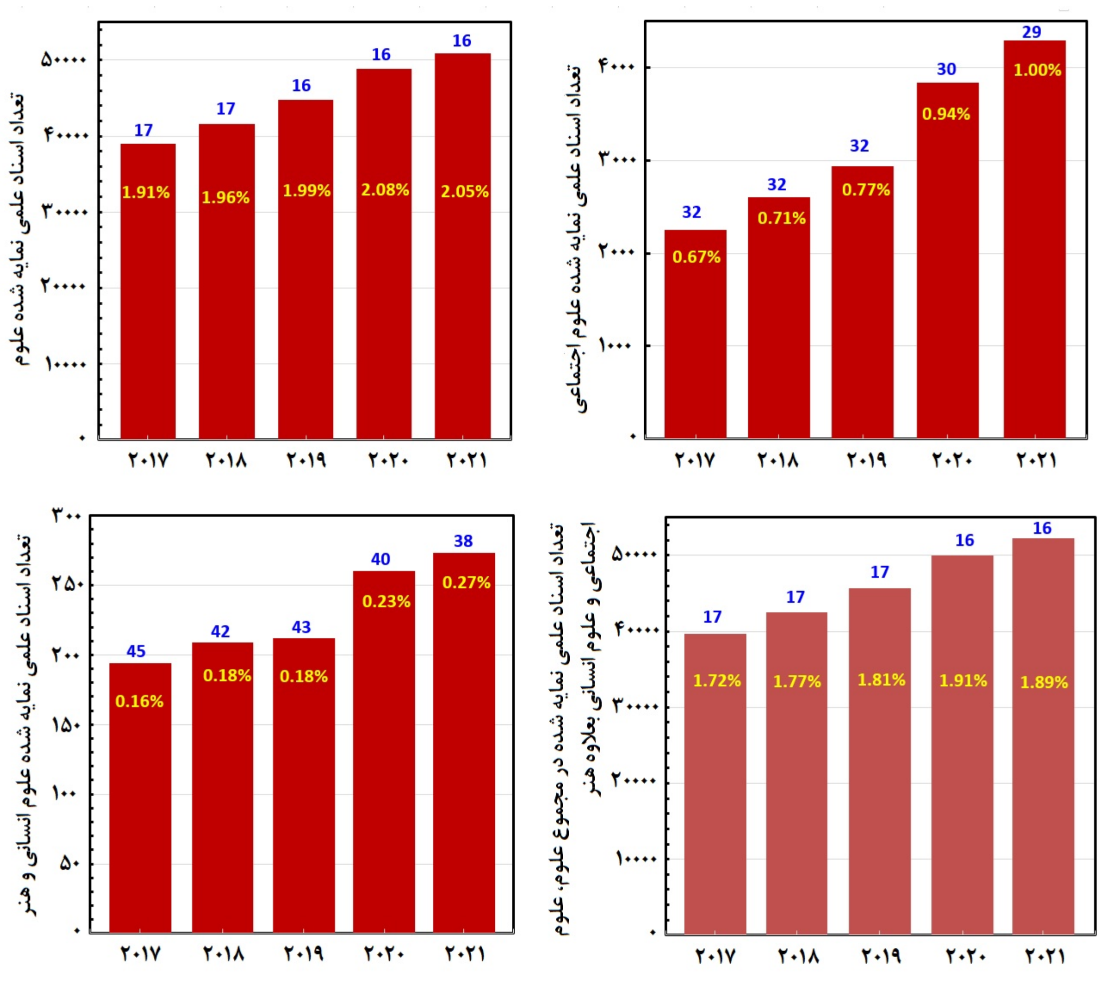
در تاریخ گزارش‌گیری آمارهای این مقاله (اواخر ماه می ۲۰۲۲)، تعداد اسناد علمی بی‌اعتبارشده[3] جهان در مجموع سه نمایه اصلی وبگاه علم به عدد ۸۷۰۳ مورد رسیده است که کشورهای چین (۱۵۰۸)، امریکا (۴۹۵)، ایران (۳۵۵)، هند (۳۱۹)، انگلستان (۲۴۹)، ژاپن (۱۶۰) و آلمان (۱۲۳) بیش از کشورهای دیگر سهم دارند. ۱۸۶ سند علمی بی‌اعتبار شده ایران (۵۲ درصد) متعلق به دانشگاه آزاد اسلامی است. از ۸۷۰۳ مورد سند علمی بی اعتبار شده، ۲۲۲۶ مورد فقط به اسنادی بر می‌گردد که در سال ۲۰۲۱ به چاپ نهایی رسیدند. در سال ۲۰۲۱، چین (۴۲۱)، انگلستان (۱۱۰)، امریکا (۹۳)، ایران (۷۵)، هند (۵۸)، سویس (۲۸) و آلمان (۲۶) بیشترین سهم را در بی‌اعتباری اسناد علمی سال ۲۰۲۱ داشته‌اند.

مروری بر نمایه‌های سال ۲۰۲۱ ایران در وبگاه علم

در سال ۲۰۲۱، تعداد اسناد علمی منتشر شده ایران در حوزه علوم ۵۰۹۰۰ (۲/۰۵ درصد مقدار جهانی و رتبه شانزدهم جهان)،

[1] Highly-Cited Article
[2] Hot Article
[3] Retraction

در علوم اجتماعی ۴۲۹۶ (۱/۰۰ درصد مقدار جهانی و رتبه بیست و نهم جهان) و در علوم انسانی و هنر ۲۷۳ (۰/۲۷ درصد مقدار جهانی و رتبه سی و هشتم جهان) و در مجموع ۵۲۲۳۰ (۱/۸۹ درصد مقدار جهانی و رتبه شانزدهم) می‌باشد. نسبت به سال قبل میلادی (۲۰۲۰)، رتبه ایران تغییری نداشته است. در ضمن، در نمایه استنادی نشریات نوظهور (ESCI)، با ثبت ۱۲۰۴۳ نمایه و سهم سه درصدی جهان، ایران در رتبه دوازدهم تولید این اسناد قرار گرفته است. در شکل (۱) روند تغییرات تعداد اسناد علمی کشور، در هر کدام از سه حوزه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر و همچنین در مجموع این سه حوزه در طول پنج سال اخیر نشان داده شده است. هرچند شاهد رشد تعداد اسناد علمی کشور به‌صورت تدریجی در پنج سال اخیر هستیم، اما میزان مشارکت جهانی کشور، به‌ویژه در حوزه علوم که همواره تعیین‌کننده بوده است متوقف شده و حتی در سال اخیر میلادی کاهش پیدا کرده است. به عبارت دیگر، رشد تعداد اسناد علمی کشور همگام با رشد جهانی نبوده است.



شکل ۵: تعداد اسناد علمی نمایه شده، به تفکیک در هر کدام از سه حوزه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر و همچنین در مجموع سه حوزه، در پنج سال اخیر بر مبنای وبگاه علم مؤسسه کلاریویت آنالیتیکس. در داخل هر ستون میزان درصد مشارکت ایران و در بالای هر ستوان رتبه جهانی کشور ثبت شده است.

سه ناشر مشهور بین‌المللی الزویر، اشپرینگر-نیچر و وایلی، به ترتیب با انتشار ۱۶۵۴۹، ۱۰۸۴۷ و ۴۲۷۶ سند، نقش مهمی در انتشارات اسناد علمی ایران داشته‌اند. در جدول (۵)، سهم ناشران عمده در انتشارات اسناد علمی ایران مشخص شده است.

جدول ۵: سهم ناشران مختلف در انتشارات اسناد علمی ایران در سال ۲۰۲۱. تنها نام ناشرانی آورده شده است که بیش از ۴۰۰ سند علمی به آدرس ایران چاپ کرده باشند.

ردیف	نام ناشر	تعداد اسناد	درصد سهم
۱	Elsevier	۱۶۵۴۹	۳۱/۷
۲	Springer-Nature	۱۰۸۴۷	۲۰/۸
۳	Wiley	۴۲۷۶	۸/۲
۴	Taylor & Francis	۲۸۰۳	۵/۴
۵	MDPI	۲۰۱۷	۳/۹
۶	IEEE	۱۱۹۴	۲/۳
۷	Sage	۹۵۸	۱/۸
۸	Hindawi	۷۳۴	۱/۴
۹	Frontiers Media SA	۵۸۱	۱/۱
۱۰	Nature Portfolio	۵۳۱	۱/۰
۱۱	Royal Soc Chem	۵۲۸	۱/۰
۱۲	LOP Publishing Ltd	۴۵۵	۰/۹
۱۳	Am Chem Soc	۴۴۳	۰/۸۵
۱۴	Bentham Sci Publ Ltd	۴۱۴	۰/۷۹
۱۵	Oxford Univ Press	۴۰۷	۰/۷۸

در ۲۰ نشریه، هر کدام بیش از ۱۵۰ سند علمی منتشر شده است که فهرست آنها در جدول (۶) آورده شده است. در مجموع ۴۶۴۰ مقاله که ۹ درصد مقالات ایران را در برگرفته است در این بیست نشریه منتشر شده است. صرف‌نظر از دو نشریه ایرانی در این فهرست که از جمله نشریات باکیفیت داخلی می‌باشند، بقیه از نشریات باکیفیت بالا در عرصه بین‌المللی می‌باشند و این نشانه افزایش کیفیت تحقیقات پژوهشگران ایرانی است. اشاره قبل از این، مبنی بر سهم ۳/۴ درصدی از مقالات پرارجاع و ۳/۲ درصدی از مقالات داغ ایران از اسناد علمی منتشر شده در سال ۲۰۲۱، دلیل دیگری بر کیفیت مناسب انتشارات کشور است.

در سال ۲۰۲۱، تعداد ۱۱۰۵۳ مقاله (۲۱/۲ درصد کل) به صورت دسترسی باز طلایی (پرداخت وجه توسط نویسنده) منتشر شده است. به‌علاوه، تعداد ۱۲۷۵ مقاله (۲/۴ درصد کل) به صورت دسترسی باز در نشریات هیبریدی منتشر شده است. تعداد ۱۹۲۳ مقاله (۳/۷ درصد کل) نیز به صورت مجانی برای خوانندگان به چاپ رسیده است.

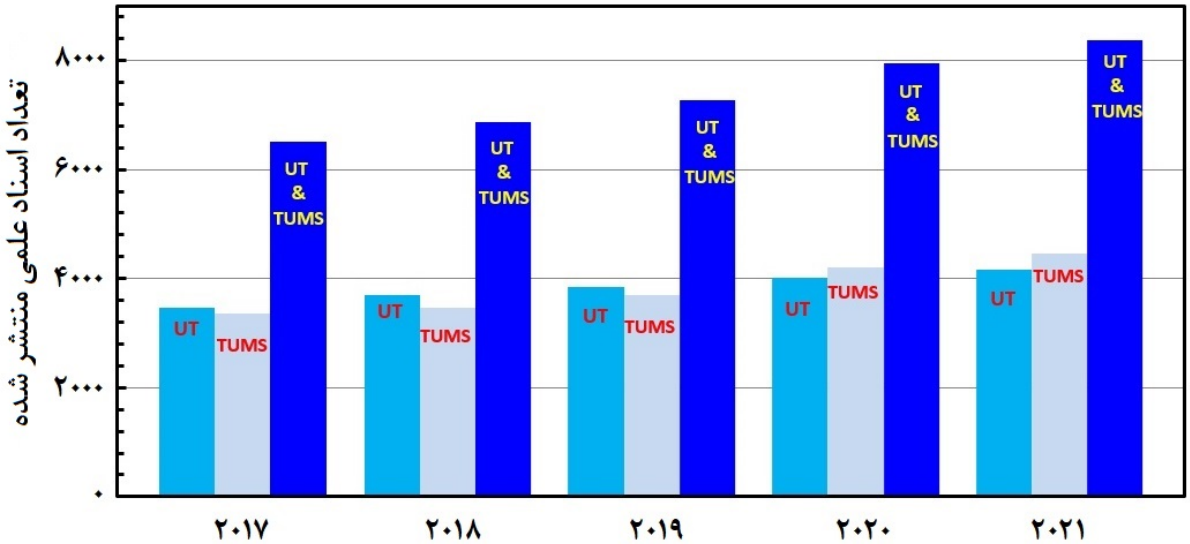
جدول ۶: بیست نشریه که بیشترین تعداد نمایه اسناد علمی منتشر شده ایران در سال ۲۰۲۱ را در مجموعه نمایه‌های اصلی وبگاه علم به خود اختصاص داده‌اند.

ردیف	نام نشریه	نام ناشر کشور	نمایه	چارک IF	تعداد سند نمایه شده
۱	Scientific Reports	Springer-Nature آلمان	SCI-E	Q1 4.38	۶۹۵
۲	Journal of Molecular Liquids	Elsevier هلند	SCI-E	Q1 6.17	۴۱۴

۳	Environmental Science and Pollution Research	Springer-Nature آلمان	SCI-E	Q1 4.22	۳۲۶
۴	IEEE Access	IEEE امریکا	SCI-E	Q1 3.37	۲۳۷
۵	Journal of Cleaner Production	Elsevier هلند	SCI-E	Q1 9.30	۲۳۵
۶	Journal of Thermal Analysis and Calorimetry	Springer-Nature آلمان	SCI-E	Q2 4.62	۲۲۳
۷	Sustainability	MDPI سویس	SCI-E SSCI	Q2 3.25	۲۲۳
۸	International Journal of Biological Macromolecules	Elsevier هلند	SCI-E	Q1 6.95	۲۲۲
۹	Ceramics International	Elsevier هلند	SCI-E	Q1 4.53	۱۸۸
۱۰	RSC Advances	Royal Society of Chemistry انگلستان	SCI-E	Q2 3.36	۱۸۸
۱۱	Construction and Building Materials	Elsevier هلند	SCI-E	Q1 6.14	۱۸۳
۱۲	Scientica Iranica	دانشگاه صنعتی شریف ایران	SCI-E	Q3 1.44	۱۸۳
۱۳	Structures	Elsevier هلند	SCI-E	Q2 2.98	۱۸۳
۱۴	European Physical Journal Plus	Springer-Nature آلمان	SCI-E	Q1 3.91	۱۸۰
۱۵	PLOS One	Public Library Science امریکا	SCI-E	Q2 3.24	۱۶۴
۱۶	Journal of Environmental Chemical Engineering	Elsevier هلند	SCI-E	Q1 5.91	۱۶۱
۱۷	International Journal of Hydrogen Energy	Elsevier هلند	SCI-E	Q2 5.82	۱۶۰
۱۸	Journal of Molecular Structure	Elsevier هلند	SCI-E	Q3 3.20	۱۶۰
۱۹	Iranian Journal of public Health	دانشگاه علوم پزشکی تهران ایران	SCI-E SSCI	Q4 1.43	۱۵۸
۲۰	Energy	MDPI سویس	SCI-E	Q1 7.15	۱۵۷

میزان مشــارکت دانشــگاه‌های ایران در تولید اســناد علمی منتشر شده در سال ۲۰۲۱

دانشگاه علوم پزشکی تهران با انتشار ۴۴۶۸ (۸/۵ درصد کشور) و دانشگاه تهران با انتشار ۴۱۵۵ (۸/۰ درصد کشور) سند علمی به ترتیب در مقام اول و دوم دانشگاه‌های کشور از نظر کمیّت تولید اسناد علمی قرار گرفته‌اند. اکنون دو سال پیاپی است که از نظر تعداد اسناد علمی، سهم دانشگاه علوم پزشکی تهران بیش از دانشگاه تهران است. شکل (۶) سهم این دو دانشگاه در رده اول و دوم را در طول پنج سال گذشته نشان می‌دهد. در این مدت همواره شانزده درصد اسناد علمی کشور متعلق به مجموعه این دو دانشگاه بوده است. در سال ۲۰۲۱ تعداد ۲۶۱ سند مشترک برای دو دانشگاه ثبت شده است که در حد سال گذشته (۲۶۴ مورد در سال ۲۰۲۰) می‌باشد. مجموعه کل دانشگاه‌های آزاد اسلامی کشور، با انتشار ۸۲۹۵ سند علمی در سال ۲۰۲۱ میلادی توانسته است ۱۵/۹ درصد اسناد علمی کشور را منتشر نماید.



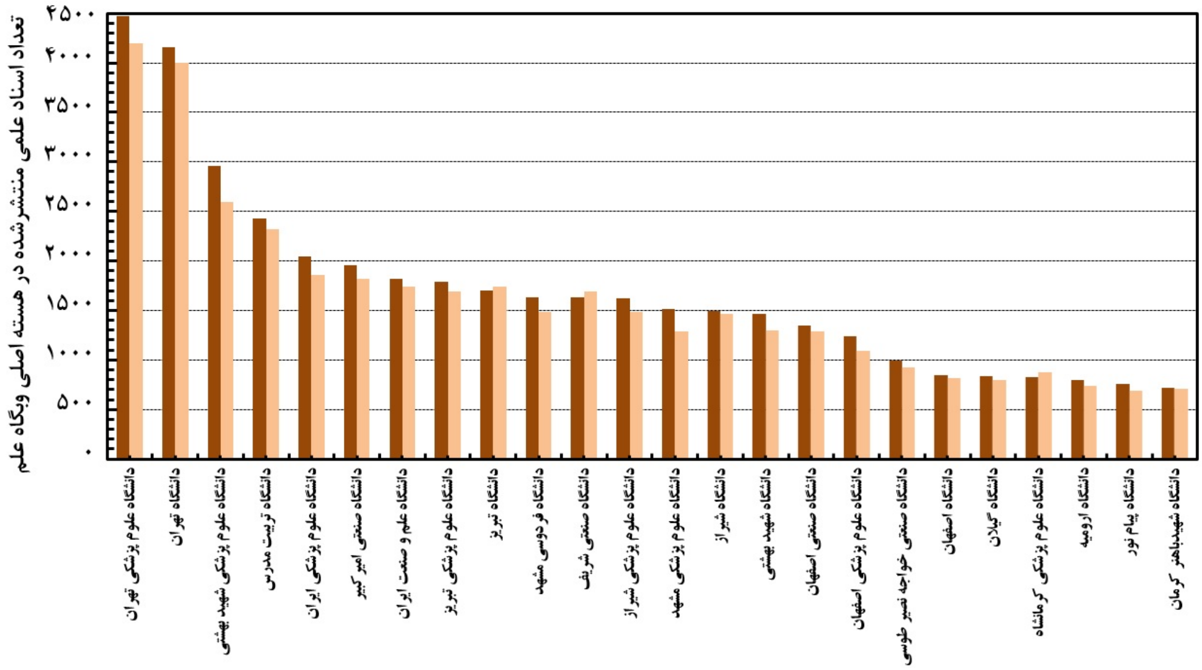
شکل ۶: سهم دو دانشگاه تهران (UT) و علوم پزشکی تهران (TUMS) در تولید اسناد علمی سال ۲۰۲۱، در مجموع هر سه حوزه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر. نیز سهم مجموع این دو دانشگاه (UT & TUMS) در کشور نشان داده شده است که از جمع دو مقدار دانشگاه به‌خاطر چند صد مقاله مشترک کمتر است.

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی با انتشار ۲۹۶۱ (۵/۷ درصد کشور)، دانشگاه تربیت مدرس با انتشار ۲۴۲۴ (۴/۶ درصد کشور) و دانشگاه علوم پزشکی ایران با انتشار ۲۰۴۲ (۳/۹ درصد کشور) سند علمی، همانند سال قبل (۲۰۲۰) به ترتیب در رتبه‌های سوم تا پنجم قرار دارند. در شکل (۷) میزان تولید اسناد علمی دانشگاه‌های با بیش از ۷۰۰ نمایه در سال ۲۰۲۱، همراه با مقدار آن در سال گذشته قبل میلادی (۲۰۲۰) برای مقایسه نشان داده شده است.

مشارکت ایران با کشورهای مختلف در تولید اسناد علمی

بسیاری از چالش‌های جهانی مشترک بوده و نیازمند سرمایه‌گذاری مشترک در تحقیقات علمی برای حل مشکلات هستند. از جمله راهکارهای مؤثر کشورهای مختلف در به‌کارگیری امکانات و منابع جهان برای غلبه بر چالش‌های جهانی و حل مشکلات درونی کشور، استفاده از دیپلماسی علمی است زیرا علم مؤلفه اصلی قدرت و ثروت می‌باشد. کشورها به دنبال رقابت در همکاری برای توسعه علمی خود می‌باشند. در طول دو دهه اخیر، با رشد علمی کشور، همکاری‌های علمی بین‌المللی نیز رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. علی‌رغم درگیری جهان در سالهای ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ با ویروس کوید-۱۹ که محدودیت‌های زیادی در رفت و آمدها ایجاد نمود، همکاری‌های علمی کشور از رشد خوبی برخوردار بوده است. تعداد اسناد علمی ایران که در هسته اصلی وبگاه علم (علوم، علوم اجتماعی، علوم انسانی به‌علاوه هنر) با مشارکت دیگر

کشورها، در سال ۲۰۲۱ نمایه شده است در شکل (۸) نشان داده شده است و با سال ۲۰۲۰ مقایسه شده است. همواره بیشترین همکاری علمی با کشور ایالات متحده امریکا بوده است. در ۴۲۸۷ سند علمی ایران (۸/۲ درصد از اسناد ایران)، آدرس امریکا هم به عنوان شریک اول علمی در سال ۲۰۲۱ آمده است. چین، کانادا، استرالیا، انگلستان، آلمان و ایتالیا شرکای علمی بعدی ایران می‌باشند. نسبت به سال قبل (۲۰۲۰)، همکاری علمی با تمام کشورها از رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است.



شکل ۷: سهم دانشگاه‌های مختلف ایران در انتشار اسناد علمی در مجموع سه نمایه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر (هسته اصلی) وبگاه علم در سال ۲۰۲۱ (ستون‌های قهوه‌ای) در مقایسه با سال ۲۰۲۰ (ستون‌های نارنجی). نام دانشگاه‌های دارای کمتر از ۷۰۰ سند علمی در سال ۲۰۲۱ حذف شده است.

پراکندگی موضوعی اسناد علمی منتشر شده ایران در سال ۲۰۲۱

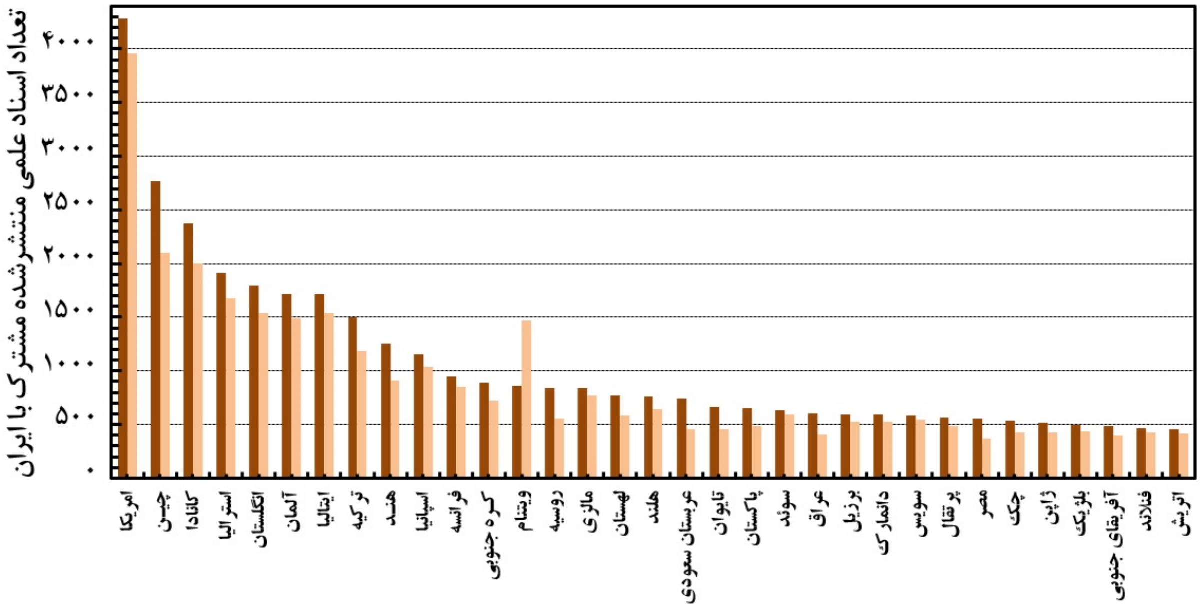
از نظر موضوعی در سال ۲۰۲۱، مهندسی (با ۱۱۵۴۸ سند، ۲۲/۱ درصد اسناد کشور)، شیمی (با ۶۶۴۸ سند، ۱۲/۷ درصد اسناد کشور)، علم مواد (با ۴۸۴۳ سند، ۹/۳ درصد اسناد کشور) و فیزیک (با ۴۱۲۹ سند، ۷/۹ درصد اسناد کشور) پیشتاز موضوع تحقیقات بوده‌اند. البته دقت شود که مهندسی مجموعه‌ای از رشته‌هاست، در حالی که شیمی مجموعه‌ای از گرایش‌هاست.

در سال ۲۰۲۱، در موضوع مهندسی، چین (۳۹/۶ درصد اسناد)، امریکا (۱۲/۹ درصد اسناد) و هند (۶/۵ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۳/۷ درصدی از اسناد مهندسی در رتبه هفتم قرار دارد. کره جنوبی، انگلستان و آلمان در مکان چهارم تا ششم جدول قرار دارند. عربستان سعودی با سهم ۲/۰ درصدی در رتبه پانزدهم قرار گرفته است.

در موضوع شیمی، چین (۳۵/۳ درصد اسناد)، امریکا (۱۲/۶ درصد اسناد) و هند (۶/۵ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۲/۵ درصدی از اسناد شیمی در رتبه سیزدهم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۲/۲ درصدی در رتبه پانزدهم قرار گرفته است.

در موضوع علم مواد، چین (۴۱/۰ درصد اسناد)، امریکا (۱۳/۰ درصد اسناد) و هند (۶/۸ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۲/۳۷ درصدی از اسناد علم مواد در رتبه پانزدهم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۲/۴۳ درصدی در رتبه چهاردهم (یک رتبه بالاتر از ایران) قرار گرفته است.

در موضوع فیزیک، چین (۳۱/۹ درصد اسناد)، امریکا (۱۵/۷ درصد اسناد)، آلمان (۷/۸ درصد اسناد) و هند (۷/۴ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا چهارم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۲/۲۶ درصدی از فیزیک در رتبه پانزدهم قرار دارد. عربستان سعودی



شکل ۸: تعداد اسناد علمی منتشر شده مشترک ایران با دیگر کشورها در سال ۲۰۲۱ (ستون قهوه‌ای) که با مقدار سال ۲۰۲۰ (ستون نارنجی) مقایسه شده است.

با سهم ۲/۴۵ درصدی در رتبه سیزدهم (دو رتبه بالاتر از ایران) قرار گرفته است.

در موضوع مکانیک، چین (۳۸/۰ درصد اسناد)، امریکا (۱۴/۴ درصد اسناد) و هند (۹/۶ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۴/۶ درصدی از اسناد مکانیک در رتبه هفتم قرار دارد. کشورهای انگلستان، فرانسه و آلمان در رتبه‌های چهارم تا ششم قرار دارند. عربستان سعودی با سهم ۱/۷ درصدی در رتبه هفدهم قرار گرفته است.

در موضوع ریاضیات، چین (۲۹/۲ درصد اسناد)، امریکا (۱۸/۷ درصد اسناد) و آلمان (۶/۳ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۳/۱ درصدی از اسناد ریاضیات در رتبه سیزدهم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۳/۲ درصدی در رتبه دوازدهم (یک رتبه بالاتر از ایران) قرار گرفته است.

در موضوع علوم کامپیوتر، چین (۳۸/۵ درصد اسناد)، امریکا (۱۵/۷ درصد اسناد) و هند (۸/۶ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۳/۱ درصدی از اسناد علوم کامپیوتر در رتبه سیزدهم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۳/۲ درصدی در رتبه دوازدهم (یک رتبه بالاتر از ایران) قرار گرفته است.

در موضوع زمین‌شناسی، چین (۳۵/۰ درصد اسناد)، امریکا (۲۰/۹ درصد اسناد) و آلمان (۸/۴ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۲/۴ درصدی از اسناد زمین‌شناسی در رتبه شانزدهم قرار دارد. عربستان سعودی در رتبه پایین‌تر از ۲۵ قرار گرفته است.

در موضوع بیوشیمی و زیست‌شناسی مولکولی، چین (۲۲/۰ درصد اسناد)، امریکا (۲۱/۶ درصد اسناد) و آلمان (۷/۲ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۱/۹ درصدی از اسناد بیوشیمی و زیست‌شناسی مولکولی در رتبه هفدهم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۱/۶ درصدی در رتبه بیست و یکم قرار گرفته است.

در موضوع زیست‌شناسی سلولی، چین (۳۰/۸ درصد اسناد)، امریکا (۲۱/۶ درصد اسناد) و آلمان (۷/۱ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۱/۶ درصدی از اسناد زیست‌شناسی سلولی در رتبه هفدهم قرار دارد. عربستان سعودی در رتبه پایین‌تر از ۲۵ قرار گرفته است.

در موضوع علوم گیاهی، چین (۲۹/۱ درصد اسناد)، امریکا (۱۷/۵ درصد اسناد) و هند (۶/۶ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۲/۱ درصدی از اسناد علوم گیاهی در رتبه شانزدهم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۱/۷ درصدی در رتبه بیست و یکم قرار گرفته است.

در موضوع کشاورزی، چین (۲۵/۵ درصد اسناد)، امریکا (۱۸/۴ درصد اسناد) و برزیل (۸/۵ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۲/۶ درصدی از اسناد

کشاورزی در رتبه سیزدهم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۱/۲ درصدی در رتبه بیست و یکم قرار گرفته است.

در موضوع علوم دامی، امریکا (۲۰/۷ درصد اسناد)، چین (۱۱/۵ درصد اسناد) و برزیل (۷/۶ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۲/۲ درصدی از اسناد علوم دامی در رتبه شانزدهم قرار دارد. عربستان سعودی در رتبه پایین‌تر از ۲۵ قرار گرفته است.

در موضوع داروشناسی و داروسازی، چین (۲۵/۵ درصد اسناد)، امریکا (۲۰/۵ درصد اسناد) و ایتالیا (۵/۸ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۲/۸ درصدی از اسناد داروشناسی و داروسازی در رتبه دوازدهم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۲/۳ درصدی در رتبه شانزدهم قرار گرفته است.

در موضوع پزشکی عمومی و داخلی، امریکا (۲۸/۴ درصد اسناد)، چین (۱۲/۰ درصد اسناد) و انگلستان (۸/۳ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۰/۷ درصدی از اسناد پزشکی عمومی و داخلی در رتبه سی قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۰/۹ درصدی در رتبه بیست و هفتم (سه رتبه بالاتر از ایران) قرار گرفته است.

در موضوع جراحی، امریکا (۳۴/۶ درصد اسناد)، چین (۹/۴ درصد اسناد) و انگلستان (۹/۰ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۰/۶۶ درصدی از اسناد جراحی در رتبه بیست و هشتم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۰/۷۲ درصدی در رتبه بیست و هفتم (یک رتبه بالاتر از ایران) قرار گرفته است.

در موضوع خون‌شناسی، امریکا (۳۳/۷ درصد اسناد)، چین (۲۳/۷ درصد اسناد) و ژاپن (۷/۸ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۰/۶ درصدی از اسناد خون‌شناسی در رتبه سی و یکم قرار دارد. عربستان سعودی با سهم ۰/۵ درصدی در رتبه سی و پنجم قرار گرفته است.

در موضوع علوم اعصاب و عصب شناسی، امریکا (۳۵/۸ درصد اسناد)، چین (۱۲/۸ درصد اسناد) و آلمان (۸/۲ درصد اسناد) در رتبه‌های اول تا سوم جهان بوده‌اند و ایران با سهم ۱/۲ درصدی از اسناد علوم اعصاب و عصب شناسی در رتبه بیست و یکم قرار دارد. عربستان سعودی در رتبه پایین‌تر از ۲۵ قرار گرفته است.

سخن آخر

اکنون سه دهه از رشد فعالیت پژوهشی کشور می‌گذرد و در دو دهه اول شاهد رشد کمیت و در دهه سوم شاهد رشد کیفیت انتشارات علمی کشور بوده‌ایم. با این حال، کمیت اسناد علمی کشور همواره در طول سه دهه اخیر رشد داشته و سهم ایران در تولید اسناد علمی همواره افزایش داشته است. اما در سال ۲۰۲۱، اگرچه تعداد اسناد علمی کشور نسبت به سال قبل افزایش داشته است اما این رشد همگام با رشد مقدار جهانی نبوده است و لذا سهم کشور ما کاهش اندکی را برای نخستین سال، پس از سی سال، تجربه نمود. در طول پنج سال گذشته، عربستان سعودی سرمایه‌گذاری زیادی در تحقیقات علمی نموده و برای کسب موقعیت علمی خود در جهان تلاش زیادی کرده و همکاری‌های علمی خود را در سطح بین‌المللی افزایش داده است. از این‌رو، شاهد رشد بسیار خوب اسناد علمی تولیدی این کشور هستیم، به‌طوری‌که اکنون عربستان با سهم ۱/۳۵ درصدی در رتبه ۲۲ و ایران با سهم ۱/۸۹ درصدی در رتبه ۱۶ تولید اسناد علمی قرار گرفته است. از نظر اسناد علمی پرارجاع و داغ، عربستان یک رتبه بالاتر از ایران است. در موضوعات علم مواد، فیزیک، ریاضیات، علوم کامپیوتر، جراحی، پزشکی عمومی و داخلی، عربستان سعودی از ایران پیشی گرفته است. برای تثبیت موقعیت خود در منطقه لازم است که شتاب علمی کشور متوقف نشود.

در طول دو دهه (هفتاد و هشتاد هجری)، کمیت تولید اسناد علمی مورد تشویق و سیاست‌گذاری بود و در طول دهه سوم (دهه نود هجری) کیفیت تولید اسناد علمی مورد تشویق و سیاست‌گذاری قرار گرفت و نتیجه مناسب هم به بار آمد و جایگاه علمی ایران در جهان ارتقا پیدا کرد. هم‌اکنون نظام تحقیقاتی کشور از برنامه واحدی و ثابتی تبعیت نکرده و دولتمردان ما سخن و سیاست واحدی در انتشارات علمی کشور نداشته‌اند. گاهی پژوهشگران کشور متهم به ناکارامدی شده و انتشارات علمی بین‌المللی کشور برای ارتقا اجنبی‌ها منتصب می‌شود. افرادی هم مرتب رشد کمیّت و کیفیّت انتشارات علمی کشور را انکار نموده و یا آن را بی‌ثمر و در خلاف وظایف دانشگاه‌ها معرفی می‌کنند. افرادی هم فریاد تحقیق کاربردی و کار برای جامعه و اثرگذاری اجتماعی می‌زنند و تحقیقات بنیادی را زیر سؤال می‌برند. غافل از اینکه رشد کمیّت و کیفیّت

انتشارات کشور، نه‌تنها ترمزی برای فعالیت در پژوهش‌های کاربردی نیست، بلکه محققان ما با تکیه بر دانش ایجاد شده خود و کسب قدرت علمی بیشتر در عرصه بین‌المللی قادر خواهند بود با دیپلماسی و مرجعیت علمی، جایگاه دیپلماسی سیاسی کشور را ارتقا داده و با جلب همکاری‌های مختلف در سطح جهان، اثرگذاری بهتری در جامعه خود داشته باشند. انتشارات بین‌المللی موجب افزایش توان و غرور ملی در عرصه علم، نوآوری، فناوری و صنعت و اثرگذاری اجتماعی بهتر می‌شود. تورم بیش از اندازه چند سال اخیر و بی‌مهری‌های اخیر نسبت به اعضای هیئت علمی در تأمین معیشت آنها، می‌تواند در کاهش انتشارات علمی کشور در سالهای آتی اثرگذار باشد و موجب مهاجرت نخبگان کشور شود. رابطه تنگاتنگی بین بی‌مهری به دانشمندان و در نتیجه سقوط علمی با مهاجرت نخبگان وجود دارد. توجه خاص نظام چین به دانشمندان خود، حمایت از تحقیقات علمی و جامعه دانشگاهی، همراه با رشد و شکوفایی علم در چین موجب برگشت دانشمندان چینی از اقصی نقاط جهان به کشورشان شده است (مهاجرت معکوس). پیشنهاد می‌شود که نظام تحقیقات کشور دارای ثبات در تصمیم درست و کارآمد و همچنین اعتماد به جامعه علمی و حمایت از آنها شود و در جهت تأمین معیشت آنها و شأن علم گام مؤثری بردارد تا بتواند دانشمندان خود را محفوظ نگهداشته و حتی موجب برگشت نخبگان به کشور شود.

منابع و مؤاخذ

[۱]. صبوری، علی اکبر. بررسی کارنامه پژوهشی ایران در سال ۲۰۰۲، رهیافت، شماره ۲۸، صفحات ۹۵-۷۸، ۱۳۸۱.

[۲]. صبوری، علی اکبر. مروری بر تولید علم در سال ۲۰۰۳، رهیافت، شماره ۳۱، صفحات ۲۳-۲۱، ۱۳۸۲.

[۳]. صبوری، علی اکبر و پورساسان، نجمه. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۴، رهیافت، شماره ۳۴، صفحات ۶۶-۶۰، ۱۳۸۳.

[۴]. صبوری، علی اکبر و پورساسان، نجمه. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۵، رهیافت، شماره ۳۷، صفحات ۵۲-۴۹، ۱۳۸۵.

[۵]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۶، رهیافت، شماره ۳۸، صفحات ۴۵-۴۰، ۱۳۸۶

[۶]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۷، رهیافت، شماره ۴۱، صفحات ۴۰-۳۵، ۱۳۸۶

[۷]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۸، رهیافت، شماره ۴۳، صفحات ۳۱-۲۱، ۱۳۸۷

[۸]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۹، نشاء علم، مجلد ۱، صفحات ۱۰-۶، ۱۳۸۹

[۹]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۱۰، نشاء علم، مجلد ۲، صفحات ۲۳-۱۶، ۱۳۹۰

[۱۰]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۱۱، نشاء علم، مجلد ۲، صفحات ۱۳-۶، ۱۳۹۱

[۱۱]. صبوری، علی اکبر. تولید اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۲، نشاء علم، مجلد ۳، صفحات ۱۰۳-۹۶، ۱۳۹۲

[۱۲]. صبوری، علی اکبر. تولید اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۳، نشاء علم، مجلد ۴، صفحات ۱۰۰-۹۴، ۱۳۹۳

[۱۳]. صبوری، علی اکبر. اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۴، نشاء علم، مجلد ۵، صفحات ۱۷-۶، ۱۳۹۴

[۱۴]. صبوری، علی اکبر. اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۵، نشاء علم، مجلد ۶، صفحات ۱۰۲-۹۲، ۱۳۹۵.

[۱۵]. صبوری، علی اکبر. اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۶، نشاء علم، مجلد ۷، صفحات ۷۹-۷۲، ۱۳۹۶.

[۱۶]. صبوری، علی اکبر. اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۷، نشاء علم، مجلد ۸، صفحات ۱۳-۱، ۱۳۹۷.

[۱۷]. صبوری، علی اکبر. ارزیابی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۸، نشاء علم، مجلد ۹، صفحات ۱۳-۲، ۱۳۹۸.

[۱۸]. صبوری، علی اکبر. ارزیابی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۹، نشاء علم، مجلد ۱۰، صفحات ۹۹-۶۸، ۱۳۹۹.

[۱۹]. صبوری، علی اکبر. چند ضرورت مهم برای پیشرفت علم در ایران، نشاء علم، مجلد ۱۱، صفحات ۴۶-۳۷، ۱۳۹۹.

[۲۰]. صبوری، علی اکبر. ارزیابی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۲۰، نشاء علم، مجلد ۱۱، صفحات ۱۲۳-۱۱۵، ۱۴۰۰.

جایگاه صنعت تولید دارو در ایران و جهان

احمد شعبانی[1،*]

چکیده

گردش مالی صنعت دارو در جهان بیش از ۱۳۰۰ میلیارد دلار در سال می‌باشد. با یک محاسبه سر انگشتی سهم ایران بر اساس درصد جمعیت و بدون در نظر گرفتن تنوع گونه‌های گیاهی که دو برابر قاره اروپاست، رتبه دوم در ذخایر گازی و رتبه سوم ذخایر نفتی، واحدهای پتروشیمیایی متنوع و گسترده در کشور، منابع غنی معدنی، سهم ۲ درصدی در گسترش مرزهای دانش و اسناد علمی و شرکت‌های متعدد دارویی، از عدد نجومی تجارت جهانی دارو می‌باید بیش از ۱۳ میلیارد دلار در سال باشد. اما در شرایط فعلی بیش از ۲.۵ میلیارد دلار برای مواد اولیه و مؤثره دارویی صرف واردات می‌شود و میزان صادرات ایران کمتر از ۱۰۰ میلیون دلار در سال می‌باشد. بر اساس گزارش‌های رسمی حدود ۱۵۰۰ مولکول و یا ترکیب شیمیایی به‌عنوان مواد اولیه و یا مؤثره دارویی در کشور مصرف می‌شود که حدود ۱۳ درصد (حدود ۲۰۰ ترکیب شیمیایی) از آنها در داخل کشور تولید می‌شود. این مقدار تولید معادل حدود ۲۵ درصد حجمی و ۲۳ درصد ریالی از کل صنعت دارو در ایران می‌باشد. وضعیت فعلی ساختاری و مأموریتی آموزش عالی کشور، عدم تخصیص سهم تحقیق و پژوهش از هزینه کرد و تجارت صنعت دارویی کشور، راهبرد نادرست نظام دارویی و بهره‌مندی از سود کلان، واگرایی در فرایندهای تولید تا فرایندهای همگرا و چرخه‌ای، کم‌توجهی به منافع ملی و پتانسیل‌های بالقوه و بالفعل کشور در تولید، سیکل معیوب فعلی پژوهش‌های دانشگاهی از معضلات صنعت دارو در کشور است. در این مقاله سعی شده است ضمن ترسیم وضعیت موجود صنعت دارو در ایران و جهان، با آسیب‌شناسی وضعیت فعلی در کشور، راهکاری برای برون‌رفت از وضعیت فعلی و دست‌یابی به وضعیت مطلوب ارائه شود.

واژگان کلیدی: دارو، مواد اولیه دارویی، مواد مؤثره دارویی، دانشگاه، صنعت، وزارت علوم، وزارت بهداشت، دولت

* عهده‌دار مکاتبات: استاد. تلفن: ۹۸۲۱۲۹۹۰۴۳۶۲+، دورنگار: ۹۸۲۱۲۲۴۳۱۶۷۱+، نشانی الکترونیکی: a-shaabani@sbu.ac.ir

۱دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.3.5

مقدمه

مجمع عمومی سازمان ملل متحد برای دستیابی به آینده‌ای پایدار در کره زمین، برنامه توسعه پایدار ۲۰۳۰ میلادی را که پنج مورد کلیدی از اهداف آن شامل بهداشت و سلامت، انرژی پاک، تغییرات آب‌وهوایی، آب سالم و امنیت غذایی است به‌عنوان بخشی از چالش‌های بزرگ جامعه جهانی معرفی کرده است (۱،۲). یکی از جنبه‌های بهداشت و سلامت، دست‌یابی آسان و ارزان بیماران به دارو می‌باشد. دارو نه‌تنها در بهبود امید و ارتقای کیفی زندگی بیماران و جامعه بشری نقش به‌سزایی دارد، بلکه علاوه‌بر درمان، علائم و عوارض را تسکین داده و سبب تأخیر در بیماری می‌شود. ارتقای استانداردهای بهداشت و سلامت علاوه‌بر هدایت جامعه به‌سمت توسعه پایدار، با توجه به گردش تجاری عظیم جهانی در این حوزه، سرمایه‌گذاری در عرصه‌های مختلف صنعت دارو از تحقیق و توسعه، کشف، و تولید مواد اولیه و مؤثره دارویی از اولویت‌های اول کشورها توسعه یافته می‌باشد. به‌طوری‌که درآمد برخی شرکت‌های دارویی در جهان بیش از میزان درآمد حاصل از صادرات نفت برخی از کشورهای بزرگ صادرکننده نفت می‌باشد.

جایگاه صنعت دارو در ایران

بر اساس گزارش رسمی که اخیراً منتشر شده است (۳)، حدود ۱۴۳۰ مولکول و یا ترکیب شیمیایی به‌عنوان مواد اولیه و یا مؤثره دارویی در کشور مصرف می‌شود که فقط حدود ۱۳ درصد (کمتر از ۲۰۰ ترکیب شیمیایی) از آنها در داخل کشور تولید می‌شود. سهم ریالی این مقدار تولید از مواد اولیه دارویی معادل ۲۳ درصد و حجمی آن حدود ۲۵ درصد از کل بازار صنعت دارویی ایران در سال ۱۳۹۹ تشکیل داده است. لازم به ذکر است بالغ بر ۷۰ درصد مواد مؤثره تولید داخل فقط شامل یک مرحله ما قبل آخر و حدود ۱۹ درصد آنها شامل دو مرحله آخر از فرایند تولید را در کشور طی می‌کنند (۳). به عبارتی از فرایند چندین مرحله‌ای تولید آنها در جهان، فقط مرحله آخرین که معمولاً فرایندهای ساده شیمیایی از قبیل تبدیل اسید به نمک و... می‌باشد انجام می‌شود. لذا با توجه به حجم اندک کار مؤثر و مفید، بعضاً تولید آنها در داخل بسیار گران و بیش از دو برابر قیمت وارداتی آنها بدون انجام آن مراحل در داخل کشور می‌باشد (۳).

ایران کشوری سرشار از منابع طبیعی است به‌طوری‌که تعداد گونه‌های گیاهی ایران حدود ۸۰۰۰ گونه است که از نظر تنوع گونه‌ای حداقل دو برابر قاره اروپاست (۴). رتبه دوم در ذخایر گازی و رتبه سوم ذخایر نفتی، واحدهای پتروشیمیایی متنوع و گسترده در کشور (۵)، دارای معادن غنی، سهم ۲ درصدی در گسترش مرزهای دانش و اسناد علمی و حضور شرکت‌ها و کارخانه‌های دارویی متعدد از دیگر امتیازات کشور می‌باشد (۶). انتظار می‌رود فعالیت در حوزه دارو و صنایع شیمیایی که رتبه دوم تجارت جهانی را به خود اختصاص داده و از جنبه منابع انسانی و طبیعی یک مزیت مطلق برای کشور ایران محسوب شود، سرمایه‌گذاری در صنعت دارو و به‌ویژه صنایع شیمیایی در اولویت اول قرار گیرد. براساس آمار جمعیتی، انتظار می‌رود سهم ایران از تجارت نجومی جهانی دارو، بیش از ۱۳ میلیارد دلار در سال باشد [۱،۲]، اما در شرایط فعلی بیش از ۲.۵ میلیارد دلار برای مواد اولیه و مؤثره دارویی صرف واردات می‌شود و میزان صادرات ایران کمتر از ۱۰۰ میلیون دلار در سال می‌باشد. به عبارتی تراز تجاری ایران در حوزه دارو گویا منفی است [۳](۳).

جایگاه صنعت دارو در جهان

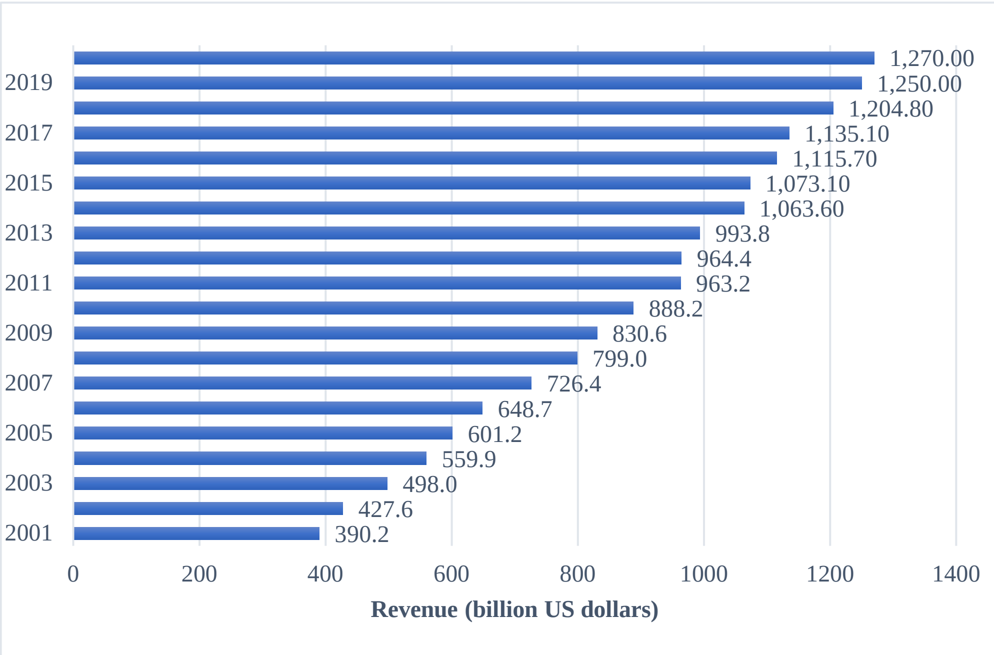
صنعت داروسازی متشکل از تحقیق، کشف، توسعه، تولید و توزیع و پخش می‌باشد. صنعت دارو طی دو دهه گذشته رشد قابل‌توجهی را تجربه کرده و تجارت جهانی آن از ۰.۳۹ تریلیون دلار در سال ۲۰۰۱ به بالغ بر ۱.۲۷ تریلیون دلار آمریکا در سال ۲۰۲۰ یعنی بیش از سه برابر افزایش یافته است (۷،۸)[۲]. از طرف دیگر صنایع شیمیایی که دومین صنعت بزرگ جهانی است با احتساب تجارت جهانی دارو بالغ بر ۵.۶۸ تریلیون دلار در سال ۲۰۱۷ میلادی بوده است. تجارت جهانی داروی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ در شکل ۱ ارائه شده است (۹،۱۰)[۴].

میزان تجارت منطقه‌ای دارو نشان می‌دهد آمریکای شمالی بیشترین سهم از تجارت دارویی را دارد (۴۸.۹٪). در سال‌های اخیر کشورهایی با اقتصادهای نوظهور مانند برزیل، هند، روسیه، کلمبیا و مصر نقش مهمی در این بازار بازی می‌کنند (شکل ۲).

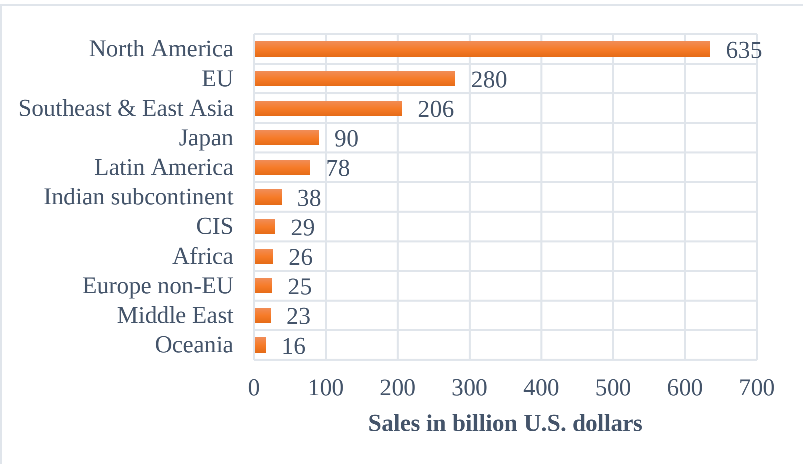
صنعت داروسازی چین بالاترین نرخ رشد را طی سال‌های اخیر نشان می‌دهد (۷). پانزده شرکت دارویی برتر در جهان بر اساس میزان فروش و هزینه‌های تحقیق و توسعه در سال ۲۰۱۹ در شکل ۳ ارائه شده است. شرکت‌های اروپایی و آمریکایی پیشگامان بازار دارو می‌باشند. در سال ۲۰۲۰، شرکت روشه[1] بیشترین درآمد دارویی را به مبلغ ۴۷.۵ میلیارد دلار با بالاترین هزینه تحقیق و توسعه با ۱۱.۳ میلیارد دلار به خود اختصاص داده است (۷،۸).

آسیب‌شناسی وضعیت فعلی دارو در ایران

به دفعات توسط مسئولان و دست‌اندرکاران دارویی کشور گزارش‌هایی مبنی بر اینکه ۹۷ درصد داروهای مصرفی در کشور تولید می‌شود ارائه شده است [۵]. البته این مهم بیشتر ناشی از اختلاف در فهم و تعریف کلمه تولید می‌باشد، به‌طوری‌که فرمولاسیون دارو که نوعی امتزاج اجزای تشکل‌دهنده داروست از آن به‌عنوان تولید دارو یاد می‌شود. لازم به ذکر است بر اساس همین گزارش‌ها، ۳ درصد داروی وارداتی الباقی از ۹۷ درصد،

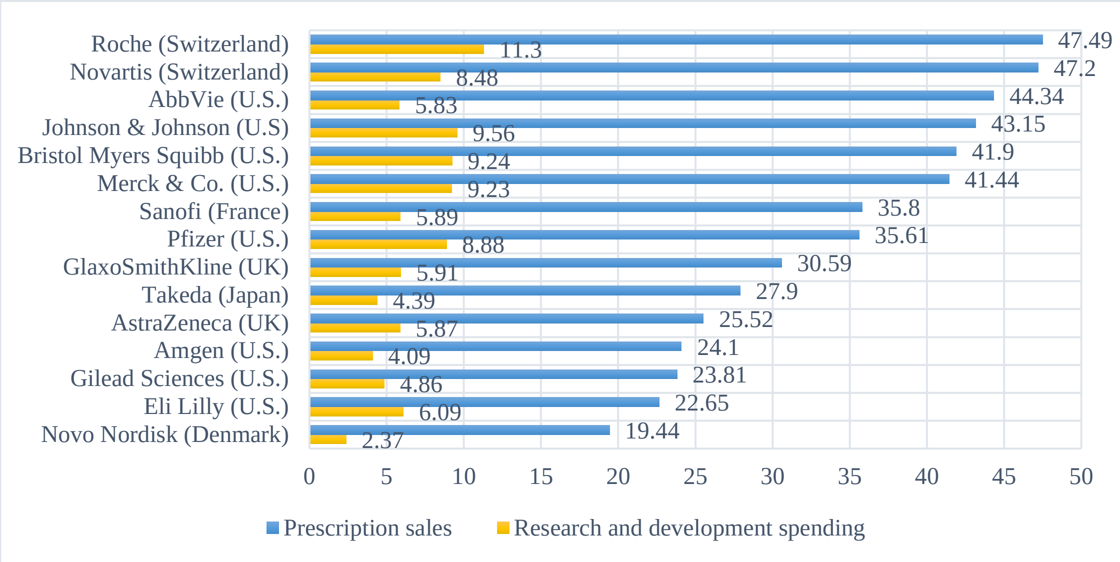


شکل ۱: تجارت جهانی داروی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ (۷،۸).



شکل ۲: تجارت منطقه‌ای دارو در سال ۲۰۲۱ (۷،۸).

[1] Roche



شکل۳: شرکت‌های دارویی برتر بر اساس میزان فروش و هزینه‌های تحقیق و توسعه در سال ۲۰۲۰ (۷۸).

حدود ۳۵ درصد از هزینه کل داروی مصرفی کشور را به خود اختصاص می‌دهد. اما آنچه واقعیت دارد حدود ۸۷ درصد از مولکول‌ها و یا ترکیب شیمیایی که به‌عنوان مواد اولیه و یا مؤثره دارویی در کشور مصرف می‌شود وارداتی است و این مقدار واردات معادل حدود ۷۵ درصد حجمی و ۷۷ درصد ریالی از کل صنعت دارو در ایران می‌باشد. لازم به ذکر است رئیس هیات‌مدیره سندیکای تولیدکنندگان مواد دارویی اعلام کرده است دو برابر تعداد ذکر شده یعنی ۳۹۸ ماده مؤثره دارویی در داخل کشور تولید می‌شود [۶]. درضمن ۶۸ درصد مواد مؤثره تولید داخل دارای سطح فناوری تولید پایین، ۱۱ درصد دارای سطح فناوری متوسط و ۲۱ درصد دارای سطح فناوری بالا می‌باشد (۳).

۱- ساختار و مأموریت آموزش عالی کشور

امروز همگرایی در دانش، فناوری و نوآوری برای توسعه و پیشرفت یک امر ضروری تلقی می‌شود و به‌عبارتی همگرایی همانند موتوری پیشران در پیشرفت جامعه دانش‌بنیان نقش آفرینی می‌کند. از تجمیع و همگرایی زمینه‌های دانشی مختلف، سیستم جدیدی بنا می‌شود که به‌نوبه خود با ترکیب و تلفیق با برنامه‌ها و عناصر دیگر منجر به نوآوری و دانش جدید می‌شود. طراحی، کشف، سنتز و تولید دارو نیز از این مهم مستثنی نبوده و ده‌ها رشته تخصصی در آن نقش آفرینی می‌کنند. از انشقاق و واگرایی آموزش عالی در کشور به دو وزارت خانه علوم و بهداشت تا انشقاق رشته‌های درهم تنیده از قبیل رشته‌های علوم پایه، فنی و مهندسی و... که هر یک از رشته‌های دانشگاهی در قالب یک دانشکده فعالیت می‌کنند، مشوق فعالیت‌های انفرادی و ناهمگرا هستند. بدیهی است لازمه دست‌یابی به اهداف بزرگ در دنیای امروز، همگرایی در فعالیت‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که متولی دارو وزارت بهداشت، نیروی متخصص و پای کار دارو- شیمیدان‌ها - و یا طراحی و ساخت فرایند تولید- مهندسان شیمی- و... در وزارت علوم و متولی فناوری معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری متمرکز می‌باشد. بدیهی است با فعالیت‌های انفرادی و جزیره‌ای سه کانون اصلی علم، فناوری و نوآوری یعنی وزارت علوم، بهداشت و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، حل مسائل بزرگ و دست‌یابی به اهداف متعالی در عرصه‌های مختلف از جمله خودکفایی و برخورداری از سهم تجاری جهانی ایران در حوزه دارو امکان‌پذیر نخواهد شد.

۲-عدم تخصیص سهم تحقیق و پژوهش از هزینه کرد و تجارت صنعت دارویی کشور

فناوری و تولید، محصول درازمدت پژوهش‌های بنیادی و پایه است و دست‌یابی به‌تولید یک فراورده در مقیاس صنعتی پس از طی مراحل تحقیق و پژوهش فراهم می‌شود. گذشته علم نشان

می‌دهد کشورهایی که ظرفیت‌های کارآمد و مؤثر در پژوهش‌های بنیادی و پایه ندارند از چرخه جهت‌دهی و دست‌یابی در فناوری و تولید نقشی نخواهند داشت. حتی توانمندی در انتقال دانش و فناوری مستلزم فهم مبانی و نظری و عملی علم و فناوری است و جامعه‌ای که دانش و فناوری مورد نیاز را خود حاصل نکند می‌باید توجه داشت که دانش و فناوری به‌دست امده در سایر کشورها پاسخگوی حل مسائل آنها نخواهد شد. به‌عبارتی دانش و فناوری را نمی‌توان مانند داده و اطلاعات از دیگران عاریت گرفت و یا آنها را مانند یک کالا وارد کرد. بدون شک پژوهش اگر تنها عامل پیشرفت جوامع نباشد، جامعه‌ای نیز بدون پژوهش به توسعه پایدار دست نخواهد یافت. این مهم در تولید با فناوری‌های دانش‌بنیان از قبیل دارو از اهمیت دو چندان برخوردار است و لازمه موفقیت، سرمایه‌گذاری در حوزه پژوهش صنعت دارو است. در شکل ۴ سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی بعضی ازکشورها در حوزه دارو از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ ارائه شده است. میزان هزینه‌کرد در پژوهش آمریکا، اروپا و ژاپن به‌ترتیب بیش از ۶۴ میلیارد دلار، ۳۷.۵ میلیارد یورو و ۱۳۰۰ میلیارد ین ژاپن یا حدود ۱۱ میلیارد دلار می‌باشد. لازم به ذکر است سهم فروش جهانی دارو در سال ۲۰۲۰ برای آمریکا و کانادا مشترکا ۴۹ درصد، اروپا ۲۳ درصد، چین ۸ و ژاپن ۷ درصد را به خود اختصاص داده است [۷].

وزارت بهداشت بازار۲۰ میلیارد دلاری دارو، تجهیزات پزشکی، محصولات آرایشی و بهداشتی و مکمل‌ها را در کشور مدیریت می‌کند [۸]. سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی بر اساس اسناد بالا دستی یعنی نقشه جامع علمی کشور ۴ درصد پیشنهاد شده است و سهم پژوهش تجارت ۲۰ میلیارد دلاری دارو بر همین اساس بیش از ۶۰۰ میلیون دلار می‌شود، که اگر این مبلغ در بخش پژوهش و تولید دارو هزینه شود، موفقیت‌های مناسبی در جهت خودکفایی دارو در کشور به‌دست خواهد آمد.

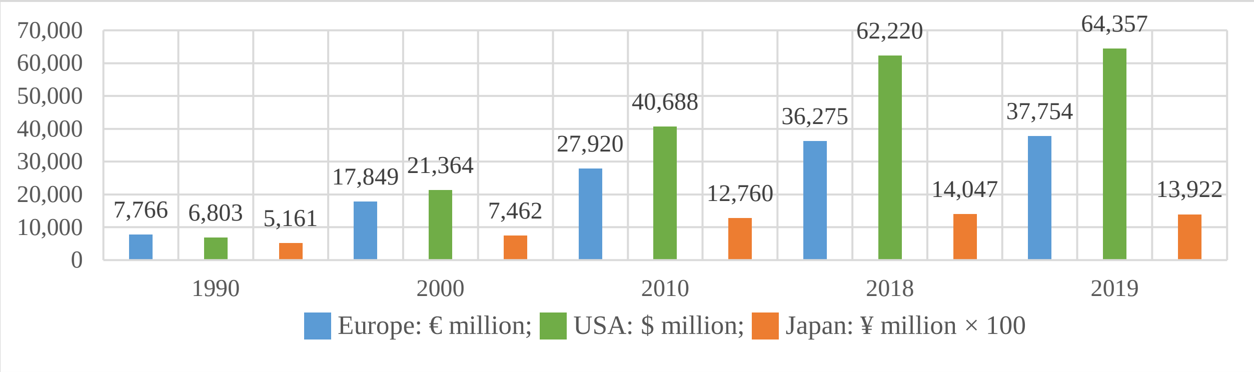
۳- تولید مبتنی بر ارز دولتی

اختصاص ارز دولتی به مواد اولیه و مواد مؤثره دارویی، هر گونه فعالیت برای تولید دارو در داخل کشور را به‌دلیل مقرون‌به‌صرفه اقتصادی نبودن تولید در رقابت با ارز دولتی، متوقف کرده است. حتی گزارش‌های رسمی نشان می‌دهد قیمت تمام شده یک ماده مؤثره دارویی تولید داخل از مواد اولیه وارداتی در مقایسه با واردات مستقیم همان ماده مؤثره دارویی دو برابر تمام می‌شود. البته این اختلاف بها به تعدد عملیات فرایندی شیمیایی که در داخل کشور بر روی مواد اولیه انجام می‌شود نیز بستگی دارد. طبق گزارش رسمی، سود خالص یکی از شرکت‌های دارویی در سال ۲۰۱۴ بیش‌از ۷۰۰ میلیون دلار بوده که در بورس فعال است (۳). این در حالی است که مجموع اعتبارات دستگاه‌های مجری آموزش عالی، پژوهشی و فناوری کشور، یعنی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، اعم از هزینه‌های، اختصاصی و تملک دارایی‌های سرمایه‌ای مندرج در لایحه بودجه سال ۱۴۰۱ با احتساب ردیف‌های متفرقه، ۶۲ هزار و ۹۷۱ میلیارد تومان برآورد شده است [۱۱] که با نرخ دلار ۲۵ هزار تومان معادل ۲.۵ میلیارد دلار می‌شود. لازم به ذکر است سهم وزارت علوم، تحقیقات و فناوری از این مبلغ حدود ۳۸ هزار میلیارد تومان می‌باشد [۱۱] که معادل ۱.۵ میلیارد دلار می‌شود. این اعتبارات اختصاصی حدود دو برابر درآمد یک شرکت دارویی ایرانی در سال ۲۰۱۴ می‌باشد.

۴- فرایندها ی تولید خطی تا همگرا و چرخه‌ای

برای دستیابی به صنایع شیمیایی و دارویی پایدار می‌باید فرایندهای شیمیایی مرسوم خطی[1] به فرایندهای چرخه‌ای[2] تبدیل شود [۱۲]. شاید بهترین نمونه از فرایندهای چرخه‌ای دو فرایند شیمیایی فتوسنتز و تنفس سلولی در طبیعت باشد. در تنفس سلولی مواد مغذی و اکسیژن که محصول فرایند فتوسنتز است به‌عنوان خوراک دریافت و دی اکسید کربن یا همان گاز گلخانه‌ای به‌عنوان فراورده جانبی تولید می‌شود و دی اکسید کربن خوراک فرایند فتوسنتز می‌شود [۱۰]. به عبارتی این فرایند

[1] Linear
[2] Cyclic



شکل ۴: سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی بعضی از کشورها در حوزه دارو از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ [۷].

به‌صورت چرخه‌ای لازم و ملزوم هم می‌باشند و مشترکا یک سیستم کیمیایی را تشکیل می‌دهند.

اگر تولید مواد اولیه و مؤثره دارویی مبتنی بر راهبرد چرخه‌ای باشد نه تنها فراورده‌های جانبی به ظاهر مضر ارزشمند می‌شوند و بلکه در زنجیره تولید با تعدادی محدودی از مواد شیمیایی، امکان تولید فراورده‌های شیمیایی متعدد با هزینه پایین فراهم می‌شود. به‌عبارتی واحد تولیدی می‌باید در دسته و یا گروهی از داروها که از نظر ساختار شیمیایی و مواد اولیه مشترک و از شرایط همسانی در فرایند تولید برخوردارند انتخاب و تولید شوند. قطعاً تولید تک‌محصولی خطی هیچگاه از توجیه اقتصادی برخوردار نبوده و بعضاً زیان‌ده نیز خواهند بود.

۵- توجه به منافع ملی در تولید

ایران کشوری است غنی و برخوردار در منابع طبیعی و دارای ظرفیت بالای سرزمینی و با نیروی انسان جوان و متخصص. از طرف دیگر صنایع شیمیایی و دارو دومین صنعت بزرگ جهانی را تشکیل می‌دهد. لذا سرمایه‌گذاری در این حوزه یک مزیت مطلق برای ایران تلقی می‌شود؛ اما به‌دلیل اقتصاد نادرست که توام با سود و واردات بی‌رویه است آسیب‌های جدی به حوزه تولید وارد شده است.

۶- پژوهش‌های دانشگاهی

دست‌یابی به اهداف بزرگ علاوه‌بر منابع مالی مستلزم نیروی کار متخصص، توانمند و زبده می‌باشد. در دانشگاه به‌دلیل سیال بودن نیروی دانشجویی که بلافاصله پس از کسب توانمندی اولیه در انجام کارهای بزرگ علمی و فناوری، فارغ التحصیلی و خود در یک سیکل معیوب قرار می‌گیرند. لذا ضروری است تمهیداتی اندیشیده شود افراد پس از فارغ‌التحصیلی حداقل دو سال در قالب پسادکتری با استادان مبرز و برخوردار از نظر امکانات تجهیزاتی توانند ادامه کار دهند و یا طرح سلسله مراتبی و ساختار هرمی اعضای هیأت علمی در دانشگاه‌ها که به‌طور مبسوط توسط نگارنده این مکتوب در مقاله دیگری به آن پرداخته شده است فراهم شود [۱۳].

۷- پشتیبانی مالی از پژوهش در آموزش عالی

سهم اعتبارات پژوهش و فناوری از تولید ناخالص داخلی در لایحه بودجه سال ۱۴۰۱ برای آموزش عالی (شامل وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری) حدود ۰.۲۵ درصد پیشنهاد شده است (در سال ۱۴۰۰ حدود ۰.۳۲ درصد بوده است). این میزان از سهم پژوهش و فناوری از تولید ناخالص داخلی با اهداف سیاست‌های کلی علم و فناوری و نقشه جامع علمی کشور درخصوص افزایش سهم تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی به ۴ درصد تا سال ۱۴۰۴ و اهداف مندرج در ماده ۶۶ قانون برنامه ششم توسعه مبنی‌بر رسیدن سهم پژوهش و فناوری بخش دولتی از تولید ناخالص داخلی به یک و نیم درصد تا سال ۱۴۰۱ فاصله زیادی دارد. لازم به ذکر است مبلغ ریالی میزان افزایش سهم اعتبارات پژوهش و فناوری نسبت به سال ۱۴۰۰ حدود ۱۳ درصد می‌باشد که با احتساب نرخ تورم و رشد اندک اعتبارات پژوهشی می‌توان گفت رشد اعتبارات پژوهشی منفی بوده است [۱۱].

انتظار می‌رود دولت‌ها قوانین مصرح و مصوب از هزینه‌کرد سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی را بر اساس اسناد بالادستی و همچنین الزام به هزینه‌کرد اعتبارات پژوهشی مندرج در ماده ۵۶ قانون الحاق برخی از مواد به قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت[۱]، بندهای «و»[۲] و «د»[۳] تبصره «۹» قانون بودجه ۱۴۰۰ در راستای حمایت از پژوهش به‌ویژه پژوهش‌های دانشگاهی، اجرایی و عملیاتی کند تا گام‌های مؤثرتری در همه حوزه‌های تولیدی دانش‌بنیان از جمله صنایع شیمیایی و دارویی فراهم شود [۱۱].

۸- روزآمد نمودن همکاری دانشگاه با صنعت

موضوع روزآمد نمودن همکاری دانشگاه با صنعت قبلاً توسط نگارنده در یک مقاله دیگری به‌طور مبسوط شرح داده شده است [۱۴]. دانشگاه و صنعت همانند دو کفه یک ترازو می‌باشد که ترازودار و سیاستگذار اصلی آن دولت است. دولت می‌باید نه‌تنها به اقتصاد دانش‌بنیان باور داشته باشد، بلکه ملزم به اجرای قوانین وضع شده در رابطه با همکاری دانشگاه و صنعت باشد[۴].

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

بدیهی است برای دستیابی به خودکفایی و کسب جایگاه جهانی، ضروری است مواد اولیه و مواد مؤثره دارویی مصرفی در کشور بر اساس معیارهای از قبیل الف- ساختار مولکولی و خانواده‌ای مواد اولیه و مؤثره دارویی طبقه‌بندی شود، ب- فرایند سنتز و تولید آنها با تأکید بر استراتژی همسان و چرخه‌ای (فراورده جانبی یکی ماده اولیه دیگری باشد و...) طراحی و تدوین شود، ج- حتی‌الامکان تولید مبتنی بر مواد اولیه در دسترس و تولید داخل کشور باشد و د- در مرحله بعد فرایند سنتز و ساخت اقلام مواد اولیه و مؤثره دارویی بر اساس شاخص‌های فوق‌الذکر طبقه‌بندی و در نهایت سنتز آنها بر اساس پتانسیل‌های بالقوه و بالفعل دانشگاه‌ها به افراد شاخص و توانمند واگذار شود. بدیهی است منابع مالی سنتز و ساخت مواد اولیه و مؤثره دارویی پیشنهاد می‌شود از طریق وزارتین علوم و بهداشت، صندوق حمایت از پژوهشگران معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، و سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی شرکت‌های دارویی تامین شود.

پر واضح است به منظور دست‌یابی به خودکفایی در دارو توجه و اقدام موارد زیر بسیار حائز اهمیت اند:

- همگرایی در ارکان آموزش عالی و متولیان فناوری اعم از همگرایی در ساختار، ماموریت و فعالیت،
- سلسله مراتبی نمودن فعالیت استادان در راستای همگرایی، توانمندسازی، استفاده بهینه از منابع انسانی و تجهیزاتی و کاهش هزینه‌ها در جهت انجام اهداف و امور بزرگ، جمله نامشخص است،
- پرداخت سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی با همت عالی، برنامه‌ریزی و اجرایی شود.
- مشارکت فعال در حمایت از مراکز علمی و فناوری دانشگاهی در دست‌یابی به خودکفایی دارو.

---

[۱] ماده (۵۶) کلیه دستگاه‌های اجرائی موضوع ماده (۵) قانون مدیریت خدمات کشوری و دستگاه‌های موضوع ماده (۵۰) قانون الحاق موادی به قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت (۱) مصوب ۱۵-۸-۱۳۸۴ مکلفند علاوه‌بر اعتبارات پژوهشی که ذیل دستگاه در قوانین بودجه سالانه منظور شده است، یک درصد از اعتبارات تخصیص یافته هزینه‌ای به استثنای فصول (۱) و (۶) و در مورد شرکت‌های دولتی از هزینه‌های غیرعملیاتی را برای امور پژوهشی و توسعه فناوری هزینه کنند.

[۲] و-شرکت‌ها، بانک‌ها و مؤسسات انتفاعی وابسته به دولت مندرج در پیوست شماره (۳) این قانون، مکلفند در اجرای تکالیف قانونی مربوط، حداقل چهل درصد از هزینه امور پژوهشی خود مندرج در آن پیوست را در مقاطع سه ماهه به میزان بیست وپنج درصد به حساب خاصی نزد خزانه‌داری کل کشور واریز کنند تا در راستای حل مسائل و مشکلات خود از طریق توافقنامه با دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و پژوهشی اعم از دولتی و غیردولتی جهاددانشگاهی و حوزه‌های علمیه و در قالب طرح (پروژه)های کاربردی، عناوین پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی، طرح(پروژه)های پسادکتری و طرح(پروژه)های تحقیقاتی دانش آموختگان تحصیلات تکمیلی غیرشاغل به‌مصرف برسانند.

[۳] د- در راستای اجرای بند "ج" ماده (۶۴) قانون برنامه ششم توسعه مبنی بر حمایت از پژوهش‌های تقاضا محور، کلیه دستگاه‌های اجرائی موضوع ماده (۵) قانون مدیریت خدمات کشوری که از اعتبارات برنامه (پژوهشهای کاربردی) استفاده می‌کنند، مکلف ند حداقل معادل ده درصد این اعتبارات را با اعلام فراخوان در موضوعات مورد نیاز خود، از طریق پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی و مراکز پژوهشی، پارک‌های علم و فناوری، سراهای نوآوری دانشگاه آزاد اسلامی، حوزه‌های علمیه، شرکت‌های دانش‌بنیان و پژوهشکده‌های قانونی وابسته به بسیج هزینه کنند.

[۴] ماده ۱۰۲- بند ب از قانون برنامه سوم توسعه، ماده ۴۶- بند ه از قانون برنامه چهارم توسعه، ماده ۱۶- بند ه از قانون برنامه پنجم توسعه و ماده ۶۴- بند پ از قانون برنامه ششم توسعه.

تقدیر و تشکر

از استاد و دانشمند ارجمند جناب آقای دکتر موسوی موحدی- استاد بیوشیمی فیزیک دانشگاه تهران- که منت بر ما گذاشتند و پیش‌نویس این مقاله را به دقت مطالعه، ویرایش ادبی-علمی و پیشنهادات ارزنده‌ای در جهت ارتقای کیفی آن ارائه فرمودند کمال امتنان و تشکر را دارم.

*شماره وبگاه در کروشه و شماره رفرنس در پرانتز ارائه شده است.

پایگاه داده‌های دیده شده در این مقاله

(1). https://www.statista.com/statistics/263102/pharmaceutical-market-worldwide-revenue-since-2001/

(2). Pharmaceutical market: worldwide revenue 2001-2020

(3). https://www.mehrnews.com/news/4856159/ سال۹۹ چه مقدار ارز به واردات دارو اختصاص خواهد یافت

(4). https://www.statista.com/topics/1764/global-pharmaceutical-industry/#dossierKeyfigures

(5). https://www.irna.ir/news/84222672/ ۹۷ درصد داروی مصرفی کشور در داخل تولید می-شود

(6). **Error! Hyperlink reference not valid.** بود

(7). https://www.efpia.eu/media/602709/the-pharmaceutical-industry-in-figures-2021.pdf

(8). iran's pharmaceutical and medical supplies market has $20bn turnover - irna

(9). https://www.pinterest.com/pin/563018681462381/

منابع و مؤاخذ

[1]. UN Adopts New Global Goals, Charting Sustainable Development for People and Planet by 2030. UN News Centre (25 September 2015); http://go.nature.com/asLH5h.

[2]. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (UN, 2015); http://go.nature.com/po6vaj.

[۳]. سلطانی مهدی، مینایی حسین، رحیم محمدرضا، متولی خامنه محمدحسین (۱۴۰۰). ارزیابی وضعیت صنعت تولید مواد اولیه دارویی در ایران از منظر میزان تأمین بازار، ارزبری، عمق تولید، سطح فناوری و قیمت محصولات، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل گزارش ۱۷۷۵۹.

[۴]. سند ملی گیاهان دارویی و طب سنتی، مصوب جلسه ۷۳۵ مورخ ۱۳۹۲/۴/۲۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی.

[۵]. فرایندهای و واکنش‌های شیمیایی در صنعت پتروشیمی ایران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی، چاپ دوم، ناشر چلچله، مرداد۱۳۹۱.

[۶]. علوم پایه: محور توسعه، پیشرفت و اقتدار دانش بنیان، گزارش نخستین همایش سند راهبردی توسعه علوم پایه، ۱۶ اسفند ۱۳۹۰، دانشگاه شهید بهشتی.

[7]. Omar Israel González Peña, Miguel Ángel López Zavala and Héctor Cabral Ruelas, Pharmaceuticals Market, Consumption Trends and Disease Incidence Are Not Driving the Pharmaceutical Research on Water and Wastewater, Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 2532. https://doi.org/10.3390/ijerph18052532.

[8]. Mikulic, M. Statistics & Facts, Global Pharmaceutical, Industry; Statista: Hamburg, Germany, 2020.

[9]. Global Chemicals Outlook II: From Legacies to Innovative Solutions, Implementing the 2030 Agenda for Sustainable Development-Synthesis Report, United Nations Environment Programme, 2019: https://www.unep.org/resources/report/global-chemicals-outlook-ii-legacies-innovative-solutions

[10]. Guide to the Business of Chemistry 2021, American Chemistry Council: https://www.americanchemistry.com/chemistry-in-america/data-industry-statistics/resources/2021-guide-to-the-business-of-chemistry

[۱۱]. زراعت کیش یوسف، نصیری حسین، یوسفی هادی (۱۴۰۰). بررسی لایحه بودجه سال ۱۴۰۱کل کشور ۴۲. آموزش عالی، تحقیقات و فناوری، مرکز پژوهش‌های مجلس، دی ماه، شماره مسلسل گزارش ۱۸۰۰۵.

[۱۲]. J. Garcia-Martinez, Chemistry 2030: A Roadmap for a New Decade, Angew. Chem. Int. Ed. 2021, 60, 4956 – 4960.

[۱۳]. شعبانی احمد (۹۵). بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی و مهاجرت مغزها، نشریه نشا علم، سال هفتم، شماره اول، ص ۶-۱۵.

[۱٤]. شعبانی احمد (۹۸). روزآمد نمودن همکاری دانشگاه با صنعت، نشریه نشا علم، سال نهم شماره اول، ص ۲۰-۱۴.

رویکرد علوم شناختی به نقش خلاقیت در توسعه اقتصادی

محمد اصلاحی[۱،*]، مهشاد پورامیدی[۲]

چکیده

توسعه اقتصادی از جمله دغدغه‌های بنیادین هر جامعه‌ای بوده و چیستی و نحوه تحقق آن را می‌توان زیربنایی‌ترین موضوع اقتصاد توسعه در نظر گرفت. در طول تاریخ علم اقتصاد، اندیشمندان بزرگی در این زمینه به نظریه‌پردازی پرداختند. این مقاله سعی دارد تا با رویکرد جدیدی به تبیین این موضوع بپردازد. برای این منظور، ابتدا به سیر تطور اندیشه‌های توسعه پرداخته شده که در آن نقش سرمایه انسانی در دیدگاه‌های مختلف توضیح داده شده است.

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که علوم شناختی به‌عنوان یکی از علوم میان‌رشته‌ای نوین در عصر حاضر، بستر و ظرفیت جدیدی را برای واکاوی پدیده توسعه اقتصادی فراهم نموده است. با عنایت به این که «خلاقیت» از «مغز انسان» نشأت می‌گیرد، می‌توان از یافته‌های علوم‌شناختی برای تبیین پدیده خلاقیت و نقش آن در فرایند توسعه اقتصادی بهره گرفت. در واقع خلاقیت و نوآوری و کارآفرینی برخاسته ازآن پیشرانی قدرتمند در جهت توسعه اقتصادی جوامع است و توسعه اقتصادی با شناسایی انسان‌های خلاق و نوآور و کارآفرین و بسترسازی در جهت پرورش و تربیت انسان‌های خلاق و توسعه سرمایه انسانی و بالتبع آن ایجاد اشتغال مبتنی برنوآوری و دانش‌بنیانی و افزایش درامد تحقق می‌یابد. در این مطالعه سعی شده است با روش مروری- تحلیلی به تبیین پدیده مورد نظر یعنی نقش خلاقیت بر توسعه اقتصادی با رویکرد علوم شناختی پرداخته شود. یافته‌ها و نتایج تجربی پژوهش‌های مشابه و تجربه اخیرکشورها نشان می‌دهد که خلاقیت یکی از مهم‌ترین و بنیادی‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر توسعه اقتصادی کشورهای پیشرو می‌باشد. تمرکز بر این دیدگاه می‌تواند قابلیت‌های ویژه علمی، فنی و کاربردی برای سیاستگذاران و برنامه‌ریزان فراهم کند.

واژگان کلیدی: توسعه اقتصادی، خلاقیت، علوم شناختی

* عهده‌دار مکاتبات، دانشجوی دکتری، آدرس الکترونیکی eslahi.mohammad@ut.ac.ir

۱ گروه علوم تربیتی، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران

۲ گروه توان‌بخشی شناختی، پژوهشکده مغز و شناخت، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.4.6

مقدمه

توسعه را باید جریانی چندبعدی و فرایندی مرکب و پیچیده تلقی کرد؛ فرایندی که تحقق آن مستلزم تغییرات اساسی در ساخت اجتماعی، طرز تلقی عامه مردم و نهادهای ملی همراه با تسریع رشد اقتصادی، کاهش نابرابری و ریشه‌کن‌کردن فقر مطلق است. به‌عبارت دیگر، این فرایند نه‌تنها به بزرگ‌شدن ابعاد کیک تولید توجه می‌کند، بلکه بهبود کیفیت آن را نیز مدنظر قرار دارد. لذا اصول علمی و منطق عقلی حکم می‌کند تا ریشه‌ها و علل اولیه ورود به مسیر توسعه بازشناسی شود [۱]. در راستای تحقق توسعه، هرکشوری برنامه‌ریزی و سیاستگذاری‌های فراوانی برای افزایش سرمایه‌های فیزیکی و سرمایه انسانی انجام می‌دهد. علی‌رغم اینکه سرمایه انسانی از جمله عوامل مؤثر بر توسعه اقتصادی است، ولی شیوه نگرش به انسان، در دیدگاه‌های مختلف متفاوت است. لذا لازم است به سیر تاریخی- تحولی اندیشه‌های توسعه پرداخته و جایگاه سرمایه انسانی را در دیدگاه‌های مختلف بررسی کرد.

در تحلیل‌های اقتصادی، پذیرش نقش آموزش در توسعه ظرفیت‌های انسانی به حدود نیم‌قرن قبل، یعنی زمان پیدایش نظریه سرمایه انسانی و اقتصاد اموزش در سال ۱۹۶۰ برمی‌گردد. تا قبل از آن، همان‌گونه که (۱۹۹۳) بکر اذعان و تأکید داشته، ظرفیت عامل انسانی به‌صورت ثابت و تغییرناپذیر درنظر گرفته شده، اما با ارائه نظریه سرمایه انسانی، نحوه تأثیر آموزش بر توسعه ظریفیت‌های مولد انسانی تبیین و تشریح شده است. بنابراین، اهمیت آموزش و سرمایه‌گذاری انسانی آشکار گردید. همین مسئله به‌طور اساسی تصمیم‌گیری‌های تخصیص منابع در همه سطوح (یعنی افراد، خانواده‌ها، سازمان‌ها، بنگاه‌ها و دولت-ها) را تحت تاثیر قرار داده است، به حدی که آموزش و تحصیلات رسمی همراه با آموزش‌های غیررسمی و در محیط کار به یک مقوله بسیار مهم در جذب منابع تبدیل شده است [۲]. با مشخص شدن جایگاه انسان و مهم‌ترین ویژگی او، یعنی خلاقیت و نقشی که می‌تواند در توسعه اقتصادی داشته باشد و از آنجایی که یکی از کارکردهای مهم ذهن، خلاقیت است و خلاقیت بنیانی‌ترین عامل توسعه اقتصادی است، می‌توان بیان کرد که توسعه جوامع مختلف بیشتر بر اساس دانایی‌محوری و خلاقیت و نواوری است. لذا پرداختن به‌نقش انسان و کارکردهای ذهن او و به‌ویژه خلاقیت در فرایند توسعه؛ نظریه‌ها و آرا اندیشمندان توسعه و همچنین جریان اصلی و قابلیت‌های ویژه علم اقتصاد در باب عوامل ایجاد توسعه (تغییرات بنیادین) با تأکید بر مباحث علوم عصب‌شناختی ضروری می‌باشد. برای این منظور، ابتدا مفهوم توسعه ارائه شده و چیستی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس به تعریف خلاقیت (که منشأ اصلی توسعه و تغییرات بنیادین است) از دیدگاه عصب‌شناسی و علوم شناختی، پرداخته شده و در نهایت نقش خلاقیت و پیامدهای ان بر توسعه اقتصادی تبیین می‌شود.

سیر تاریخی- تحولی رویکردهای توسعه اقتصادی

دانشمندان مختلفی در طول تاریخ سعی کردند تا پدیده توسعه را تبیین و تحلیل نمایند و موضوعات متعددی از جمله چیستی، چرایی، چگونگی و فرایند توسعه را مورد بحث قرار دهند. توسعه اقتصادی هدفی آرمانی برای اکثر کشورها است و می‌توان گفت کمتر اقتصاددان و سیاستمداری در اهمیت و ضرورت توسعه، تردید به خود راه می‌دهد، اما در تعریف ابعاد، شمول و سیاست‌های تجویزی برای دستیابی به این مهم اختلاف‌نظرهای بسیاری میان اندیشمندان این حوزه به‌چشم می‌خورد [۳].

به اقتضای زمان و شرایط علمی حاکم، نسل اول اندیشمندان توسعه، دیدگاهی مکانیکی یا نگرشی عینیت‌گرایی به توسعه اقتصادی داشته‌اند و ضرورتاً بر رشد اقتصادی و شاخص GNP تأکید دارند. می‌یر می‌گوید: «اندیشمندان نسل اول، عامل توسعه را سرمایه فیزیکی و افزایش ظرفیت تولید در نظر می‌گرفتند. مدل رشد هارود- دومار[۱] (۱۹۴۶)، مدل دوبخشی لوئیس[۲] (۱۹۵۸)، مراحل رشد روستو[۳] و فشار بزرگ روزنشتاین-رودن[۴] (۱۹۶۰) همگی مدل‌هایی بودند که به سرمایه‌گذاری فیزیکی توجه خاصی داشتند» [۴]. این مدل‌ها مصداق بارزی بر عینیت‌گرایی و نگرش مکانیکی به توسعه اقتصادی است.

در واقع، «نسل اول، هدف توسعه را افزایش درآمد واقعی سرانه (یا شاخص برابری قدرت خرید درآمد سرانه) می‌دانستند که به وسیله رشد GDP محاسبه می‌شد». همانطور که ملاحظه

1. Harrod-Domar
2. Lewis's dual-sector model
3. Rostow's stages of growth
4. Rosenstein- Rodan's big push

می‌شود، در این رویکرد، توسعه با رشد یکسان دیده می‌شود. در تمامی نگرش‌های مرسوم در خصوص تبیین و تحلیل پدیده‌های اقتصادی تمرکز بر رابطه انسان با طبیعت بوده و اصالت با عینیت و عینیت‌گرایی است. دیدگاه عینیت‌گرایی پایه اصلی برای نئوکلاسیک‌ها و تا حدود زیادی کلاسیک‌ها محسوب می‌شود و اصل ایده این رویکرد، با دیدگاه‌های جان لاک با این باور اولیه که ذهن مانند آینه تصویر اشیا را منعکس می‌کند و خود فعلیتی ندارد، شروع گردید و اندیشمندان مختلف از جمله هیوم، آدام اسمیت و ریکاردو، آن را در طراحی، بسط و تعمیم نظریه‌های خود به‌کار گرفتند [۵].

کاستی‌ها در تئوری‌های نئوکلاسیک و عدم تناسب و سازگاری آنها با واقعیات جهانی موجب می‌شود که تعدیل‌های جدی در تئوری‌ها و مدل‌ها صورت گیرد. در تمامی این تحولات، ضرورت پرداختن به بنیان‌های خرد و کاهش تأکید بر سیاست‌های کلان مکتب‌ها دارد که به عینه در تبیین و توصیه‌های سیاستی پیشگامان توسعه مشاهده می‌شود. از جمله توجه به رفتار بنگاه‌ها و خانوارها به برجسته کردن نقش خود انسان و سرمایه انسانی و عوامل محیطی را می‌توان مورد اشاره قرار داد. می‌یر این چرخش بنیانی را اینگونه بیان می‌دارد که «بر اساس تئوری‌های اقتصادی نئوکلاسیک، نسل دوم توسعه، ضمن فاصله گرفتن از الگوهای کلان، توجه خود را به مدل‌های خرد معطوف کردند که واحد تجزیه و تحلیل آنها، واحدهای تولیدی و خانوارها است. الگوهای خرد اجازه مدلسازی رفتار خانوارها و سرمایه‌گذاری‌های سرمایه انسانی در بهداشت و آموزش می‌دهد» [۴]. به اعتقاد شولتز[1]، برنده جایزه نوبل اقتصاد در سال ۱۹۷۹، کلید توسعه، خود انسان (نه منابع مادی) است. بنابراین مهم‌ترین عامل برای توسعه جامعه، سرمایه‌گذاری در انسان‌هاست. از نظر وی، هزینه‌های خدمات بهداشتی، هزینه‌هایی که منجر به بهبود امید زندگی می‌شود، هزینه‌های تقویت وضعیت جسمانی و فکری، قدرت و شادابی و نشاط مردم، هزینه‌های آموزش (رسمی، غیررسمی و ضمن خدمت) جزو سرمایه‌گذاری در منابع انسانی، باید قلمداد شود. یعنی «به‌طور فزاینده این شناخت حاصل شد که "توسعه" به‌معنای رشد همراه با تغییر است و تغییر بیانگر اهداف دیگری است که فراتر از رشد ساده GDP می‌باشد. به‌عبارت دیگر، هدف توسعه تغییر پیدا کرد و توجه از رشد درآمد سرانه بر "رشد کیفی"[2]، که شامل معیارهای وسیع‌تری از توسعه از قبیل کاهش فقر، عدالت توزیعی، حفاظت از محیط‌زیست و یا تأکید آمارتیاسن بر "استحقاق‌ها (توانمندی‌ها)"[3] و "افزایش ظرفیت‌های انسانی"[4] جلب شد» [۵].

رویکرد توسعه انسانی نگاهی تکاملی به اندیشه‌های توسعه بود: اما نکته ظریفی که در آن از نظر دور مانده بود فرایند و چگونگی رسیدن انسان‌ها به جایگاه فاعل توسعه است. از این‌رو، در روند دگرگونی جایگاه انسان در اندیشه‌های توسعه، دیدگاه‌های جدیدی مطرح شد. به بیان دیگر، با این رویکرد، «انسان‌محوری» برای نخستین بار در دل تئوری توسعه می‌نشیند. در واقع، مهم‌ترین ابعاد توسعه، نگرش معرفتی به انسان و مؤلفه‌هایی است که توجه یک اندیشمند را به اقتضای زمان و یا پیش‌ذهنیت خود و دستاوردهای جدید در علوم مختلف جلب می‌کند و دریچه‌های جدیدی را برای توسعه می‌گشاید. ثروت ملل یک کتاب توسعه با نگرش معرفتی و انگاره‌های ویژه آنها است که عینیت‌گرایی محوریت آنها می‌باشد. مکتب اتریشی، مکتب تاریخی آلمان، مکتب نهادی، توسعه از منظر علوم شناختی و علوم عصب‌شناسی منظر دیگری است که توسعه را با نگرش‌های فلسفی و الهی مورد بررسی قرار می‌دهد.

مفهوم توسعه و ارتباط آن با خلاقیت

از نظر شومپیتر نیز مهم‌ترین عامل تحول و توسعه جوامع بشری، تغییرات بنیادین است که وی میان «تغییرات معمول و روزمره»[5] و «تغییرات حدی و بنیادین»[6] تمایز قائل شده است. از نظر وی، فقط تغییرات حدی و بنیادین، عامل اصلی توسعه بوده و تغییرات روزمره و معمول، بیانگر رشد اقتصادی است. همچنین وی در تعریف دیگر، توسعه را «تغییر از یک بردار هنجاری[7] به بردار هنجاری معرفی می‌کند به گونه‌ای که این گذار را نمی‌توان به مراحل و اجزای کوچکتر تقسیم‌بندی کرد» [۶]. علت اینکه شومپیتر در توسعه اقتصادی، تغییر هنجارها (نرم) را مطرح

1. Schultz
2. quality growth
3. Entitlements
4. human capabilities
5. routine change
6. radical changes
7. vector norm

می‌کند، به این دلیل است که وی توسعه را یک امر ذهنی[1] می‌بیند. با توجه به توسعه صورت گرفته در کشورهای پیشرفته، به نظر می‌رسد آن چیزی که پیشران و محرک توسعه باید باشد، تغییر نگرش‌ها و ذهن‌ها است و گفته شومپیتر صحیح است که بیان می‌کند تغییر نرم یعنی تغییر نگرش به زیست، غایت‌ها و از همه مهم‌تر آزادی به‌عنوان غایت تمام خلق بشری موجب می‌شود؛ یک بخش از دستاوردهای گرایش عقلی، ابداعات، نوآوری‌ها و خلاقیت‌ها و کشف رموز حقیقت و در مجموع پیشرفت‌های شگفت‌آور در اختراعات و کشفیات بشری چهره زندگی اروپایی را دگرگون می‌کند. توصیه سیاستی در این رویکرد این است که باید هنجارها را تغییر داده و به فرهنگ ذهنی برسیم و ذهن‌ها باید پرورش یافته و منجر به خلاقیت و نواوری و منتج به کارافرینی شوند.

با توجه مطالب ارائه شده می‌توان به اهمیت نقش انسان و کارکردهای ذهن او و به‌ویژه خلاقیت که عامل پیشران مهم برای رشد و توسعه اقتصادی است، پی برد. میسز، هایک و شومپیتر از طرفداران مکتب اتریش جایگاه خاصی برای کارآفرینی و خلاقیت در فرایندهای اجتماعی قائل هستند. میسز معتقد است «عنصر ضروری کارآفرینی، ظرفیت انسان برای خلاقیت است». «ذهن انسانی خلاق است که بتواند کنش و تولید را اداره کند» (۵). در این جا بر ذهن انسان و کارکردهای ذهن او و به‌خصوص خلاقیت در روند توسعه اقتصادی تأکید شده است. هایک نیز معتقد است همه انسان‌ها به نوعی کارآفرین هستند. بنابراین اتریشی‌ها به انسان کارآفرین به‌عنوان قهرمان بلامنازع همه فرآیندهای اجتماعی نگاه می‌کنند. با در نظر گرفتن این حقیقت که کارآفرینی با تنظیم و هماهنگ‌سازی رفتار اعضای یک جامعه، زندگی در آن جامعه را ممکن می‌سازد، می‌توان نتیجه گرفت که کارآفرینی بدون شک کارکرد جوهری اجتماع است. بدون کارآفرینی حتی وجود جامعه غیرقابل تصور است [۷]. از نظر شومپیتر کارآفرین فردی فوق‌العاده است که از طریق نوآوری دست به خلق ترکیبات جدید اقتصادی و تجاری می‌زند. فرآیند کارآفرینی را با چیزهایی همراه می‌داند که در یک کسب‌وکار معمولی دیده نمی‌شود.

با توجه به تعاریفی که در فوق ذکر شد، خلق‌های بی‌بدیل و قابلیت‌های ذهنی متفاوت در حوزه‌های مختلف دارای یک دستورالعمل مشخص و ثابتی نبوده و لازم است آموزش‌های اختصاصی برای پرورش ذهن‌های متفاوت با ماهیت‌های مختلف صورت گیرد تا نواوری صورت بگیرد. این آموزش‌ها لزوماً آموزش‌های آکادمیک و متعارف نبوده و در بسیاری از موارد از آنها فاصله دارد و تحلیل‌های مرتبط با روابط علّی و معلولی قادر به تبیین این پدیده نیست. لذا برای روشن‌تر شدن نقش خلاقیت در توسعه اقتصادی با رویکرد تحلیلی به دیدگاه اندیشمندان و صاحب‌نظران علوم شناختی و علوم اعصاب پرداخته می‌شود.

رویکرد شناختی به نقش خلاقیت در توسعه اقتصادی

پیشرفت‌ها و کشفیات جدید به‌ویژه توسط دانشمندان علوم شناختی در خصوص مغز و ذهن انسان، واقعیت‌های جالبی را در رابطه با فرایندهای تصمیم‌گیری تخصیص منابع عاملان اقتصادی (افراد، سازمان‌ها و دولت‌ها) و نحوه مقابله با کمیابی‌ها آشکار می‌کنند [۸]. «علوم شناختی شاخه‌ای از علوم جدید است که به مطالعات بین‌رشته‌ای و علمی مغز می‌پردازد. دانشمندان این حوزه به ذهن به‌عنوان یک پردازشگر اطلاعات نگاه می‌کنند». «پردازشگرهای اطلاعات باید به انتقال اطلاعات بپردازند. مطابق این دیدگاه، ذهن باید چند شکل از فرایندها و بازنمودهای ذهنی[2] را ترکیب کرده و اطلاعات موجود در آنها را پردازش نماید» [۹].

دیدگاه علوم شناختی، مهم‌ترین دیدگاهی است که در زمینه درک و فهم مغز و ذهن انسان که اطلاعات را دریافت، نگهداری و پردازش می‌کند، می‌باشد. در اینجا تلاش می‌شود به جنبه‌های شناختی مفهوم خلاقیت پرداخته شود.

در فرایند خلق، فرض می‌شود مغز با بی‌نظمی و اخلال شروع می‌شود، ارتباطاتی بین حالت مبهم موضوعات، سمبل‌ها یا کلمات و یا تجربیات به‌خاطر آورده شده، ایجاد می‌کند که قبلاً به‌هم مرتبط نبوده‌اند. ورای این بی‌نظمی و اخلال، در نهایت خودسازمان‌دهی ظاهر می‌شود و در کل مغز فراگیر می‌شود. نتیجه این روند یک چیز کاملاً جدید و بدیع است. این حالت بی‌نظمی مغز ممکن است برای ساعت‌های طولانی، در حالی که

1. subjective
2. mental representation

کلمات، تصاویر و نظرات و ایده‌ها به هم خورده‌اند، باقی بماند. در نهایت نظم و به‌همراه آن محصول خلاق ظاهر می‌شود. در واقع، نگاه به پدیده خلاقیت در این بخش، به صورت عینی می‌باشد. این که در ذهن چه فرآیندی به‌صورت نوروبیولوژیکی رخ می‌دهد که نتیجه آن، خلاقیت (ناولتی) است. آنچه که در یافته‌های علوم اعصاب‌شناختی به دست آمده، نشان می دهد که بافت خاکستری مغز که در کل مغز پراکنده شده و بین بخش‌های مغز ارتباط ایجاد می‌کند، در فرآیند خلق ذهنی دخیل می‌باشد. نتایج مطالعات مرتبط هم نشان داده‌اند که ساختار شبکه حافظه معنایی مغز در افراد با خلاقیت بالا، پویاتر و منعطف‌تر از افراد با خلاقیت پایین است [۱۰].

در رویکرد علوم شناختی، به پرسش‌هایی در ارتباط با نحوه کارکرد ذهن پرداخته می‌شود. «چرا که علوم شناختی بر متغیری با پیچیدگی‌های ذاتی به نام ذهن انسان تأکید دارد. منظور از ذهن مجموع هر آنچه که نمودهای هوشمندی و آگاهی هستند مانند تفکر، ادراک، حافظه، احساس، استدلال و نیز تمام روندهای ناآگاهانه شناختی است. به‌طور کلی پرسش‌هایی مانند این که ذهن چگونه کار می‌کند یا مغز چگونه هوشمندی را ایجاد می‌کند، ساختار ادراکی و یادگیری آن چگونه می‌باشد، از جمله پرسش‌هایی هستند که در این شاخه علمی بررسی می‌شود» [۱۱].

در تئوری‌های فولک[1]، فکر کردن فرایند ذهنی است که در ذهن و یا توسط ذهن انجام می‌شود. فرض می‌شود ذهن به‌عنوان کارگزار غیرفیزیکی که در سر انسان‌ها قرار دارد. علوم شناختی می‌پذیرد که فکر کردن فرایندی در جریان است که در داخل سر صورت می‌گیرد [۱۲].

خلاقیت یک سازه چندبعدی است و تعریف عملیاتی برای آن وجود ندارد، باتوجه به تعاریف متفاوتی که از آن بیان شده است می‌توان گفت دو مفهوم نوآوری و سودمندی وجه اشتراک تعاریف موجود هستند. فرد خلاق توانایی سازگاری خوبی با ابهامات دارد و با استفاده از مهارت‌های خاص تفکر می‌تواند در موقعیت‌های متفاوت همواره راه‌حل‌های متعدد ارائه دهد. استرنبرگ خلاقیت را تحت تأثیر دانش و توانایی‌های اخلاقی می‌داند که ترکیبی از قدرت، ابتکار، انعطاف‌پذیری و افزایش حساسیت برای اندیشیدن درمورد نتایج سازه و متفاوت است [۱۳].

خلاقیت شناختی[2] به فرایندهای شناختی یک فرد با تفکر خلاق اشاره دارد، تفکر خلاق می‌تواند اشکال مختلفی داشته باشد به‌عنوان مثال تفکر واگرا در ایده خلاقانه به ارائه راه‌حل‌های متفاوت برای یک مسئله حل‌نشده اشاره دارد و تفکر همگرا که به‌عنوان حل مسئله بینشی شناخته شده است به‌معنی توانایی حل یک مسئله خلاقانه است [۱۴]. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که کنترل شناختی بالا از انتخاب‌های مؤثر و استراتژی‌های کارآمدتر حمایت می‌کند و بازداری از تصمیم‌گیری‌های نامناسب را تسهیل می‌کند، به‌طوری‌که که افرادی که دارای ظرفیت پایین در کنترل توجه هستند ممکن است قادر به تحمل ابهام در ارتباط با رویدادهای آینده نباشند، که در پی آن ممکن است به تصمیم‌گیری‌های ناگهانی و تکانشی برای پایان دادن به ابهام موجود، بدون ارزیابی کافی همه انتخاب‌های ممکن ختم شود. این مکانیسم می‌تواند توانایی ارزیابی کوتاه‌مدت پاداش خرید را در مقابل ارزیابی بلندمدت تحت تأثیر قرار دهد [۱۵]. ایجاد خلاقیت نیازمند بستر فکری و ذهنی مناسب است تا توانمندی ایجاد آن در ذهن انسان صورت گیرد. در راستای اهمیت خلاقیت در رشد و توسعه اقتصادی پژوهش‌ها براساس شاخص جهانی خلاقیت[3] (GCI) به بررسی تأثیر مؤلفه‌های خلاقیت (استعداد، فناوری، تلورانس و بردباری) در رشد و توسعه اقتصادی پرداختند که نتایج حاکی از آن بود که همراه بودن مؤلفه‌های خلاقیت در اختراعات، صادرات و تحقیق و توسعه، باعث رشد استعدادهای خلاقانه افراد و پیشرفت تکنولوژی می‌شود که در نتیجه دارای تأثیر مثبتی بر رشد و توسعه اقتصادی هستند [۱۱].

با توجه به اینکه خلاقیت یکی از محرک‌های اصلی توسعه اقتصادی است، می‌توان بیان کرد که امروزه سازمان‌ها و بنگاه‌های اقتصادی کوچک و بزرگ در جوامع مختلف بدون خلاقیت مستمر، سریع و به‌موقع، محکوم به فنا هستند و اکنون شرایط محیطی کسب‌وکار به‌قدری پیچیده، پویا و نامطمئن گردیده است

1. folk theory
2 Creative cognition
3 Global creativity index

که دیگر نمی‌شود با راه‌حل‌های قبلی، مسائل و مشکلات امروز را حل کرد. در واقع افراد خلاق و نواور و کارافرین هستند که منشأ تحولات بزرگی در زمینه صنعت، تولید و خدمات می‌باشند و این افراد منبع تولید نوآوری بوده و برای شرکت‌ها مثل شاهرگ، حیاتی هستند که در صورت قطع شدن آن محکوم به زوال و نابودی خواهند بود. زیرا سرعت رشد اقتصاد جهانی، تقاضای محدود و عرضه فراوان، میزان رقابت را شدیدتر کرده است و این افراد خلاق و نواور هستند که اطلاعات پیرامون خود را جذب کرده و برای بررسی مسأله، رهنمودهای مختلفی را مورد بررسی قرار می‌دهند تا محصولی جدید ارائه داده و در رقابت جهانی بتوانند دوام داشته باشند. پس این رویکرد میتواند منشأ این تحولات و تغییرات بوده و تحرکات توسعه را فراهم آورد.

نتیجه‌گیری و توصیه سیاستی

توسعه اقتصادی دغدغه همیشگی اندیشمندان مختلف به‌ویژه اقتصاددانان بوده است. تئوری‌های توسعه چه به‌صورت عمومی و چه به‌صورت برخوردهای موردی با مشکلات پدیده‌های مختلف اقتصادی تلاش داشته با تبیین کلی و جامع از مسائل پیش‌روی کشورهای مختلف، راه‌حل‌ها و توصیه‌های سیاستی را بر اساس تئوری‌ها ارائه دهند. این تئوری‌ها خود برگرفته از مکاتبی هستند که انگاره‌ها، پیش‌ذهنیت، فروض و بنیان‌های فلسفی خاصی داشتند، لذا به مقتضای زمان و نگرش‌های حاکم تلاش شده است که راه‌حل‌های متناسب با درک مسائل داشته باشند. اگر نگرش فقط به این بُعد و با درک شرایط زمانی باشد، این تبیین درست بوده است.

سیر تطور اندیشه‌های توسعه به‌گونه‌ای است که در دیدگاه‌های اولیه، عامل توسعه را سرمایه فیزیکی و افزایش ظرفیت تولید در نظر می‌گرفتند که نشأت گرفته از عینیت‌گرایی بود که بر رابطه انسان با طبیعت تمرکز داشته و مقوم و نیروی حرکتی آن بر اساس دنیای مادی و طبیعی قرار دارد. در یک نگرش عینیت‌گرایی طبیعتاً تئوری‌ها بر اساس نگرش‌ها و انگاره‌های آن مکتب و با توجه به شیوه تجربه‌گرایی، توسعه را می‌دیدند. بنابراین توسعه را بایستی افزایش GDP و ارزش را همان ارزش عوامل تولید ببینند در حالی‌که علوم در حال پیشرفت بوده و مقدماتی برای جایگزین کردن انگاره‌های دیگر یا تصحیح و تعدیل نگرش‌های گذشته به‌وجود می‌آید. به‌دلیل اینکه تبیین‌های تئوریک قابلیت تفسیر و پیش‌بینی مسائل، رخدادها و مشکلات را نداشته و زمینه برای ایجاد نگرش جدید یا اصلاحات در انگاره‌ها برای مکتب جدید پیش می‌آید.

وقتی شواهدی از تاریخ توسعه بشری به‌ویژه بعد انقلاب صنعتی را مرور می‌کنیم، نقش خلاقیت و نوآوری‌های برخاسته از آن، پیشرفت‌های تکنولوژیک به‌ویژه خلاقیت‌های ذهنی کارسازتر، مولدتر، بنیانی‌تر و تاثیرگذارتر در تمام ابعاد توسعه دیده می‌شود و به همین دلیل است که جامعه علمی به انتظار تحولی دیگر و بنیان‌های نظری و ایده‌پردازی و شکل‌گیری ایده‌های نو و جدید است. بنابراین تئوری‌های توسعه و به‌تبع آن سیاست‌های اخذ شده از آنها محوریت تمامی مباحث نه‌تنها در توسعه اقتصادی بلکه در تمام رشته‌های علوم انسانی و علوم طبیعی را فرامی‌گیرد.

خلاقیت یک منبع طبیعی است و تلاش برای شکوفایی خلاقیت، سود و منفعت عظیمی را برای کل جامعه به ارمغان می‌آورد. به‌عبارتی، اگر ما در جامعه به‌صورت عمومی و برای شکوفایی و پرورش خلاقیت در کل جامعه تلاش کنیم، منفعت آنکه همان توسعه اقتصادی است، به کل جامعه برمی‌گردد، به‌طوری‌که خلاقیت و نواوری بنیانی‌ترین عامل توسعه اقتصادی است [۱۶].

بر اساس مطالعات علوم شناختی، خلاقیت در یک منطقه خاصی از مغز متمرکز نشده است، در مقابل، خلاقیت از یک شبکه پیچیده‌ای از نرون‌هایی که در سراسر مغز فعالیت می‌کنند، حاصل می‌شود. در خلق علم، ذهن فراتر از آنچه معین و مفروض است، می‌رود. یعنی از فراتر از شناخته‌ها می‌رود. به‌عبارت دیگر، ذهن خارج از چارچوب، خلق ایده می‌کند.

هرچند عصب‌شناسی و علوم شناختی به خیلی مسائل پاسخ دادند ولی گویا همچنان نسبت به پیچیدگی‌ها و خلاقیت‌های ذهنی را بر اساس تجربه و اساس مغز را بر روانشناسی گذاشته‌اند [۱۷]. به‌طوری‌که اندیشمندانی چون اندریسن در پاسخ به این سؤال که مغز چگونه فکر می‌کند؟ در نهایت به عینیت در ذهن یا بخش خاکستری ذهن و گسترش آن در توسعه اندیشه‌ها و خلاقیت‌ها می‌پردازد و یا ساختاری شدن سیناپس‌ها در بین نورون‌ها آن‌گونه آزمایش‌های تجربی نشان می‌دهد استناد می‌کند و به‌نظر می‌رسد که در فهم مقوم‌ها و شگفتی‌هایی که در مکانیسم ذهن همچنان مورد ملاحظه قرار نگرفته و ضرورتاً بایستی بنیان‌های فلسفی از سرشت و ماهیت انسان به‌ویژه قوه عقلانی

و مقوم اراده قدسی[1] در کنار پیشرفت‌های قابل تقدیر در روانشناسی، علوم اعصاب و علوم شناختی قرار گیرد که نیروی سوم مشخصاً به‌دلیل نامحسوس بودن آن و عدم قابلیت‌های انسان محدود و مقید به زمان و مکان نتوانسته است در این عرصه به روشنی تقویم و تصویر شود.

در نهایت نتایج مروری این پژوهش نشان داد که رویکرد تحلیلی علوم شناختی یکی مهمترین ابزار وسازوکار در اختیار پژوهشگران، سیاستگزاران و برنامه‌ریزان برای مقابله با کمیابی‌ها و نگاه چندسطحی و چندبعدی به پدیده توسعه را فراهم می‌آورد و با توسعه سرمایه انسانی از دیدگاه شناختی و افزایش ظرفیت-های مولد انسانی و توسعه و ارتقا قابلیت‌های شناختی و مغزی و بالتبع ان حصول خلاقیت و نوآوری در عرصه‌ها و سطوح خرد و کلان و ایجاد تولید اشتغال دانش‌بنیان و افزایش درآمدها، می‌تواند پیشران و سازوکار مؤثری در توسعه اقتصادی کشورها به‌ویژه ایران در عصر حاضر باشد و دولت‌ها و سیاستگزاران می‌توانند با توسعه زیست‌بوم دانش‌بنیان و اکوسیستم نوآوری، توسعه اقتصادی و اجتماعی را تسریع بخشند.

منابع و مؤاخذ

[۱]. متوسلی، محمود (۱۳۸۹). توسعه اقتصادی: مفاهیم، مبانی نظری، رویکرد نهادگرایی و روش‌شناسی. انتشارات سمت، تهران

[۲]. نادری، ابوالقاسم (۱۳۸۳)، اقتصاد آموزش، تهران، نشر یسطرون

[3]. Adelman, I. (1999). Fallacies in Development Theory and their Implications for Policy, California: Agricultural Experiment Station, Giannini Foundation of Agricultural Economics, Working Paper 887.

[4]. Meier, Gerald, M. (2001). The old generation of development economists and the new in Gerald M. Meier and Joseph E. Stiglitz, Frontiers of development economics; The Future in Perspective. Oxford University Press.

[۵]. متوسلی، محمود (۱۳۹۴). نگاه معرفت‌شناختی به جایگاه و منشا ناولتی در توسعه اقتصادی، فصلنامه توسعه کارآفرینی، دوره ۸، شماره ۳، صص ۴۳۱-۴۱۳.

[۶]. Schumpeter, J. A. (۲۰۰۵). Development. Journal of Economic Literature, ۴۳(۱), ۱۰۸– ۱۲۰

[۷]. دسوتو، خسوس هورتا (۱۳۹۴). اقتصاد مکتب اتریش، نظم بازار و خلاقیت کارآفرینانه، ترجمه: محمود متوسلی و مهرزاد سعیدی کیا، نشر چشمه، تهران

[۸]. نادری، ابوالقاسم (۱۳۹۷). مباحث پیشرفته در اقتصاد آموزش (کارایی و اثربخشی درونی)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول

[9]. Friedenberg, J., and Silverman, G. (2006). Cognitive science: an introduction to the study of mind, Sage Publications India.

[10]. Kenett, Y. N., & Faust, M. (2019). A semantic network cartography of the creative mind. Trends in cognitive sciences, 23(4), 271-274.

[۱۱]. محمدزاده، پرویز، بهشتی، محمدباقر و اکبری، اکرم (۱۳۹۶)، علوم شناختی رویکردی برای تبیین رفتار اقتصادی مصرف‌کننده، فصلنامه تحقیقات اقتصادی، دوره ۵۲، شماره ۱، صص ۳۴-۱.

[12]. Melser, D. (2004). The act of thinking, MIT Press.

[۱۳]. موحدی، یزدان. پورمحمدی،مرتضی (۲۰۱۸). تحلیل فعالیت شناختی مغز در هنگام تفکر طراحانه مبتنی بر خلاقیت. مجله روان‌شناسی شناختی، ۶(۲)، ۱-۱۰.

[14]. Benedek, M., & Fink, A. (2019). Toward a neurocognitive framework of creative cognition: The role of memory, attention, and cognitive control. Current Opinion in Behavioral Sciences, 27, 116-122.

[15]. Adams, H. (2019). The role of executive function in impulsive consumer purchasing behavior.

[۱۶]. لشکری‌زاده، مریم (۱۴۰۰)، نقش اقتصاد خلاق در رشد کشورهای اقتصادی منتخب، مجله توسعه اقتصادی، سال سیزدهم، شماره ۲

[۱۷]. متوسلی، محمود (۱۳۹۷). بررسی تاثیر خلاقیت بر توسعه اقتصادی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، دوره ۹، شماره ۱، صص ۱۹۵-۱۷۷.

1. Divine will

مروری بر نقش دولت‌ها در توسعه پهن‌باند و ارائه راهبردها

مهدی رعایائی[1]، علی استاجی[2،*]

چکیده

در جهان امروز، اهمیت ارتباطات و خصوصاً استفاده از فضای مجازی تا حدی است که از آن به‌عنوان راهکاری برای توسعه یاد می‌شود. اگرچه در تأثیرگذاری سرعت اینترنت و فناوری‌های نوین آن در اقتصاد مناقشاتی وجود دارد، اما به‌دلیل غالب بودن اثرات مثبت اقتصادی بر اثرات منفی آن، غالب کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به‌دنبال افزایش سطح دسترسی مردم و نهادهای اقتصادی به فناوری پهن‌باند هستند. عوامل و علل متعددی در تحقق و توسعه این فناوری وجود دارد، اما بسیاری از کارشناسان معتقدند که بخش عمومی و دولتی مهم‌ترین نقش را در تولید و استفاده از خدمات پهن‌باند دارد. لذا این پژوهش برای بررسی این مسئله، به مطالعه تجربه کشورهای پیش‌رو در زمینه فناوری پهن‌باند پرداخته و سیاست‌های دولت‌ها در توسعه این فناوری را مورد مداقه قرار داده است. نتایج این پژوهش که با روش تحقیق تحلیلی – توصیفی و با استفاده از منابع کتابخانه‌ای، تحلیل اسنادی و نیز تحقیق و توسعه به‌دست آمده است، ضمن تأیید اهمیت نقش دولت‌ها در توجه و اهتمام به توسعه فناوری پهن‌باند و لزوم سیاست‌گذاری در زمینه توسعه این فناوری، نشان می‌دهد که می‌توان این سیاست‌ها را ذیل سه عنوان سیاست‌های عمومی، سیاست‌های طرف عرضه و سیاست‌های طرف تقاضا دسته‌بندی نمود.

واژگان کلیدی: پهن‌باند، دولت، سیاست‌های راهبردی، توسعه اقتصادی

---

* عهده‌دار مکاتبات: دکتری اقتصاد، تلفن: ۰۹۳۵۸۶۷۲۶۷۶، نشانی الکترونیکی: ali.estaji@ut.ac.ir

[1] گروه اقتصاد ، پژوهشگاه حوزه و دانشگاه، قم، ایران

[2] دانشگاه تهران، تهران، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.5.7

مقدمه

ورود پهن‌باند و افزایش ضریب نفوذ آن در کشورهای مختلف، توانسته است فناوری‌های مبتنی بر این زیرساخت نوین را وارد کشورها کرده و ابزارهای فراوانی را برای بخش‌های مختلف جامعه و به‌ویژه حوزه‌های اقتصادی، فراهم نماید. تغییر نحوه آموزش کودکان، خدمات‌رسانی بهداشت و درمان شهروندان، مدیریت انرژی، امنیت عمومی، نظارت و دسترسی به دولت و ارگان‌های مربوطه، سازمان‌دهی، گسترش و فراگیر نمودن دانش و ... برخی از کاربردهای این صنعت می‌باشد. این فواید تا آنجا پیش می‌رود که به عقیده برخی صاحب‌نظران، همان‌گونه که الکتریسیته در قرن گذشته تحول اساسی در اقتصاد ایجاد کرده است، پهن‌باند نیز می‌تواند رشد اقتصادی ایجاد کرده، مشاغل جدیدی ایجاد کند و با ایجاد رقابت جهانی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها در پیشبرد اهداف اقتصادی کشورها تبدیل شود [۱]. از این‌رو شناخت فناوری پهن‌باند و توسعه آن از نکات کلیدی است که بایستی حول آن مطالعاتی اساسی صورت پذیرد. بررسی تجربه کشورهای برتر در حوزه فناوری پهن‌باند نشان می‌دهد که بخش عمومی و دولتی مهم‌ترین نقش در تولید و استفاده از این خدمات را دارد و دولت‌ها تلاش می‌نمایند تا در روند توسعه و گسترده نمودن پوشش و دسترسی پهن‌باند در جامعه و خصوصاً بخش‌های اقتصادی، اقدامات لازم را انجام دهند. در واقع از آنجا که ارتقای زیرساخت‌ها و روبناهای مورد نیاز برای استفاده کاربران از خدمات و محتواهای موجود در اینترنت، نیازمند سرمایه‌گذاری‌های بزرگ و صرف هزینه‌های هنگفت است، بخش خصوصی به تنهایی نخواهد توانست در این زمینه موفق عمل نماید. در نتیجه بحث ورود دولت‌ها و اتخاذ سیاست‌های راهبردی جهت دستیابی به این فناوری ضروری می‌نماید.

در واقع دولت‌های پیشرو با دخالت مستقیم و غیرمستقیم، زمینه استفاده عموم مردم از خدمات فناوری پهن‌باند را فراهم می‌نمایند. می‌توان سیاست‌های به کار گرفته شده توسط دولت‌ها در این راستا را در سه دسته سیاست‌های عام و کلی، سیاست‌های طرف عرضه و سیاست‌های طرف تقاضا طبقه‌بندی نمود. در راستای نیل به این هدف پس از مقدمه و در بخش دوم به معرفی پهن‌باند پرداخته و انواع آن و اهمیت و ضرورت استفاده از فناوری پهن‌باند بیان شده است. در ادامه نیز پیشینه پژوهش ارائه شده است. در بخش سوم اهتمام و توجه حداکثری کشورهای پیشرو در جهت توسعه این فناوری مورد اشاره قرار گرفته و با توجه به این مطالعات، طبقه‌بندی سیاست‌های دولتی در زمینه توسعه پهن‌باند در بخش چهارم ارائه گردیده است. در نهایت نیز جمع‌بندی مطالب بیان شده است.

ادبیات موضوع

- **تعریف پهن‌باند**

پهنای باند[1] از جمله واژه‌های متداول در دنیای شبکه‌های رایانه‌ای است که به نرخ انتقال داده توسط یک اتصال شبکه و یا یک رابط- اینترفیس[2]، اشاره می‌نماید. به‌منظور سنجش اندازه پهنای باند از واحد «تعداد بیت در ثانیه» و یا bps استفاده می‌شود. در واقع پهنای باند در ارتباط با تفاوت بین بالاترین و پایین‌ترین فرکانس‌های در دسترس برای انتقال یک محدوده خاص می‌باشد. اما در استفاده از شبکه، ظرفیت انتقال یک کامپیوتر یا یک کانال ارتباطی می‌باشد که معمولاً بر حسب مگابیت در هر ثانیه (mbps) بیان می‌شود [۲]. فناوری پهن‌باند به اتصال سریع و پهنای باند بیشتر به اینترنت نسبت به خطوط تلفن استاندارد اشاره دارد. پهنای باند بیشتر اتصال پهن‌باند اجازه می‌دهد تا داده‌های بیشتری با سرعت بیشتری نسبت به خط تلفن معمولی منتقل شوند [۳].

- **اهمیت وجود و ضرورت توجه به فناوری پهن‌باند**

تسهیل امور تجاری آنلاین و اینترنتی، تا حد زیادی به وجود پهن‌باند مناسب و دسترسی به تمام امکانات آن بستگی دارد و با گسترش استفاده از فناوری پهن‌باند، مزایای تجاری زیادی نصیب شرکت‌ها خواهد شد و موجب رونق اقتصاد در کشورهای استفاده‌کننده می‌شود. این فناوری امروزه توانسته است بسیاری از فرآیندهای تجاری، خدماتی و ارتباط چندرسانه‌ای را گسترش دهد که در این میان صنایع خدماتی جزء اولین کسب‌وکارهایی هستند که از پهن‌باند استفاده کرده‌اند [۲]. برخی کارشناسان اذعان می‌کنند که اگر بخواهیم سیاست‌های اتخاذشده توسط کشورهای پیشرو در «فناوری اطلاعات و ارتباطات» (فاوا)[3] را

---
1 Bandwidth
2 Interface
3 ICT: Information and Communication Technology

در ده عنوان اولویت‌بندی کنیم، توسعه پهن‌باند دومین اولویت و تنها پس از دولت الکترونیک (که خود نیازمند توسعه پهن‌باند مناسب است) قرار خواهد گرفت [۴].

البته اگرچه این روند توسعه با سرعتی بیش از پیش به راه خود ادامه می‌دهد و غالب مطالعات اقتصادی بر پیشرفت آن تاکید می‌کنند، اما به‌نظر می‌رسد برای آن دسته از کشورهایی که از فرهنگ غنی برخوردارند، لازم است تا تاریخچه توسعه پهن‌باند و اثرات فرهنگی آن در جوامع مختلف را مرور نموده و تلاش کنند تا اثرات منفی توسعه این فناوری را شناخته و به مقابله با آن بپردازند. استفاده از فرصت‌ها اگرچه بسیار جذاب است اما در توسعه هر فناوری نوین، لازم است به جنبه‌های مختلف آن توجه کافی نمود؛ برای این کشورها لازم است تا رویکردهای فرهنگی را در کنار نگاه صرفاً اقتصادی موجود قرار دهند و به دنبال حداکثر نمودن فواید این فناوری در تمامی عرصه‌ها باشند. پرواضح است که استفاده از هر فناوری بدون توسعه زیرساخت‌های فرهنگی، اقتصادی و سیاسی امکان‌پذیر نیست.

پیشینه پژوهش

اما در ارتباط با نقش دولت در گسترش و توسعه پهن‌باند در خارج از کشورها مطالعات مختلفی صورت گرفته است که به‌عنوان نمونه به برخی از آنها اشاره می‌شود. فلچ (۲۰۰۷) به بررسی این موضوع می‌پردازد که چگونه سیاست‌گذاری فعال و صحیح دولت می‌تواند به تقاضای پهن‌باند را تحریک نماید [۵]. پیکوت و ورنیک (۲۰۰۷) نقش دولت در رابطه با پهن‌باند را در قالب دو دیدگاه کالای عمومی و کالای رقابتی بررسی می‌کنند [۶]. کلی و روستو (۲۰۱۲) چهار نقش و وظیفه اصلی سیاست‌های قانونی و نظارتی[1]، سیاست‌های دسترسی جهانی[2]، حمایت از بخش خصوصی ساخت شبکه پهن‌باند[3] و سیاست‌های تحریک تقاضا[4] را جهت توسعه و رونق پهن‌باند برای دولت ارائه کرده‌اند [۷]. جانگ‌مین (۲۰۱۲) معتقد است که عوامل مهمی در توسعه و رونق پهن‌باند در کره‌جنوبی مؤثر بوده است که مهم‌ترین آنها نقشی است که دولت کره جنوبی برعهده داشته است [۸]. شارما و همکاران (۲۰۱۴) به بیان این مسئله می‌پردازند که برای رونق و توسعه فناوری پهن‌باند در هندوستان هم دولت و هم صنعت بایستی به‌طور مشترک نسبت به تحریک و ایجاد یک صنعت محتوای آنلاین محلی اقدام نمایند [۹].

بررسی‌ها نشان می‌دهد که تنها چند مقاله انگشت‌شمار در زمینه ابعاد اقتصادی فناوری پهن‌باند در کشور نگارش یافته است. زاده‌حسین و همکاران (۱۳۹۵) معتقدند فناوری پهن‌باند با قابلیت‌هایی مانند توسعه کارآفرینی و رشد بهره‌وری این توانایی را دارد که از اتکاء دولت به درآمدهای نفتی بکاهد [۱۰]. استاجی و همکاران (۱۳۹۶) معتقدند به علت غالب بودن آثار مثبت اقتصادی بر آثار منفی آن، بیشتر کشورها در پی افزایش توانمندی‌های استفاده کسب‌وکار و سطح دسترسی مردم به فناوری پهن‌باند هستند [۱۱]. رعایائی و همکاران (۱۴۰۰) با توجه به جایگاه فناوری پهن‌باند و لزوم به‌کارگیری آن در کشور، مدل بومی توسعه فناوری پهن‌باند را ارائه نموده‌اند [۱۲].

روش پژوهش

با توجه به اهداف و ماهیت تحقیق، برای بررسی این مسئله از روش پژوهش توصیفی - تحلیلی استفاده شده است که نتایج آن کمک شایانی به تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها در سطح جامعه دارد. در تحقیقات توصیفی همانگونه که از نام آن پیداست وضع موجود یک پدیده، شیء یا اتفاق خاص مورد بررسی و توصیف قرار می‌گیرد. در واقع این تحقیق وضع موجود را بررسی می‌کند و به توصیف منظم و نظام‌دار وضعیت فعلی آن می‌پردازد و ویژگی‌ها و صفات آن را مطالعه و در صورت لزوم ارتباط بین متغیرها را بررسی می‌نماید. در این تحقیقات نوعاً از روش‌های مطالعه کتابخانه‌ای و بررسی متون و محتوای مطالب استفاده می‌شود [۱۳].

۱. نقش دولت و سیاست‌های آن در توسعه پهن‌باند

بخش عمومی و دولتی مهم‌ترین نقش در تولید و استفاده از خدمات پهن‌باند را دارد. از آن جهت که برنامه‌های کاربردی در زمینه دولت الکترونیک، کاربران را به ارتقای هرچه بیشتر سواد دیجیتالی ترغیب خواهد کرد، ورود دولت و ایجاد دولت

1 legal and regulatory policies and reform
2 universal access policies
3 support for private sector broadband network build-out
4 policies to stimulate demand

الکترونیک، می‌تواند تمام فرآیند تعاملات را میان مردم و کسبه پوشش دهد و کاربران نیز مجبور به ورود در این مقوله شده و در آن کسب مهارت می‌کنند [۱۴]. استفاده این بخش از خدمات آموزشی، سلامت، فرهنگ و فعالیت‌های اقتصادی، صنعتی یا کشاورزی از نمونه‌های آن است. دولت همچنین قادر است با اخذ مالیات از مردم و کسبه به‌صورت آنلاین، ارائه اطلاعات کسب‌وکار و همچنین تأسیس بخش‌هایی از اقتصاد از این طریق به امر توسعه عرضه و تقاضای خدمات مرتبط با پهن‌باند سرعت بخشد [۱۵]. در جهان دولت‌هایی مانند فرانسه و کره جنوبی مستقیماً وارد بازار شده و تلاش دارند به توسعه پهن‌باند سرعت متناسبی دهند.

از آن جهت که برای ارتقای زیرساخت‌ها و روبناهای مورد نیاز برای استفاده کاربران از خدمات و محتواهای موجود در اینترنت هزینه‌های بسیار زیادی در کشور صورت می‌پذیرد، لازم است اقدامات و راهکارهای کشورهای پیش‌رو در بازار پهن‌باند به‌منظور تحلیل علل پیشرفت آنان و استفاده از تجارب موجود، بررسی شود. طبق مطالعات صورت گرفته در اغلب کشورهای پیش‌رو در زمینه توسعه پهن‌باند، دولت‌ها نقشی اساسی در پیش‌برد این مهم داشته‌اند که با توجه به اینکه پرداختن به برنامه‌های توسعه کشورهای پیش‌رو در زمینه فناوری پهن‌باند و بیان جزئیات آن در این مجال نمی‌گنجد، در ادامه تنها به اهتمام دولت‌ها و نقش آنان در توسعه این فناوری در کشورهای پیش‌رو به‌صورت مختصر اشاره شده است.

به‌عنوان نمونه طرح فرانسه دیجیتال برای سال ۲۰۱۲، گسترش و در دسترس بودن پهن‌باند برای ۱۰۰٪ مردم، عهده‌داری دولت در همکاری و نظارت بر توسعه FTTX، برخورداری چهار میلیون خانوار از فیبر نوری را در برمی‌گیرد؛ همچنین دولت فنلاند پیش‌بینی می‌کند که در سال ۲۰۱۵ اهدافی چون برخورداری ۶۰٪ جمعیت از پوشش وایمکس سیار، برخورداری ۵٪ از وایمکس ثابت (با سرعت ۵ الی ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه) و مجموعاً برخورداری ۹۳ درصد از فناوری‌های کنونی و دسترسی ۹۹ درصد از ساکنین دائمی به فیبر نوری و تلویزیون کابلی با سرعت ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه محقق گردد. علاوه‌بر آن، ترکیه طرح جامعه اطلاعاتی خود را برای سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۱۰ برنامه‌ریزی نمود و نیوزلند نیز میزان ۷۵ درصد پوشش فیبر نوری را برای سال ۲۰۱۹ در نظر دارد [۱۶].

کشورهای دیگر مانند انگلستان و آمریکا نیز پس از عدم موفقیت بازار در توسعه مناسب پهن‌باند به طراحی و برنامه‌ریزی جهت توسعه پهن‌باند روی آوردند. دولت انگلستان طرح «آینده پهن‌باند فوق سریع بریتانیا»[1] را در تدوین نمود و اهدافی چون نوسازی و ارتقای زیرساخت‌های سیمی، وایرلس و رادیوئی برای حفظ موقعیت انگلیس به‌عنوان پیشرو در اقتصاد دیجیتال، فراهم کردن شرایط مساعد برای سرمایه‌گذاران و نوآوران در فضای اقتصاد دیجیتال، ارائه خدمات عمومی با ظرفیت و کیفیت بالا، ایجاد دسترسی همگانی به پهن‌باند و تلاش برای مقبولیت این فناوری در میان مردم را در آن گنجاند [۱۷]. دولت ایالات‌متحده آمریکا نیز در سیاست‌گذاری برای توسعه فناوری پهن‌باند ورود داشته است که این مسئله با توجه به دخالت حداقلی دولت آمریکا در امور مرتبط با بازار، نشان از اهمیت این موضوع دارد [۱].

۲. ارائه سیاست‌های راهبردی جهت توسعه پهن‌باند

بررسی‌های صورت گرفته در زمینه اقدامات و سیاست‌های دولت‌ها در کشورهای پیشرو در زمینه فناوری پهن‌باند نشان می‌دهد که می‌توان آنها را در سه دسته سیاست‌های عام و کلی، سیاست‌های طرف عرضه و سیاست‌های طرف تقاضا طبقه‌بندی نمود که در ادامه ارائه شده است.

۲-۱ سیاست‌های عام و کلی

- **میزان دخالت دولت در توسعه پهن‌باند**

میزان و چگونگی دخالت دولت در بازار، برای توسعه هر صنعت حتی صنایع باندپهن نیز مطرح است. دولت‌هایی مانند ژاپن، کره جنوبی و سوئد از ابتدا وارد بازار شده و حرکت بازار را به‌طور مستقیم رهبری و مدیریت کرده‌اند و در مقابل کشورهایی مانند آمریکا، انگلستان، فرانسه و فنلاند ابتدا برای بازار تسهیلاتی را ایجاد نموده‌اند و تنها برای عدم کارایی آن، دخالت را در دستورکار قرار می‌دهند. در این میان کشورهایی مانند فنلاند و آمریکا تسهیلات عمومی برای توسعه صنایع گوناگون را در کشور خود فراهم نموده‌اند و در توسعه پهن‌باند سیاست‌های مجزا و مشخصی را تا سال‌های گذشته دنبال نکرده‌اند.

- **برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و کوتاه مدت دولت‌ها**

برای رسیدن به مراحل مطلوبی از توسعه پهن‌باند، لازم است دولت‌ها اهداف و اقداماتی را با توجه به کارکردهای برنامه‌ریزی

[1] Britain’s superfast broadband future

برای آینده کشور تدوین کنند. کشورهای پیش‌رو برای آینده پهن‌باند، اهداف و طرح‌هایی را در سیاست‌های خود برنامه‌ریزی نموده‌اند که در این میان، کشورهای آمریکا، انگلستان، ژاپن، کره، فرانسه، سوئد و مالزی استراتژی منسجمی را برای توسعه پهن‌باند خود داشته یا دارند. در واقع کشورهای مختلف در سطح جهانی برای رسیدن به پهن‌باند مناسب و نتایج مبتنی بر آن اقداماتی را برای آینده پیش‌بینی نموده‌اند که در بخش قبلی مقاله به برخی از نمونه‌های آن اشاره و اهمیت برنامه‌ریزی آینده در آن مشخص شد.

- **سیاست‌های مدیریت و توسعه عرضه**

سیاست‌های طرف عرضه، به آن دسته از سیاست‌هایی گفته می‌شود که دولت‌ها از آن برای تأثیرگذاری بر چرخه عرضه و خروجی بنگاه‌های اقتصادی استفاده می‌کنند. از گذشته تا کنون، سیاست‌های طرف عرضه به‌منظور شتاب بخشیدن به رشد اقتصاد و به‌عنوان ابزار غیرمستقیم تغییر در طرف تقاضا استفاده شده است. طبق این سیاست‌ها، دولت‌ها بایستی محیط اقتصاد کشور را مجهز کنند و باثبات گردانند تا اعتماد بخش خصوصی به بازار افزایش و سرمایه‌گذاری آنان در حوزه‌های مختلف اقتصادی، ارتقاء یابد [۱۸]. اغلب فعالیت‌های دولت در طرف عرضه اقتصاد، بالا بردن توان تولیدکنندگان به کمک تغییر در بازار کار، تغییر یا بهبود تولید و فناوری‌های مرتبط با آن با روش‌هایی چون کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری است. در این بخش به جمع‌بندی برخی سیاست‌های کلان طرف عرضه که توسط دولت‌های پیشرو مورد استفاده بوده است، اشاره خواهیم کرد.

- **اصلاح و تدوین مقررات**

از جمله مداخله‌های دولت در بازار، تدوین و اصلاح مقررات حوزه کسب‌وکار هر صنعت است. دولت‌ها با استفاده از این ابزار می‌توانند شرایط محیط کسب‌وکار را اصلاح کرده و متغیرهای مهم اقتصادی مانند سطح اشتغال، تولید، بهره‌وری و ... را تغییر دهند [۱۹]. از این رو در توسعه پهن‌باند نیز دولت‌ها به این ابزار روی آورده و در انگلستان، سوئد و کره جنوبی، تغییر مقررات یکی از سیاست‌های توسعه پهن‌باند بوده است. ایجاد تسهیلات مقرراتی در کشوری مانند کره جنوبی [۲۰]، مقررات‌زدایی در آمریکا و ژاپن [۲۱] و ... از نمونه‌های تغییر و تدوین مقررات در این حوزه است.

- **کمک به توسعه زیرساخت‌های پهن‌باند**

ارتباط مستقیم میان توسعه زیرساخت‌ها و خروجی‌های توسعه اقتصادی یکی از مقبول‌ترین موضوعات قابل‌بحث در مطالعات اخیر جامعه اقتصادی است که بر خانوارها و بنگاه‌های اقتصادی اثرات مهمی دارد [۲۲]. برنامه‌ریزی و اجرای طرح زیرساخت‌های ملی در آمریکا [۲۳]، پشتیبانی و توسعه نسل آتی زیرساخت‌ها، کمک به بخش خصوصی در ارائه زیرساخت‌های مدرن ارتباطی، نوسازی و ارتقای زیرساخت‌های موجود در انگلستان [۱۷] و اعطای یارانه برای مناطقی که هیچ‌کدام از زیرساخت‌های لازم برای پهن‌باند را ندارند در نروژ، از جمله سیاست‌های اتخاذشده در کشورهای پیش‌رو بوده است.

- **کاهش مالیات و اعطای یارانه**

ایجاد انگیزه‌های مالیاتی می‌تواند از راهکارهای مناسب برای توسعه پهن‌باند توسط بخش خصوصی باشد. به‌طور نمونه در کره جنوبی کاهش مالیات و عوارض برای بخش‌های تازه‌وارد در حوزه‌های مرتبط با اینترنت از جمله سیاست‌های توسعه پهن‌باند محسوب می‌شود [۲۰]. همچنین در کشور انگلستان برای توسعه پهن‌باند به بنگاه‌های اقتصادی مرتبط، یارانه‌های دولتی اعطا می‌شود [۱۷].

- **حمایت از تحقیق و توسعه**

پشتیبانی از تحقیق و توسعه در حوزه فاوا از محل صندوق سرمایه‌گذاری مرتبط و ایجاد مشوق‌هایی برای تحقیقات مشترک بین‌المللی و همچنین سرمایه‌گذاری دولت در تحقیقات FTTH و نهایتاً تبدیل شدن کره جنوبی به قطب تحقیق و مطالعه در منطقه آسیا و اقیانوسیه و همچنین مشارکت فعال در مطالعات علمی و ایجاد فضایی نو در ارتقای تحقیق و توسعه، در کشور کره جنوبی از نمونه سیاست‌های مرتبط با این شاخه است [۲۴]. علاوه‌بر ورود و برنامه‌ریزی دولت کره جنوبی در این شاخه، یکی از فصول اصلی برنامه توسعه پهن‌باند در آمریکا، توجه و به‌کارگیری تحقیق و توسعه است [۱].

- **ارتقاء سرمایه انسانی**

یکی از نکات مهم در توسعه پهن‌باند اتخاذ سیاست‌های ترویج و توسعه نیروی انسانی متخصص مربوط به آن است. سرمایه‌گذاری در توسعه مراکز علمی، به‌عنوان مهم‌ترین مراکز توسعه دهنده دانش و مهارت، می‌تواند یکی از مؤثرترین

مسیرهای توسعه منابع انسانی و مهارت‌های مرتبط با ایشان باشد [۲۵]. با عنایت به اثربخشی بالای توسعه منابع انسانی متخصص و همچنین نیاز صنعت به آن، کشورهای مختلف در توسعه پهن‌باند به سیاست توسعه سرمایه انسانی روی آورده‌اند. تعلیم و آموزش منابع انسانی مورد نیاز صنعت پهن‌باند در کره جنوبی و ژاپن نمونه‌ای از این نگرش بوده که به قدرتمند شدن عرضه‌کنندگان پهن‌باند کمک نموده است [۱۶].

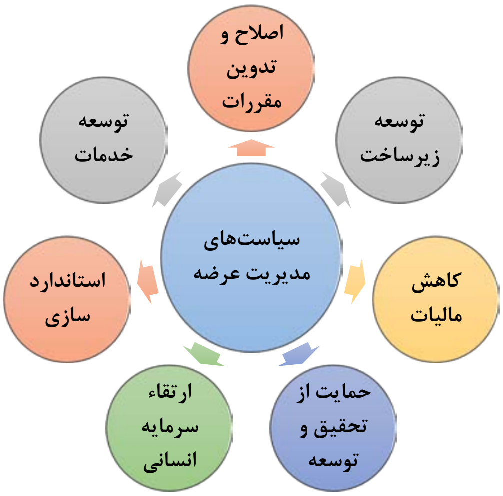
- **استانداردسازی**

استانداردها به خدمت‌دهنده و خدمت‌گیرنده، این امکان را می‌دهد تا برای خدمت مورد مبادله، زبان و چارچوب مشترکی داشته باشند [۲۶]. در این میان، استانداردهای فناوری، یکی از پایه‌های اساسی اقتصاد اطلاعات مدرن است که بر راهبردهای بازار و ذی‌نفعان آن اثرگذار است. اگرچه این اثرگذاری به اثبات رسیده اما نمی‌توان ارتباطات موجود میان سیاست‌های استانداردسازی دولتی را با عملکرد بازار به درستی دریافت [۲۷]. از این‌رو کشورهای پیشرو در توسعه پهن‌باند، برای راهبری این عرصه به تعیین و تصحیح برخی استانداردها پرداخته‌اند. به‌طور مثال استانداردسازی و تلاش برای رسیدن به نسل آتی پهن‌باند به کمک سازمان استانداردسازی NICC[۱] و اجرای پروژه «استانداردهای فنی، عملیاتی و تجاری»[2] برای هدایت صنعت در یافتن پیش‌نیازهای دست‌یابی کاربران به تمامی خدمات ارائه‌شده در بازار پهن‌باند، از اقدامات دولت انگلستان بشمار می‌رود [۱۷]. یکی از چهار بخش اصلی اصلاحات قانونی انجام شده توسط دولت فنلاند نیز استانداردسازی است. این دولت در تلاش بوده است تا با کمک این ابزار بتواند نیازهای ملی را برای بخش‌های دست‌اندرکار تبیین و پیگیری نماید. از این‌رو شاخص‌های استانداردی برای کیفیت ارائه پهن‌باند به کاربران ارائه داده است [۲۸].

- **توسعه خدمات به‌ویژه دولت الکترونیک**

یکی از اقدامات مهم در توسعه پهن‌باند و ارتقای سطح تقاضا در این صنعت و بسیاری از صنایع دیگر، ورود دولت‌ها به‌عنوان بزرگ‌ترین نهاد اجرایی و استفاده از این خدمات است. ایجاد برنامه‌های کاربردی مانند راه‌اندازی دو موتور جستجو در کره جنوبی، ارتقای دولت الکترونیک در بسیاری از کشورها مانند کره جنوبی، انگلستان، کانادا، شیلی و ژاپن، ترویج تجارت الکترونیکی در کره جنوبی، ژاپن، کانادا و فرانسه و ... از جمله مصادیق این‌گونه سیاست‌هاست که به فراخور زمان و امکانات موجود می‌توان آن را انجام داد [۲۰].

خلاصه سیاست‌های مدیریت طرف عرضه در نمودار ۱ به تصویر درآمده است.



نمودار ۱: سیاست‌های راهبردی توسعه پهن‌باند در طرف عرضه

۲-۲ سیاست‌های مدیریت تقاضا[۳]

مدیریت عرضه به تنهایی معایبی را برای اقتصاد در بر دارد. به‌عنوان نمونه عدم توازن و پیشی گرفتن یکی از طرف‌های عرضه یا تقاضا بر دیگری و ایجاد مازاد و عدم تعادل در بازار از این دست مشکلات است. در نتیجه از آنجا که برای توسعه پهن‌باند، بررسی و مدیریت عرضه و تقاضا در بازار به‌صورت همزمان الزامی است، علاوه‌بر آنچه به‌عنوان سیاست‌های طرف عرضه مورد مطالعه قرار می‌گیرد، اقداماتی را می‌توان در سوی تقاضای بازار دنبال نمود.

- **افزایش سواد دیجیتال**

همگام با گسترش فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات و نفوذ آن در جنبه‌های مختلف زندگی، تحصیل و حرفه، دستیابی به سواد اطلاعاتی، لازمه و پیش‌نیاز بقاء در جامعه دانش‌مدار امروز است. از این‌رو کشورهای مختلف در جهت توسعه تقاضای جامعه از پهن‌باند، این ابزار را به‌کار برده‌اند. در واقع از ضرورت‌های عصر اطلاعات، نیاز به آموزش و پرورش به‌ویژه سواد رسانه‌ای است

---

[۱] این نهاد بخش فنی ارتباطات انگلستان است که استانداردهای لازم برای شبکه‌ها و خدمات ارتباطات عمومی را طراحی می‌کند.
NICC: The home of network interoperability standards, http://www.niccstandards.org.uk/
[2] COTS: Commercial, Operational and Technical Standards
[3] Demand Management Policies

[۲۹]. در این زمینه تغییر نگرش‌ها در مورد فضای دیجیتال در کره جنوبی و سوئد، افزایش سواد دیجیتال مردم در کره جنوبی، شیلی، انگلستان، آمریکا و ایجاد و ارتقای فرهنگ استفاده از دسترسی بالا به اطلاعات و فناوری اجتماعی در ژاپن، فنلاند، کره جنوبی و سوئد در کنار ایجاد تقاضا از سوی بخش‌های مختلف دولتی و صنعتی در کره جنوبی و همچنین تأسیس صندوق تأمین مالی برای پروژه‌های ارتقای اطلاعات در کره جنوبی از این نمونه‌ها است [۲۰].

- **مدیریت قیمت**

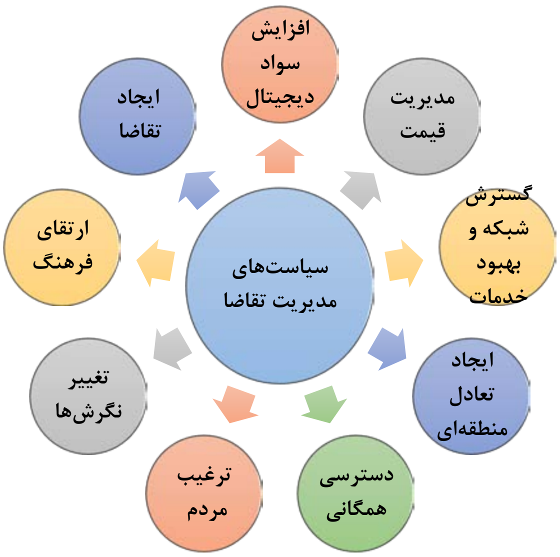
از حساس‌ترین سیاست‌های دولت در بازار، ورود به تغییر قیمت و مدیریت آن است. این سیاست‌ها می‌توانند موجب رشد و یا از بین رفتن بنگاه‌های اقتصادی شوند. این سیاست‌ها همچنین می‌توانند سودآوری را در بنگاه‌های اقتصادی تحت تأثیر قرار داده و سرمایه‌گذاری در آن را کاهش و یا افزایش دهند [۳۰]. این مهم در توسعه تقاضای بازار نیز به‌عنوان بخشی از چرخه اقتصادی مؤثر است از این‌رو کشورهایی چون کره جنوبی، فنلاند، ژاپن و فرانسه از این سیاست در توسعه تقاضا بهره برده‌اند [۱۶].

- **سایر سیاست‌ها**

علاوه‌بر آنچه پیش از این بیان شد، دولت‌ها برای توسعه تقاضای بازار اقدامات دیگری نیز داشته‌اند که در ادامه به جمع‌بندی آن می‌پردازیم:

- ✓ گسترش شبکه و بهبود خدمات آن توسط دولت‌های کره جنوبی و سوئد [۳۱]
- ✓ ایجاد تعادل منطقه‌ای در گسترش زیرساخت‌های فنلاند [۳۲]
- ✓ ترغیب مردم به مصرف در کره جنوبی، سوئد و فرانسه
- ✓ تغییر نگرش‌ها در مورد فضای دیجیتال در کره جنوبی و سوئد
- ✓ افزایش سواد دیجیتال در کره جنوبی شیلی، انگلستان و آمریکا
- ✓ ایجاد و ارتقای فرهنگ استفاده از دسترسی بالا به اطلاعات و فناوری اجتماعی در ژاپن، فنلاند، کره جنوبی و سوئد
- ✓ تلاش برای دسترسی همگانی به خدمات باندپهن در فرانسه، کره جنوبی، ژاپن، کانادا، شیلی، فنلاند، آمریکا، سوئد و سایر کشورها [۱۶]
- ✓ توجه خاص به فعالیت‌های عمرانی در انگلستان
- ✓ طراحی راهنمای جامع و استانداردسازی در ساخت منازل انگلستان [۱۷]
- ✓ ارتقای سطح استفاده از اینترنت در صنایع سنتی مانند کشاورزی و ماهیگیری در کره جنوبی
- ✓ ایجاد تقاضا از سوی بخش‌های مختلف دولتی و صنعتی در کره جنوبی
- ✓ اجرای برنامه‌های آزمایشی برای ارتقای تقاضا در کشور کانادا [۲۰]

خلاصه سیاست‌های مدیریت طرف تقاضا در نمودار ۲ به تصویر درآمده است.



نمودار ۲: سیاست‌های راهبردی توسعه پهن‌باند در طرف تقاضا

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

طبق نظر بسیاری از کارشناسان فناوری پهن‌باند می‌تواند موجب ایجاد رشد اقتصادی، خلق مشاغل جدید، توسعه سریع‌تر و ... گردیده و به یکی از مهم‌ترین ابزارها در پیش برد اهداف اقتصادی کشورها تبدیل شود. از قدم‌های اصلی در این مسیر، ایجاد نهادها و بخش‌هایی است که در این عرصه سیاست‌گذاری نموده و اجرای آن را پیگیری کنند. اگر دولت‌ها برای کشور و مشکلات آن دلسوز باشند، ایجاد نهادهای مرتبط با این حوزه از اولویت‌های پیشرفت پایدار خواهد بود. با بررسی تجربه کشورهای پیش‌رو درفناوری پهن‌باند مشخص گردید که اغلب این کشورها نیز سیاست‌ها و برنامه‌های مختلفی را در جهات

گوناگون توسط دولت خود طراحی نموده و نسبت به اجرای آن اهتمام نشان داده‌اند. طبق مطالعات صورت گرفته در این پژوهش می‌توان این سیاست‌ها را در قالب سه عنوان سیاست‌های عام و کلی (میزان دخالت دولت در توسعه پهن‌باند و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت)، سیاست‌های طرف عرضه (مانند اصلاح و تدوین مقررات، کمک به توسعه زیرساخت پهن‌باند، کاهش مالیات و اعطای یارانه، حمایت از تحقیق و توسعه و ...) و سیاست‌های طرف تقاضا (مانند افزایش سواد دیجیتال، مدیریت قیمت و ...) دسته‌بندی نمود.

در مجموع باید گفت که در صورت توجه دولت‌ها به این مهم و تنظیم سیاست‌های پهن‌باند در قالب سه عنوان سیاست‌های عام و کلی، سیاست‌های طرف عرضه و سیاست‌های طرف تقاضا می‌توان انتظار داشت که ضمن توسعه زیرساخت‌های کشور در این زمینه، اهداف اقتصادی مهمی مانند افزایش اشتغال، ارتقاء تولید و درآمد ملی، ایجاد بسترهای تخصصی، نوآوری و شکوفایی و اهداف اقتصادی دیگر در کشور تحقق یابد. این اقدام نه‌تنها با شکست یا عقب‌ماندگی روبه‌رو نمی‌شود، بلکه اگر با مدیریتی دقیق و حساب‌شده صورت پذیرد، می‌تواند برکات فراوانی را برای حال و آینده اقتصاد کشور به‌دنبال داشته باشد.

منابع و مؤاخذ

[1]. Federal Communications Commission (2010). Connecting America : The National Broadband Plan. Federal communications commission.

[2]. Fornefeld, M., Gilles D., and, Elixmann, D. (2008). The Impact of Broadband on Growth and Productivity. A study on behalf of the European Commission
(DG Information Society and Media), Düsseldorf, MICUS Management Consulting GmbH for EC. This is a book? If yes please add the name of publisher?

[3]. encyclopedia (2018), Broadband Technology, Retrieved from: https://www.encyclopedia.com/economics/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/broadband-technology.

[4]. OECD (2008). Broadband growth and policies in OECD countries. Paris: OECD.

[5]. Falch, M. (2007). Penetration of broadband services – The role of policies, Telematics and Informatics, Vol. 24, No. 4, PP. 246-258.

[6]. Picot, A. & Christian, W. (2007). The role of government in broadband access, Telecommunications Policy, Vol. 31, No. 10, PP. 660-674.

[7]. Kelly, T., & Carlo, M. R. (2012). Broadband Strategies Handbook, Washington D.C., World bank.

[8]. Jungmihn, J. A. (2012). Broadband Policy in South Korea: the effect of government Regulation on Internet Proliferation, Pacific Telecommunications Council 12, Honolulu, Pacific Telecommunications Council.

[9]. Sharma, A. , Sabbagh, K. & Sinha, J. (2014). Bringing Mass Broadband to India, Roles for Government and Industry, New Delhi, Booz & Company.

[۱۰]. زاده‌حسین، ا.، استاجی، ع.، محمدی، ا. و رضائی صدرآبادی، م. (۱۳۹۵). ارائه سیاست‌های راهبردی توسعه فناوری پهن‌باند در راستای کاهش وابستگی به نفت در اقتصادی مقاومتی، تهران: مجموعه آثار و مقالات برگزیده دهمین کنگره پیشگامان پیشرفت، صص ۲۱۰۶-۲۱۱۷.

[۱۱]. استاجی، ع.، رعایائی، م. و محمدی، ا. (۱۳۹۶). تحلیل کمی و کیفی اثرگذاری فناوری پهن‌بلند بر اقتصاد، سیاست‌نامه علم‌وفناوری، دوره ۷، شماره ۲، تابستان، صص ۵۵-۷۳.

[۱۲]. رعایائی، م.، استاجی، ع. و محمدی، ا. (۱۴۰۰). مدل مفهومی توسعه فناوری پهن‌بلند با تکیه بر تجارب بین‌المللی، رشد فناوری، دوره ۱۷، شماره ۶۶، بهار، صص ۶۳-۷۳.

[۱۳]. مستخدمین حسینی، ح. (۱۳۹۴). مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، ماهنامه کار و جامعه، ش ۱۸۷، آذر ۹۴.

[14]. World Bank (2009). Economic and Fiscal Impact of Introducing Broadband Networks and Services in Lebanon, The Global Information and Communications Technology Policy Division, Washington, DC, World Bank.

[15]. OECD (2006). Digital content strategies and policies: Digital broadband content. Working Party on the Information Economy, Working Party on the Information Economy, Paris, OECD.

[16]. Kim, Y., Kelly, T. & Siddhartha, R. (2010). Building broadband: Strategies and policies for the developing world, Washigton D.C., The world bank.

[17]. Frieden, R. (2004). Best Practices in Broadband: Lessons from Canada, Japan, Korea and the United States, Pennsylvania, University Park.

[18]. Cook, M. & Healey, N. (2001). Supply Side Policies, Forth, London, Heineman educational publishers.

[۱۹]. مهربانی، و. (۱۳۸۹). مقررات‌گذاری در بازار کار و تأثیر آن بر بهره‌وری؛ شواهدی از صنایع ایران، پژوهش‌های اقتصادی ایران، س ۱۵، ش ۴۵، صص ۱۹۹-۲۲۰.

[20]. Frieden, R. (2004). Best Practices in Broadband: Lessons from Canada, Japan, Korea and the United States, Pennsylvania, University Park.

[21]. Ferguson, C. H. (2002). The U.S. broadband problem, brookings, Retrieved from: http://www.brookings.edu/comm/policybriefs/pb105.htm.

[22]. Snieska, V., & Simkunaite, I. (2009). Socio-Economic Impact of Infrastructure Investments, Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, Vol. 63, No. 3, PP. 16-25.

[23]. Kurihara, K. (2007). A Comparative Study of Industrial Policies and Broadband Deployment in

the Telecommunications Industry: the case of the U.S., Japan, and Germany, A Thesis for the degree of Master of Arts, Washington, D.C., Communication Cultre and Technology.

[24]. Johnston, R. (2006). Technology Planning in Major Asian Countries: An Analysis of Recent Foresight Reports from China and India & Comparison with Japan and Korea, Canberra, Department of Industry Tourism and Resources, PMSEIC Working Group on Asia.

[۲۵]. درگاهی، ح.، علیپور فلاح پسند، م. و حیدری قره بلاغ، ه. (۱۳۸۹). ارائه مدل شایستگی در توسعه منابع انسانی، راهبرد یاس، س ۷، ش ۲۳، صص ۹۱-۱۱۳.

[26]. Greenstein, S. & Stango, V. (2007). Standards and Public Policy, New York, Cambridge University Press.

[۲۷]. صراف، ع. (۱۳۸۳). فرایند استانداردسازی خدمات در مورد خدمت گیرندگان با رویکرد کیفیت خدمات در بخش دولتی (servoual)، تحول اداری، س ۱۲، ش ۴۵، پاییز، صص ۹۳-۱۱۴.

[28]. FICORA (2011). Communications markets in Finland, ANNUAL REPORT, Helsinki, Finnish Communications Regulatory Authority.

[۲۹]. نصیری، ب. و عقیلی، س. و. (۱۳۹۱). بررسی آموزش سواد رسانه‌ای در کشورهای کانادا و ژاپن، نوآوری‌های آموزشی، س ۱۱، ش ۱، صص ۱۳۷-۱۶۲.

[۳۰]. اصغرزاده، ع. و محمدی، ر. (۱۳۸۴). روند قیمت گذاری در صنعت سیمان و برآورد نقش تولید کنندگان در قیمت گذاری این کالا، دوماهنامه بررسی‌های بازرگانی، س ۳، شماره ۱۳، مرداد و شهریور، صص ۶۲-۶۷.

[31]. Lee, C., & Sylvia, C. (2007). Competitive Advantage of Broadband Internet: A Comparative Study Between South Korea and the United States, Telecommunications Policy, Vol. 28, No. 9-10, PP. 649–677.

[32]. Ministry of Transport and Communications. (2010). Finnish Telecome Policy, Helsinki: Miktor.

توسعه بازار و بازآفرینی دانش و مهارت‌ها در صنایع بومی و خلاق

محسن قرنفلی[۱،*]، محمد مهدی ربانی[۲]

چکیده

توجه و تأکید بر توسعه پایدار در جوامع بشری و گسترش روز افزون صنایع خلاق و فرهنگی در میان کشورهای گوناگون، فرصت مغتنمی را برای احیا و بازتولید دانش‌ها و مهارت‌ها، محصولات و خدمات بومی فراهم کرده است. امروزه توجه و به‌کارگیری دانش و مهارت‌های بومی در عرصه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی به‌عنوان یک امر مهم و پراهمیت تلقی می‌شوند زیرا گسترش کاربرد فراورده‌های بومی، علاوه‌بر کاهش هزینه‌های محیط‌زیست، حس خودباوری و اتکا به منابع داخلی را تقویت خواهد کرد. مطلوبیت دانش و مهارت‌های بومی در فرایند توسعه پایدار در کشورهای پیشرو به‌خوبی پذیرفته شده است و در این ارتباط کاربرد موفقیت‌آمیز دانش و فنون کشاورزی بومی در کشورهای صنعتی را می‌توان به‌عنوان مثال روشنی بر این کارایی اشاره نمود.

توسعه بازار، رونق تولید و مصرف محصولات و خدمات خلاق و گسترش صادرات این فراورده‌ها از جمله عوامل بسیار مهم در احیای دانش و مهارت‌های بومی تلقی می‌شود. از این‌رو با اتخاذ سیاست‌ها و سازوکارهای تشویقی و تعامل مؤثر دولت، بخش خصوصی و نهادهای مردمی می‌توان احیای دانش و مهارت‌های بومی را به فرصت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مبدل ساخت.

واژگان کلیدی: دانش بومی، صنایع خلاق، بازآفرینی، مهارت‌های بومی

* عهده‌دار مکاتبات: دانشیار ، تلفن: ۰۲۱۲۲۳۰۳۹۴۷، نشانی الکترونیکی: mgharanfoli@yahoo.com

۱- دانشکده علوم پایه و فناوری های زیستی دانشگاه علم و فرهنگ، تهران، ایران

۲- دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.6.8

مقدمه

ساختار الگوی پایه اسلامی ایرانی پیشرفت متشکل از بخش‌های مبانی، آرمان‌ها، افق و تدابیر است. در تدبیر شماره ۱۳ این الگو تحت عنوان «ارج نهادن به معلومات و مهارت‌های حرفه‌ای بومی و غیررسمی و ارتقا آن به فناوری‌های صنعتی با استفاده از دستاوردهای نوین علمی و تجارب تاریخی و احیای بازارهای تولیدی تخصصی مطابق قابلیت‌های سرزمین»، موضوع گسترش دانش و مهارت‌های بومی مورد توجه و تأکید قرار گرفته است.این مطالعه با هدف تبیین ادبیات موضوع، به‌دنبال بسط مفهومی آن و شناخت ابعاد و حوزه‌های مرتبط است. همچنین ضمن بررسی مسائل و موانع فراروی پیشرفت دانش و مهارت‌های بومی در کشور محورهایی نیز به‌عنوان راهبردهای مهم و اساسی برای توسعه آن پیشنهاد شده است.

مطالعه حاضر با جمع‌آوری مقالات و کتب مرتبط با دانش بومی، صنایع فرهنگی، صنایع خلاق، صنایع بومی، تلاش کرده است تا به جمع‌بندی و تحلیلی از یافته‌های مربوط به عوامل تأثیرگذار بر گسترش دانش و صنایع بومی که در سال‌های اخیر در کشور انجام شده، بپردازد. این مطالعه از نوع مطالعات ثانویه و به روش مطالعات مروری روایتی (توصیفی) انجام شده است. در این ارتباط پس از جستجوی بانک‌های اطلاعاتی تعداد دوازده مقاله علمی پژوهشی و مروری و کتاب مورد مطالعه قرار گرفت و عوامل تأثیرگذار بر پیشرفت دانش بومی استخراج و مورد تحلیل قرار گرفت.

تعریف دانش بومی

دانش بومی به مجموعه‌ای از داشته‌ها، مهارت‌ها، ارزش‌ها، باورها، ابزارها و روش‌های یک گروه اجتماعی گفته می‌شود که در زمینه‌های گوناگون زندگی از طریق تجارب و تأیید نسل‌های متمادی به ارث رسیده است. در تعریف دیگر، دانش بومی دانشی منحصربه‌فرد است که از طریق انباشت تجربیات غیررسمی و درک محیط در یک فرهنگ مشخص، کسب شده و جنبه‌های اجتماعی، سیاسی و اقتصادی، معنوی و اخلاقی شیوه زندگی محلی را در بر می‌گیرد. بر این اساس صنایع بومی هر قوم و ملتی که از دانش و مهارت‌های بومی آن‌ها نشأت گرفته است نیز، معرف ذوق و خلاقیت‌های آنان در پاسخ به نیازهای مادی و معنوی در هر مرحله مشخص تاریخی است [۱و۲]. انسان‌ها با توجه به خصوصیات فردی و نوع نیازهایشان، همواره در ستیزی دائمی با طبیعت به سر برده و با فعال نمودن ذوق و اندیشه و احساس، درصدد تغییر دادن و تصرف در ساخت طبیعت برآمده‌اند تا به جبران کمبودها و هر آنچه هستی آنها را از داشتن آن محروم کرده دست یابند، صنایع بومی تجلی ویژگی‌های فرهنگی و مظهر تمدن انسان‌های هر جامعه در گذر تاریخ است. البته لازم به ذکر است ارتقا دانش بومی پیوند داشتن با دانش جهانی است. اگر دانش جهانی در مهارت‌های بومی چرخه داشته باشد، مطمئناً دستاوردهای بومی کیفیت بیشتر و راه در اقتصاد بین‌المللی می‌یابد.

بر اساس مطالعات، دانش بومی از جمله موضوعات چند وجهی است که دارای ابعاد مفهومی و کارکردی گوناگونی است. این واژه در حوزه‌های مختلف علمی و کاربردی با معانی نسبتاً متفاوتی به‌کار می‌رود. در جدول زیر گستره مفهومی و حوزه‌های کاربردی مرتبط با دانش بومی ارائه شده است.

گستره مفهومی و حوزه‌های مرتبط با دانش بومی

موضوع	حوزه
خلاقیت	صنایع خلاق (صنایع بازی و فکری و....)
فرهنگ	صنایع فرهنگی
زیست‌بوم	توسعه پایدار
کسب‌وکار	گردشگری، کشاورزی، دامپروری صنایع کوچک و خانگی و ....
صناعت	صنایع سنتی محلی
مدیریت دانش	دانش ضمنی
توسعه	توسعه درونزا
اقتصاد	اقتصاد شهری، اقتصاد روستایی
سلامت	طب سنتی

در این بخش پیرامون مفاهیم و کارکردهای واژه دانش بومی به‌اختصار توضیح داده می‌شود.

• صنایع خلاق

صنایع خلاق، صنایعی را شامل می‌شود که ماده خام خود را از خلاقیت‌های فرهنگی، هنری، علمی و فناورانه انسان می‌گیرد.

استخوان‌بندی صنایع خلاق را صنایع فرهنگی تشکیل می‌دهد و حوزه‌های نوظهور همچون رسانه‌های مبتنی بر وب، بازی‌های رایانه‌ای و فکری را نیز در برمی‌گیرد. عصر خلاق، عصری که محور رقابت‌های اقتصادی را به رقابت‌های فرهنگی و خلاق جابه‌جا خواهد کرد [۳].

- **صنایع فرهنگی**

صنایعی هستند که کارکرد اصلی آنها خلق، تولید و تجاری‌سازی مضامین فرهنگی در قالب انواع کالا یا خدمات است [۴و۵].

- **دانش بومی و توسعه پایدار**

محققان یکی از خطرات روند توسعه را نامعتبر کردن واقعیت‌ها و نادیده گرفتن سنت‌ها، دانش، توانایی‌ها و نبوغ جوامع محلی می‌دانند. از این‌رو ایده در نظر گرفتن فرهنگ و دانش بومی به‌عنوان عوامل مهم در توسعه پایدار بر این اساس مطرح شد و امروزه دانش بومی از جمله عناصر مهم توسعه پایدار محسوب می‌شود.

دانش بومی در حوزه روستایی از جمله محوری‌ترین عناصر توسعه پایدار محسوب می‌گردند. چنین دانشی شامل مشاهدات زیرکانه و دقیق در مورد گیاهان، حیوانات، آب، هوا، خاک و آفات نباتی شده است که کاملاً با اوضاع و احوال محلی مطابقت دارد و چون کشاورزان و خانواده‌های آنان نسل‌ها با آن زندگی کرده‌اند، دقیق و قابل پیش‌بینی است. بر همین اساس امروزه صاحب‌نظران عرصه دانش بومی، علاوه‌بر گردآوری روش‌ها و فنون قدیمی، به بررسی و تلفیق علمی این روش‌ها جهت دستیابی به دانش برتر و مناسب نیز توجه دارند. در دو دهه اخیر برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های توسعه، استفاده از دانش بومی کشاورزی، دامپروری، و دامپزشکی، تغذیه، پزشکی، معماری، شهرسازی، شیوه‌های تصمیم‌گیری را تحت عنوان فناوری پایدار ضروری ساخته است [۶].

- **دانش بومی و گردشگری**

صنعت گردشگری امروزه به‌قدری در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها به‌ویژه جوامع خلاق اهمیت دارد که اقتصاددانان آن را صادرات نامرئی نام نهادند. شکوفایی گردشگری باعث غنی شدن فرهنگ، حفظ محیط‌زیست و رونق صنایع بومی و فرهنگی خواهد بود.

گسترش صنایع بومی و دستی می‌تواند با جذابیت‌های فراوان گردشگری کشور، چشم‌انداز بسیار امیدبخشی را در رشد اجتماعی و رونق اقتصادی مناطق گوناگون کشور بگشاید و نیز فرصت‌های شغلی زیادی را به همراه داشته باشد.

- **دانش بومی و کشاورزی**

توجه به دانش بومی در حوزه کشاورزی یک امر ضروری و حیاتی است زیرا دانش سنتی در عرصه کشاورزی شامل گیاهان، حیوانات، آب‌وهوا، خاک و آفات نباتی کاملاً با اوضاع و احوال محلی مطابقت دارد. صاحب‌نظران دانش بومی علاوه‌بر گردآوری روش‌ها و فنون قدیمی، به بررسی و تلفیق علمی این روش‌ها جهت دستیابی به دانش برتر و مناسب نیز توجه دارند. برتری دانش بومی در فرایند توسعه پایدار در کشورهای صنعتی جهان به‌خوبی آشکار شده است. در کشورهای اروپایی، امریکا، کانادا و استرالیا به‌طور گسترده دانش بومی مربوط به کشاورزی، تغذیه، معماری، دامپروری و دامپزشکی و... با اسامی جدید تحت عناوین کشاورزی ارگانیک و فناوری‌های پایدار شهرت یافته‌اند. کشاورزان غربی با استفاده از فنون سنتی چون کشت تناوبی، کودسازی با منابع تجدیدپذیر، کنترل بیولوژیک آفات و استفاده از بذرهای اصیل، محصولات بهتری به بازار عرضه می‌کنند.

- **دانش بومی و صناعت**

استعداد و خلاقیت و ابتکار صنعتگران در کنار عواملی مانند شرایط اقلیمی و محیطی، مواد اولیه، شرایط زندگی و علاقه انسان‌های گذشته به تولید مهارت‌ها و محصولات صنعتی سنتی منجر شده است. کشور ما از گذشته‌های بسیار دور تا به حال همواره در تولید صنایع‌دستی، موقعیتی ویژه و ممتاز داشته است. این صنعت بی‌بدیل و بی‌رقیب، برایند ذوق، هنر، سلیقه و نوآوری هنرمندان و صنعتگرانی بوده است که با شکیبایی، باورها و سنت‌ها، پیام فرهنگی نسل‌ها را در کالاهای تولیدی خود جلوه‌گر ساختند.

- **دانش بومی و رویکرد توسعه**

دانش و مهارت‌های بومی از مصادیق دانش ضمنی است. از این‌رو دانش بومی به‌عنوان فناوری‌هایی که در کشور تولید شده و یا فناوری‌هایی که از طریق انتقال فناوری در کشور جذب شده باشد، کلید نوآوری و قابلیت انطباق و ارتقا و بهبود توانمندی‌های

تکنولوژیک است. و به همین جهت نقطه عزیمت مناسبی برای توسعه درون‌زای فناوری محسوب می‌شود [۷].

- ## دانش بومی و اقتصاد

صنایع خلاق و صنایع بومی از دو منظر بر نهاد اقتصاد تأثیرگذار است. در درجه نخست تأثیر کلانی است که حوزه صنایع خلاق در اقتصاد جهانی داشته و در یک دوره کوتاه زمانی توانسته است سهم قابل توجهی از تولید ناخالص ملی و اشتغال‌زایی گسترده‌ای را در کشورها و به‌ویژه کشورهای توسعه‌یافته به خود اختصاص دهد و کماکان این روند با شیب بالایی رو به افزایش بوده و در حال حاضر به‌عنوان یک مزیت بزرگ اقتصادی و فرهنگی برای کشورهای پیشرو و درحال توسعه قلمداد می‌شود و به همین دلیل است که صنایع خلاق به‌عنوان یک جهت‌گیری راهبردی در برنامه‌های بلندمدت بسیاری از کشورها مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر صنایع خلاق و بومی ماهیتاً جزء صنایع کوچک، خانگی و مردم‌نهاد دسته‌بندی می‌شوند و پایگاه رویش آنها در درون شهرهای کوچک و بزرگ و روستاها قرار دارد و در حال حاضر بخش قابل توجهی از فعالیت‌های اقتصادی مناطق فرهنگی و سنتی ایران را نیز تشکیل می‌دهند. از این‌رو بدیهی است رونق صنایع بومی اعم از صنایع‌دستی، فرهنگی، محلی به‌عنوان بخشی از صنایع خلاق می‌تواند نقش مؤثری در توانمندسازی جوامع محلی ایفا کند و ضمن ایجاد درآمد و اشتغال برای مردم شهرها و روستاها، موجب پویایی و توسعه اقتصاد شهری و روستایی گردد [۸].

- ## طب سنتی

طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی، طب سنتی «مجموعه‌ای است از دانسته‌ها، مهارت‌ها و اعمال که بر پایه نظریه‌ها، باورها و تجربه‌های بومی فرهنگ‌های مختلف است، خواه قابل شرح باشد یا نباشد، که در بهداشت و نیز پیشگیری، تشخیص، بهبود و مداوای بیماری‌های جسمی و ذهنی مورد استفاده قرار می‌گرفتند». هرچند مطابق تعریف طب سنتی نیز از مصادیق دانش بومی قرار دارد، لیکن بدلیل گستردگی و تمایز آن با سایر بخش‌های صنایع بومی در این مطالعه به آن پرداخته نشده است و تشریح آن نیاز به مطالعه مستقلی دارد. البته ضروری است که طب سنتی شایسته است با طب مدرن همکاری داشته باشد و هر دو طب از همدیگر بهره‌برداری و همگرا شوند [۹].

چشم‌انداز جهانی

- در دهه ۱۹۸۰ دولت فرانسه حرکت تازه‌ای را در گسترش صنایعی که مواد خام آن از هنر، فرهنگ و خلاقیت‌های انسانی نشأت می‌گرفت، آغاز نمود و اندکی بعد موجب شد سازمان یونسکو نیز با نگرشی مثبت به صنایع فرهنگی بنگرد و نشست‌هایی را برای بررسی کارکردها و نقش‌های اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی این صنایع برپا سازد [۳].
- در سال ۱۹۹۴ دولت استرالیا در اقدامی بی‌سابقه، صنایع خلاق را به‌عنوان قوه محرکه پیشرفت اقتصادی، اجتماعی خود برای سده بیست و یکم برگزید [۱۰]. هدف استرالیای خلاق این است که اطمینان حاصل کند که بخش فرهنگ که تمام جنبه‌های هنر، میراث فرهنگی و صنایع خلاق را در برمی‌گیرد از مهارت‌ها، منابع و انعطاف‌پذیری برای ایفای نقش فعال در آینده استرالیا برخوردار است. استرالیای خلاق، منعکس‌کننده استرالیای مدرن است و چشم‌اندازی را برای هنرها، میراث فرهنگی و صنایع خلاق ترسیم می‌کند که از سرمایه گذشته برای آینده نشأت می‌گیرد.
- دولت فنلاند راهبرد مبسوطی را در زمینه صنایع خلاق تدوین کرد [۱۱]. کشور کوچکی مانند فنلاند با توجه به آن که منابع مادی و معنوی مورد نیاز برای تولید یا استفاده از دانش خلاق را همانند یک کشور اروپایی بزرگ نظیر بریتانیا در اختیار ندارد، تمرکز خود را در عرصه صنایع خلاق، بر روی صنایعی مانند ICT[۱] قرار داد.
- دولت سنگاپور چشم‌اندازی را به‌عنوان «شهر رنسانس» طراحی کرد [۱۲]. چشم‌انداز شهر رنسانس، تحت عنوان «طرح شهر رنسانس (RCP[۲])»، توسط وزیر وقت اطلاعات سنگاپور در پارلمان رونمایی شد. شهر رنسانس، چشم‌انداز و طرحی را برای ارتقای هنر و فرهنگ در سنگاپور با دو هدف ارائه کرد: اول، معرفی

---

[1] Information and communication technology

[2] Renaissance city plan

سنگاپور به‌عنوان یک محیط هنری جهانی که تسهیل‌گر رشد استعدادها و صنایع خلاق؛ دوم، تقویت هویت ملی و تعلق در میان سنگاپوری‌ها با تعظیم و قدردانی از میراث مشترک.

- دولت چین سرمایه‌گذاری‌های عظیمی را در صنایع خلاق به اجرا درآورد [۱۳]. صادرات کالاها و خدمات خلاقانه چین یک موهبت برای اقتصاد خلاق این کشور – و برای بقیه آسیا بوده است. تجارت چین در کالاها و خدمات خلاقانه از سایر کشورها پیشی گرفته است و آن را به نیروی محرکه یک اقتصاد خلاق جهانی شکوفا در ۱۵ سال گذشته تبدیل کرده است. این کشور همچنین برای افزایش اقتصاد خلاق، برخی از کشورهای آسیایی را نیز درگیر این برنامه کرده است. آمار نشان می‌دهد، بیش از ۵۰ درصد تجارت جهانی کالاهای خلاق مربوط به کشورهای آسیایی است.
- دولت کره جنوبی سازمان صنایع فرهنگی را تأسیس کرد [۱۴]. در اوایل دهه ۱۹۹۰، یک تغییر اساسی در سیاست صنعت فرهنگی دولت رخ داد، این کشور سیاست کنترل سیاسی بر صنایع فرهنگی را به استراتژی توسعه اقتصادی مبتنی بر محوریت صنایع فرهنگی مبدل کرد. در این ارتباط دولت سیاست توسعه صنایع فرهنگی همراه با سرمایه‌گذاری در سایر صنایع راهبردی مانند صنایع فناوری اطلاعات و ارتباطات به اجرا دراورد. در این زمان، بازار داخلی محصولات فرهنگی به سرعت گسترش یافت و متنوع شد زیرا جامعه کره از استانداردهای زندگی بهتری برخوردار بود و طبقه متوسط رو به رشد تقاضای بهبود کیفیت محصولات فرهنگی کره را داشت. توسعه سریع سایر صنایع پشتیبان و مکمل، محصولات فرهنگی کره را در بازارهای جهانی رونق بخشید و در نتیجه، صنایع فرهنگی کره در اواخر دهه ۱۹۹۰ به بازارهای آسیای شرقی و در دهه ۲۰۰۰ به بازارهای جهانی نفوذ کردند.

ضرورت توجه و تأکید بر صنایع بومی

امروزه صنایع خلاق از اهمیت روزافزونی برخوردار است و در آینده اقتصاد و فرهنگ جهان نیز نقش مهمی بازی خواهد کرد. هدف عمده کشورهایی که آینده اقتصادی خود را بر پایه صنایع خلاق برنامه‌ریزی می‌کنند، نخست حفظ و گسترش فرهنگ خودی و سپس پویایی اقتصادی است. با درنظر گرفتن تنوع اقلیمی و وجود قومیت‌های گوناگون با فرهنگ‌های مختلف در ایران، شهرها و روستاها می‌توانند با تمرکز بر گسترش فعالیت‌ها و خلاقیت‌های فرهنگی و بومی، از سرمایه‌های سنتی و بومی خود برای پویایی اقتصادی خود استفاده کنند.

به‌طور کلی علل توجه و سرمایه‌گذاری گسترده در صنایع خلاق، فرهنگی و بومی را می‌توان به عوامل زیر مرتبط دانست:

- صنایع فرهنگی و خلاق موضوع مناسب و مؤثری برای توسعه فرهنگ و ارزش‌های بومی است.
- اشتغال‌زایی چند برابری نسبت به صنایع کارخانه‌ای
- شیب رشد اقتصادی بالاتر نسبت به صنایع کارخانه‌ای
- آسیب‌ها و آلودگی کمتر زیست‌محیطی
- دستیابی به سلطه فرهنگی

ضرورت بازآفرینی و احیای صنایع بومی

در دوران معاصر به جهت سیاستگذاری متمرکز بر توسعه صنایع کارخانه‌ای بزرگ، صنایع بومی به‌تدریج رونق خود را از دست داده‌اند و مردم محلی نیز تمایل کمتری به یادگیری و اشتغال به آنها دارند. بدیهی است با توجه به تغییر در سبک زندگی و فرهنگ، کسب‌وکارهای سنتی نمی‌توانند صرفاً به عملیات گذشته خود پایبند باشند و باید متناسب با نیاز و تقاضای بازار توانمند شوند. بنابراین نیاز است بازنگری و به‌روزرسانی در دانش فنی، مدیریت، بازارسازی و بازاریابی این کسب‌وکارها صورت گیرد. برای حفظ و بقای کسب‌وکارهای سنتی استفاده مؤثر از دانش و مهارت نوین، شبکه‌سازی و ایجاد مشارکت اجتماعی در راستای چابک سازی صنایع کوچک ضرورت دارد [۱۵]. برای این موضوع نیاز به منابع دانشی دیگری از جمله مشتریان، عرضه‌کنندگان، رقبا و محققان داشته و اگر راهبردی جامع و فراگیر برای آن درنظر گرفته نشود و زمینه خلاقیت و نوآوری در محصولات با توجه به تغییر در سبک زندگی ایجاد نشود، فراموش می‌شوند. وقتی می‌خواهیم که صنایع بومی و خلاق از بالندگی و پویایی برخوردار باشد، فناوری اهمیت پیدا می‌کند. درواقع فناوری‌های نوین بستر رونق اقتصادی در صنایع بومی و خلاق محسوب می‌شوند. با به‌کارگیری فناوری‌های نوین

می‌توان محتوای موجود محصولات فرهنگی را وارد گستره بازار مصرف‌کنندگان داخلی و خارجی نمود.

رفع موانع توسعه صنایع بومی

مطالعات آسیب‌شناسی توسعه صنایع‌دستی در بسیاری از استان‌ها و همچنین بررسی مشکلات پیشرفت صنایع فرهنگی در مناطق مختلف کشور حاکی از وجود چالش‌ها، محدودیت‌های معتنابهی است که در ذیل پیشنهادها برای رفع موانع فراوری گسترش صنایع بومی بیان شده است [۱۶-۱۹]:

- انسجام در سیاست‌ها و برنامه‌های عملیاتی دولت در گسترش متوازن صنایع بومی
- حمایت‌های مؤثر از فعالیت‌های صنایع بومی شامل بیمه صنعتگران و هنرمندان
- ساماندهی نظام قیمت‌گذاری
- حمایت از فضای توسعه کسب‌وکار خانگی
- نظارت بر بازار، شامل انحصارزدایی محصولات توسط دلال‌ها در بازار، شناساندن بازار برای هنرمندان، سهولت دسترسی به مواد اولیه مرغوب
- پشتیبانی از سیاست‌های مالی نظیر شرایط وام و تنظیم نوسانات قیمت
- بازاریابی و تقویت شرکت‌های تعاونی مناسب
- تقویت صنایع بومی نظیر ثبت نقشه‌های بومی
- برنامه‌ریزی جهت آموزش‌های مؤثر
- کاهش شکاف نسلی در صنعت بومی
- پشتیبانی از نواوری محصول
- ایجاد شرایط مطلوب برای تولید
-

راهبردهای اساسی پیشرفت صنایع بومی

با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته در طی سال‌های اخیر در کشور و همچنین تجارب جهانی در حوزه صنایع خلاق و دانش بومی، موضوعات زیر به‌عنوان راهبردهای اساسی در پیشرفت دانش‌ها و مهارت‌های بومی و توسعه بازار محصولات بومی پیشنهاد می‌گردد.

۱-توسعه فناورانه صنایع خلاق و بومی

کلید موفقیت پذیرش صنایع بومی و خلاق، با توجه به تغییر در سبک زندگی، فرهنگ و گرایش‌های مردم، ادغام مبتکرانه دانش و مهارت‌های بومی با دانش و فناوری‌های نوین شناخته شده است.

اقدامات پیشنهادی:

- هدایت استارت‌آپ‌ها و گسترش شرکت‌های دانش‌بنیان در عرصه صنایع خلاق و بومی
- تقویت کسب‌وکارهای کوچک و مشاغل خانگی در حوزه صنایع خلاق و بومی

۲- توسعه بازار محصولات خلاق و بومی

لازمه توسعه صنایع خلاق و بومی، پتانسیل خلق ثروت و درآمدزایی آنها می‌باشد و این امر نیازمند بازارسازی در داخل و تاکید بر صادرات محصولات خلاق و بومی و استفاده از بسترهای توسعه بازارهای دیجیتال مانند فروش اینترنتی [۲۰] است.

اقدامات پیشنهادی:

- مطالعات مستمر برای شناسایی جاذبه فرهنگی مخاطبان گوناگون داخلی و خارجی
- تأسیس صندوق حمایت از ابتکارات و بازاریابی صنایع خلاق و بومی
- برگزاری جشنواره‌ها و مسابقه‌های مردمی و گسترش فعالیت‌های رسانه‌ای
- موافقت‌نامه‌های بین‌المللی جهت تسهیل همکاری‌ها و تبادلات محصولات خلاق

۳- تقویت زیرساخت‌های حقوقی و قانونی

بسیاری از کسب‌وکارهای فعال در حوزه صنایع بومی، مردم‌محور و مبتنی بر مناسبات و رسوم جامعه محلی بوده و دارای ساختارهای غیررسمی است. لذا رسمی‌سازی و پشتیبانی حقوقی و قانونی از فعالان و محصولات بومی بسیار ضروری است.

اقدامات پیشنهادی:

- تأکید بر توسعه صنایع خلاق و بومی در برنامه‌های توسعه اقتصادی کشور و به‌ویژه در برنامه هفتم توسعه
- ایجاد نظام ثبت آثار و مصنوعات خلاق و بومی
- مطالعه پیرامون ایجاد شورای توسعه صنایع خلاق و بومی جهت یکپارچه‌سازی سیاست‌های توسعه صنایع خلاق، صنایع‌دستی، صنایع فرهنگی، گردشگری و ..
- حمایت مادی و معنوی از فعالان عرصه صنایع خلاق و بومی

۴- توسعه آموزش و پرورش حرفه‌ای

همسو ساختن آموزش دانش و مهارت‌های بومی با نظام آموزش مهارتی رسمی به‌منظور حفظ، اعتلا و روزامدی و ترویج این مهارت‌ها از موضوعات مهم و ضروری محسوب می‌شود.

اقدامات پیشنهادی:

- انجام مطالعات مدیریت دانش به‌منظور شناسایی و کشف، ثبت، اشتراک، بازبینی و به‌کارگیری هر نوع دانش و مهارت بومی اعم از صنایع‌دستی، فرهنگی، صنایع کاربردی و... در اقصی‌نقاط کشور
- کاربست صلاحیت‌های حرفه‌ای و تعیین شایستگی‌های سطوح مختلف

نتیجه‌گیری

توجه و تأکید بر توسعه پایدار در جوامع بشری و گسترش روز افزون نقش صنایع خلاق اعم از صنایع فرهنگی، صنایع‌دستی و سایر صنایع بومی در آینده اقتصاد و فرهنگ جهان، فرصت مغتنمی را برای احیا و بازتولید دانش و مهارت‌ها، محصولات و خدمات بومی فراهم کرده است. صنایع بومی ایران با توجه به شرایط گوناگون اقلیمی و تنوع قومیتی و قدمت تاریخی همواره از ارزش والایی برخوردار بوده و مستعد بازآفرینی، تولید صنعتی و عرضه گسترده در سطح داخلی و جهانی می‌باشد. توسعه بازار، رونق تولید و مصرف محصولات و خدمات خلاق و گسترش صادرات این فراورده‌ها از جمله عوامل بسیار مهم در احیای دانش و مهارت‌های بومی تلقی می‌شود. از این رو با اتخاذ سیاست‌ها و سازوکارهای تشویقی و تعامل مؤثر دولت، بخش خصوصی و نهادهای مردمی می‌توان احیای دانش‌ها و مهارت‌های بومی را به فرصت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مبدل ساخت.

منابع و مؤاخذ

[۱]. هزارجریبی، جعفر، صفری، رضا، کاربست نظریه بنیانی در شناخت دانش بومی، دوفصلنامه دانش‌های بومی ایران، شماره ۳، ۱۳۹۴ صفحه ۴۳-۷۰

[۲]. بیات، سوده، ضرغامی،حمید، خواستار، حمزه، تقوی فرد، محمد تقی، مطالعه کیفی زمینه های بقای دانش بومی کسب و کارهای مردم محور در ایران، فصلنامه سیاستگذاری عمومی، شماره ۳، ۱۳۹۷، صفحه ۲۷-۴۶

[۳]. ملکی فر، عقیل، فرصت‌های تاریخی صنایع فرهنگی، اندیشکده صنعت و فناوری (اصف)، ۱۳۹۲

[۴]. برند، صنایع فرهنگی، گروه آموزشی علوم انسانی، دانشگاه جامع علمی کاربردی، ۱۳۹۶

[۵]. پور رجبی، میلاد، میرزایی، حسین، یداللهی زاده، محمدجواد، راهبردهای برنامه‌ریزی صنایع فرهنگی بومی؛ رویکردها، اصول، و الگو، فصلنامه راهبرد اجتماعی- فرهنگی، شماره ۳۲، ۱۳۹۸، صفحه ۹۷-۱۲۵

[۶]. صابری، امیر، کرمی دهکردی، اسماعیل، مقایسه فرهنگ و دانش بومی با دانش رسمی در حوزه آبخیزداری، دوفصلنامه دانش‌های بومی ایران، شماره ۱، ۱۳۹۳، صفحه ۱۸۱-۲۰۳

[۷]. مؤمنی، فرشاد، مسعودی، صاحبه، رابطه بین دانش ضمنی و بومی سازی تکنولوژی در ایران، فصلنامه سیاستگذاری عمومی، شماره ۳، ۱۳۹۴، صفحه ۹۹-۱۱۹

[۸]. چاوش باشی، فرزانه، فتحی، سروش، زنگی، بهنام، رتبه بندی مولفه های صنایع خلاق فرهنگی در اقتصاد فرهنگ ایران، اولین همایش ملی اقتصاد خلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، دوره ۱، ۱۳۹۵

[۹]. فاطمه ممشلی، علی اکبر صبوری، سید حسن مقدم نیا، علی اکبر موسوی موحدی "نگاهی به همگرایی طب مدرن و سنتی" مجلّهٔ طب سنّتی اسلام و ایران، مجلد،۱۱، شماره۳، صفحات ۲۶۳-۲۷۲، سال ۱۳۹۹

[10]. D. Rowe, G. Noble, T. Bennett, and M. Kelly, “Transforming cultures? From Creative Nation to Creative Australia,” Media Int. Aust., vol. 158, no. 1, pp. 6–16, Feb. 2016, doi: 10.1177/1329878X16629544.

[11]. C. Henry, Entrepreneurship in the Creative Industries: An International Perspective. Edward Elgar Publishing, 2007.

[12]. T. C. Chang and W. K. Lee, “Renaissance City Singapore: a study of arts spaces,” Area, vol. 35, no.

2, pp. 128–141, 2003, doi: 10.1111/1475-4762.00155.

[13]. Y.-H. Xu, L. Lu, and Z.-X. Yao, “Culture and Creative Industry in China: Critical Review on the Current Research Trends and Future Development,” Int. J. Innov. Technol. Manag., vol. 13, no. 06, p. 1640016, Dec. 2016, doi: 10.1142/S0219877016400162.

[14]. S.-H. Kwon and J. Kim, “The cultural industry policies of the Korean government and the Korean Wave,” Int. J. Cult. Policy, vol. 20, no. 4, pp. 422–439, Aug. 2014, doi: 10.1080/10286632.2013.829052.

[15]. I. Päivi, H. Haapasalo, and T. Page. "Requirements for change in a traditional industry to be competitive: transformation towards an agile supply chain." International Journal of Agile Systems and Management, vol. 1, no. 3 (2006): 258-278.

[۱۶]. بوزرجمهری، خدیجه، اسلام فرد، فاطمه، بررسی موانع و مشکلات توسعه صنایع بومی روستایی (مطالعه موردی: قالی و گبه در شهرستان زرین‌دشت)، فصلنامه پژوهش‌های روستایی، شماره ۲، ۱۳۹۶، صفحه ۱۹۴–۲۰۷

[۱۷]. شایسته فر، مهناز، اهمیت و لزوم پشتیبانی از صنایع دستی با تاکید بر ارایه راهکارها در رونق اقتصادی آن، دوفصلنامه مطالعات هنر اسلامی، شماره ۲۰، ۱۳۹۳، صفحه ۱۰۷–۱۲۲

[۱۸]. بیات، سوده، ضرغامی، فرآیند مدیریت دانش بومی کسب‌وکارهای مردم محور صنایع‌دستی: موردکاوی عبا و گلیم‌بافی محله محمدیه نائین، حمید، توسعه کارآفرینی، شماره ۲، ۱۳۹۷، صفحه ۲۶۱–۲۸۰

[۱۹]. شیخ‌الاسلامی، عبدالرضا، پورعباس،عبدالرسول، نظام ملی مهارت و فناوری ایران (در تکاپوی ارائه مدل بومی)، نظام ملی مهارت و فناوری ایران، ۱۳۸۹، صفحه ۹–۳۷

[20]. S. Abadi, M. Huda, A. Hehsan, A.M. Mohamad, B. Basiron, S.S. Ihwani, M. Gumanti, "Design of online transaction model on traditional industry in order to increase turnover and benefits." International Journal of Engineering and Technology 7.2.27 (2018): 231-237.

رضایت از زندگی و آزادسازی اکسی‌توسین (هورمون عصبی شیمیایی) در مغز

سمیه قره قومی[1]، توماس هارتل[1،2]، علی اکبر موسوی موحدی[1،*]

چکیده

رضایت از زندگی بیانگر نگرش مثبت فرد نسبت به جهانی است که در آن زندگی می‌کند و به متغیرهای متفاوتی بستگی دارد که یک سوی این نیازها به اجتماع و سوی دیگر آن به شخص برمی‌گردد. بررسی جوانب مختلف ایجاد رضایت از زندگی از طریق علوم مختلف صورت گرفته و هر یک از آنها پایه‌های اساسی و متمایزی را در این مسیر مشخص کرده‌اند. بررسی سیستم‌های بیولوژیکی حاکی از وجود عوامل زیست-شیمی مؤثر در بروز رفتارهایی بوده که در نیل به رضایت از زندگی و احساس ارزشمندی مؤثر می‌باشند. ردیابی مکانیسم‌های خاص در افراد با سنین مختلف می‌تواند زمینه‌ساز شناسایی دقیق عوامل مؤثر در بروز این ویژگی‌ها گردد.

رضایت از زندگی در ارتباط با ترکیبات عصبی-شیمیایی مغز می‌باشد. اکسی‌توسین-سروتونین-دوپامین به‌عنوان هورمون‌های شادی شناخته شده‌اند که افزایش آنها در روابط اجتماعی باعث می‌شود فرد موجی از احساسات مثبت را دریافت کند. اکسی-توسین یک هورمون ۹ اسیدآمینه‌ای بوده که در هیپوتالاموس سنتز شده و نقش مرکزی در تنظیم زایمان و شیردهی دارد. فعال‌شدن گیرنده‌های اکسی‌توسین باعث ایجاد یک آبشار پایین‌دستی و افزایش کلسیم داخل سلولی در میوفیبریل‌های رحم می‌شود که نهایتاً این امر باعث تقویت و افزایش دفعات انقباضات خواهد شد. همچنین اکسی‌توسین به‌عنوان یک نوروپپتید چندعملکردی زمینه را برای بروز رفتارهای سخاوت، اعتماد و روابط نوع‌دوستانه فراهم می‌کند که محصول این رفتارها در سنین بالا، القای رضایت از زندگی و احساس ارزشمندی در افراد می باشد.

ارتباط چندجانبه سیستم های زیستی- باورهای معنوی و رضایت از زندگی مسئله بسیار جالب توجهی بوده که نیازمند نگرشی کامل در جهت شناسایی جوانب مختلف آن است. شناسایی بسترهای عصبی- شیمیایی رفتارهای اجتماعی افراد در سنین مختلف می‌تواند زمینه‌ساز دستیابی به نتایج روشن در نحوه ایجاد رضایت از زندگی و ارتباط آن با بهزیستی شود.

واژگان کلیدی: رضایت از زندگی، باورهای معنوی، اکسی‌توسین، روابط اجتماعی، بهزیستی

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

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

۲ مؤسسه ملی کشاورزی، غذا و محیط‌زیست فرانسه (اینرا)، بخش بیوپلیمر، نانت، فرانسه

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.7.9

مقدمه

رضایت از زندگی به‌عنوان یک مؤلفه اساسی در بررسی کیفیت زندگی افراد مختلف مطرح بوده و علل و عوامل مختلفی در ایجاد آن دخیل می‌باشد. محققان و اندیشمندان از دریچه‌های مختلف بر شناخت جوانب این موضوع متمرکز شده و سعی در شناخت این مسئله دارند. در این بین، مطالعات بیولوژیکی دارای سهم به‌سزایی در شناخت پایه‌های زیست-شیمی رضایت از زندگی ایفا کرده و موفق به درک جنبه‌های کلیدی در شکل‌گیری این رضایت گردیده است. تولید و ترشح نوروپپتیدهای چند عملکردی در بدن انسان با طیف وسیع عملکردی خود منجر به بروز مجموعه‌ای از رفتارها می‌شود که درنهایت باعث ایجاد رضایت از زندگی و احساس ارزشمندی خواهد شد [۱، ۲]. اکسی‌توسین و شیب ترشح آن در سنین بالا در اثر تحریکات اجتماعی مختلف می‌تواند مستقیماً بر میزان اعتماد، سخاوت و نوع‌دوستی تأثیر گذاشته و زمینه‌ساز بسیاری از اعمال نوع دوستانه و خیریه‌ای در افراد شود [۳]. از طرف دیگر، بحث رضایت از زندگی و باورهای معنوی مورد توجه بسیاری از اندیشمندان بوده و توجه به توصیه‌های مکرر ادیان مختلف به رفتارهای نوع‌دوستانه حاکی از نقش این رفتارها در ایجاد رضایت از زندگی و احساس ارزشمندی می‌باشد [۴]. پایه‌های اساسی و مشترک بین رضایت از زندگی- باورهای معنوی و رفتارهای انسان‌دوستانه در اجتماع می‌تواند به‌صورت دقیق مورد مطالعه قرار گیرد. در این مقاله سعی بر آن است که به معرفی یکی از ترکیبات عصبی-شیمیایی اساسی در بروز این رفتارها و نقش آن در ایجاد احساس رضایت از زندگی بر پایه باورهای معنوی تمرکز کرد و به معرفی عملکردهای مختلف نوروپپتید اکسی‌توسین در بروز رفتارهای نوع‌دوستانه پرداخت.

روش

این مطالعه با بهره‌گیری از تازه‌ترین یافته‌های تحقیقاتی در مورد نقش و عملکردهای مختلف نوروپپتید اکسی‌توسین در انسان از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و جستجوی کلیدواژه‌های مورد نظر در پایگاه‌های علمی معتبر نگارش گردیده است.

رضایت از زندگی

اندیشمندان در طول تاریخ همواره بر این باور بوده‌اند که ویژگی‌هایی مانند دوست داشتن، شادکامی، استقلال شخصی و حمایت اجتماعی از جمله مؤلفه‌های اساسی رضایت از زندگی می‌باشد. به‌زیستی یک هدف مهم انسان‌ها بوده و افراد به‌دنبال روش‌های مناسب و مؤثر برای رسیدن به آن می‌باشند [۵]. امروزه با تغییر شکل زندگی، مسیرهای دستیابی به به‌زیستی دستخوش تغییرات شده و روند تکامل و زندگی سالم انسان‌ها دچار شکاف‌هایی شده است. برای دستیابی به سلامت و نشاط عمومی افراد و کاهش تنش‌های اجتماعی می‌باید در جهت افزایش امید، خوشبینی به‌عنوان متغییرهای تعیین‌کننده و مؤثر در میزان رضایت از زندگی افراد گام برداشت [۶]. رضایت از زندگی را در کل می‌توان به‌عنوان یک فلسفه کلیدی در نظر گرفت که شخص به صورت آگاهانه برای زندگی خود انتخاب کرده و به‌صورت ناخودآگاه همواره آن را در ذهن خود دارد [۷]. هر انسانی از طریق تحلیل شرایط پیرامون خود، می‌تواند اوضاع فردی خود را مورد ارزیابی قرار دهد. موضوع به‌زیستی ، رضایت از زندگی، شادکامی و سلامت اجتماعی از جمله مباحثی می‌باشند که توجه بسیاری از اندیشمندان را به خود جلب کرده و محققان از جنبه-های مختلفی سعی در یافتن و شناخت اصول اساسی این موضوعات دارند. در بعضی از مناطق کشور ژاپن، انسان‌ها عمر طولانی بالای صد سال دارند که دارای رضایت از زندگی برگرفته از سبک زندگی (ایکیگای) با محوریت ارزشمداری، پیشتازی، زیباشناختی به‌دست آورده‌اند [۸]. یکی از جنبه‌های قابل‌تأمل رضایت از زندگی شناخت اصول بیوشیمیایی و مکانیزم مولکولی این موضوع بوده که به‌تازگی مطالعات متعددی در این مورد صورت گرفته و توانسته‌اند یافته‌های ارزشمندی را در این حیطه به‌دست آورند.

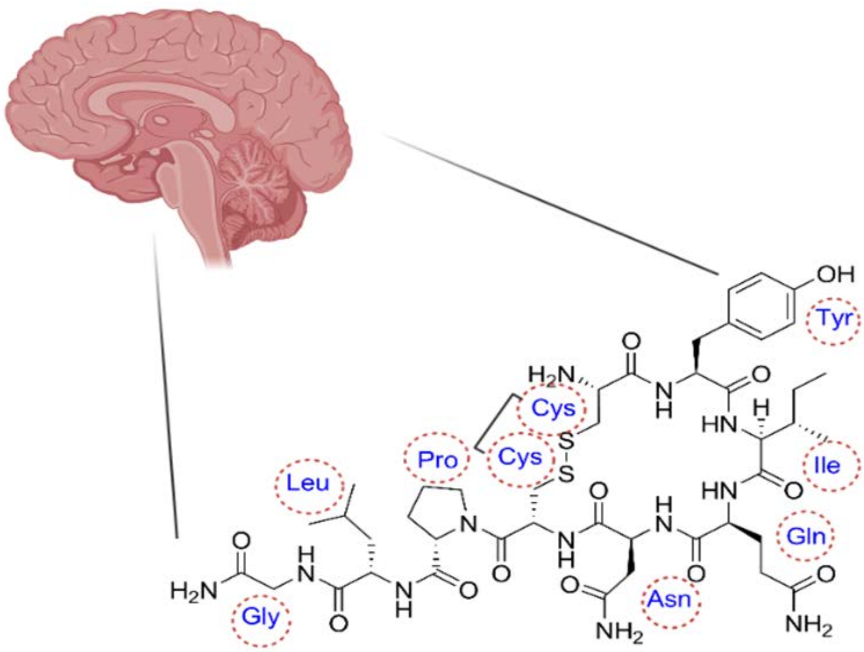
پایه‌های بیوشیمیایی رضایت از زندگی

بر اساس مطالعات متعدد انجام شده، مشخص گردیده است که رفتارهای کمکی و میزان رضایت از زندگی پس از میانسالی افزایش می‌یابد. در شیمی عصبی که به حفظ رضایت درونی، روابط اجتماعی و داشتن یک زندگی رضایت‌بخش کمک می‌کند، با افزایش سن تقویت می‌شود. شناسایی بسترهای مولکولی- عصبی رفتارهای اجتماعی در افراد مسن ممکن است بینش‌های جدیدی را در مورد رضایت از زندگی فراهم کند [۲].

اثرات فیزیکی پیری بر بدن به‌خوبی مستند گردیده است و تأثیرات آن بر عملکرد شناختی به‌طور گسترده موردمطالعه قرار گرفته است. افزایش سن کارایی و سرعت پردازش، یادگیری سریع و حافظه فعال و همچنین توجیه و حل مسئله را مختل کرده که این تغییرات به‌دلیل کاهش حجم خاکستری مغز با افزایش سن می‌باشد [۱۱-۹]. رفتارهای اجتماعی و واکنش‌های عاطفی نیز با افزایش سن تغییر می‌یابد [۱۴-۱۲]. سالمندان در مقایسه با افراد جوان‌تر تمایل بیشتری برای فعالیت‌های داوطلبانه و امور خیریه نشان می‌دهند [۱۷-۱۵]. پاسخ‌های عصبی-شیمیایی مرتبط با سن ممکن است توضیحی برای اجتماعی بودن سالمندان ارائه دهد. یکی از ترکیبات شیمیایی احتمالی برای بروز رفتارهای همدلانه، انتقال‌دهنده عصبی-نوروپپتیدی اکسی‌توسین (OT) می‌باشد. رهایش اکسی‌توسین با رفتارهای همدلانه مرتبط بوده و مدیریت مقادیر آن به‌صورت اگزوژن یا تحریک ترشح آن باعث افزایش همدلی خواهد شد [۱۸]. همچنین در حضور اکسی‌توسین آندوژن یا اگزوژن، افزایش سخاوت و اعتماد در میان سایر رفتارهای اجتماعی بسیار مشهودتر می‌باشد. بر اساس مطالعات مختلف ترشح اکسی‌توسین در سالمندان در اثر تحریکات اجتماعی مختلف بیشتر از افراد جوان بوده که این امر با اجتماعی‌بودن سالمندان همراه بوده و همین امر در شیب سنی رضایت از زندگی نیز تأثیرگذار می‌باشد [۱۹]. بنابراین تغییرات ترشح اکسی‌توسین به‌صورت خطی با رضایت از زندگی مرتبط می‌باشد. طبق مطالعات مختلف افزایش رضایت از زندگی در سنین بعد از میانسالی با افزایش میزان اکسی‌توسین ارتباط مستقیم دارد [۲۰،۲۱]. همچنین میزان رضایت از زندگی در میان سالمندان متغیر بوده و با سلامت، وضعیت تأهل، دینداری و عملکرد شناختی مرتبط می‌باشد [۴].ترشح اکسی‌توسین در پاسخ به محرک‌های عاطفی در افراد مسن در مقایسه با سایر سنین بالاتر بوده و این افزایش مقادیر اکسی‌توسین بر روی فعالیت‌های اجتماعی افراد تأثیر می‌گذارد و همین امر به‌عنوان یک متغیر عصبی-شیمیایی و معیار اقدامات اجتماعی شناخته شده است.
افزایش ترشح اکسی‌توسین منجر به افزایش رضایت از زندگی، قدردانی و تأثیر شاخص بر رفتارهای خیریه‌ای و کمکی می‌شود. سطوح بالای اکسی‌توسین می‌تواند به‌عنوان یک توضیح عصبی برای تمایل بالای افراد مسن برای امور خیریه مطرح شود [۲۲].
از طرف دیگر، این هورمون به‌عنوان یک ضددرد قوی شناسایی شده است که کاهش آن می‌تواند با افزایش درد و انزوای افراد مسن مرتبط بوده و افراد در سنین بالا در صورت کاهش مقادیر اکسی‌توسین نسبت به درد حساسیت بیشتری داشته و همین امر منجر به کناره‌گیری آنها از فعالیت‌های بدنی شود [۲۳،۲۴]. در حالت کلی می‌توان بیان کرد که تعاملات اجتماعی به‌عنوان یک محرک مثبت ترشح اکسی‌توسین بوده و همین امر نشان‌دهنده اثر دوجانبه بین فعالیت‌های اجتماعی و رفتارهای اجتماعی می‌باشد.

نقش باورهای معنوی در شکل‌گیری رضایت از زندگی

نوروپپتید اکسی‌توسین یک واسطه بیولوژیکی قابل‌قبول برای تجربیات معنوی است [۲۵،۲۶]. نقش دوجانبه معنویت به‌عنوان عامل همدلی و همبستگی از یک جهت و دفاع قدرتمند از ارزش‌های الهی به‌طور شگفت‌انگیزی با اثرات اکسی‌توسین مشابهت دارد. دقیقاً مشابه با اعمال عشق و محبت مادر به نوزاد در مقابل حالت تدافعی همان مادر در مقابل عوامل غریبه برای ایجاد حس امنیت کامل در نوزاد است. در بسیاری از تظاهرات ظاهری رفتارهای انسانی، ردپای باورهای معنوی و اعتقادات انسانی به‌وضوح قابل‌مشاهده بوده و همین امر باعث گردیده است که دانشمندان به شناخت مکانیسم‌های دقیق ریشه‌های اساسی رضایت از زندگی در افراد مختلف بپردازند. دینداری از جمله عوامل مؤثر در رضایت از زندگی شناخته شده است [۲۷-۲۹]. ابعاد رفاه معنوی مانند روابط بین فردی، داشتن هدف در زندگی و ترکیب این ابعاد با تفکر و اعمال دینی نقش بسزایی در ارتقا و افزایش امید در افراد داشته بنابراین معنویت به‌عنوان یک عامل مهم در حفظ سلامت و تندرستی محسوب می‌شود [۶]. بسیاری از مطالعات انجام شده حاکی از اثر مثبت و مؤثر معنویت بر رضایت از زندگی می‌باشد. همچنین مطالعات مختلف نشان‌دهنده یک همبستگی مثبت بین تعهد الهی و تغییر در ترشح اکسی‌توسین می‌باشد. در حالت کلی یک تعامل سه جانبه بین ژن‌ها- فرهنگ-دینداری می‌تواند برای ایجاد شرایط به‌زیستی در نظر گرفته شود [۲۴]. رابطه مشترک بین ترشح اکسی‌توسین در رضایت از زندگی و دینداری می‌تواند به توضیح این مسئله که چرا سالمندان از حس عاطفه بیشتری برخوردار هستند کمک کند. طبق مطالعات مختلف گیرنده اکسی‌توسین (OTR) با تصمیمات اجتماعی در انسان مرتبط بوده و پلی‌مورفیسم در ژن گیرنده اکسی‌توسین ارتباط مستقیمی با



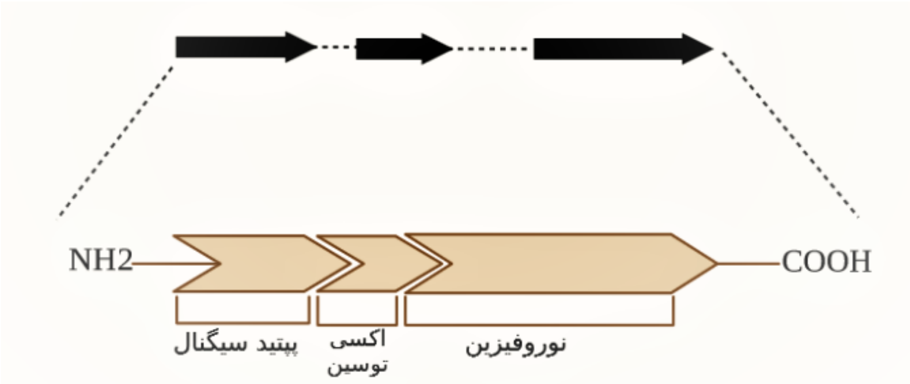
شکل ۱: ساختار نوروپپتید اکسی‌توسین

تعاملات و تصمیمات اجتماعی دارد [۲۴]. همچنین تصور می‌شود که سطوح اکسی‌توسین منعکس‌کننده قدرت پیوند و تنظیم استرس در روابط اجتماعی بوده و به‌عنوان زیربنای مکانیسم‌های بیولوژیکی مطرح می‌شود [۳۰] و توسط آن اعتقاد به زندگی پس از مرگ با سلامت روانی و جسمانی مرتبط می‌گردد. در این نظریه، ایجاد یک دلبستگی ایمن بین انسان و خداوند دارای مزایای سلامت روانی بوده و می‌تواند مهارت‌های مقابله‌ای خوب و سلامت و عملکرد روانی مثبتی به دنبال داشته باشد [۳۱، ۳۲]. دلبستگی نهانی و ایمن با چهره‌های معنوی زندگی پس از مرگ مانند خداوند باعث کاهش استرس و اضطراب در افراد و متعاقباً حفظ سطوح پایه‌ای اکسی‌توسین می‌شود؛ بنابراین اکسی‌توسین در افراد مسن‌تری که اعتقاد قوی‌تری به زندگی پس از مرگ ابراز می‌کنند دارای نوسانات شدید نبوده و همین سطوح پایه اکسی‌توسین به همراه آرامش حاصل از اعتقاد به نیروی معنوی پنهان در این افراد برای ایجاد رضایت از زندگی کافی می‌باشد. بنابراین سطوح آستانه اکسی‌توسین برای ایجاد رضایت از زندگی در افرادی که دلبستگی قوی با قدرت لایزال الهی دارند و به جهان پس از مرگ و معاد اعتقاد قوی‌تری دارند نسبت به افرادی که باور راسخ به این امر ندارند پایین‌تر است [۳۰]. همچنین نقش اکسی‌توسین به‌عنوان یک عامل در وابستگی‌های اجتماعی (مانند مادر– نوزاد) به اثبات رسیده است [۳۳]. در کنار اثرات فردی، پیامدهای اجتماعی رضایت از زندگی می‌تواند سلامت فرد و جامعه را تضمین کرده و با ایجاد امید و خوشبینی و از بین بردن بی‌اعتمادی و انزوا منجر به پیشرفت و بقای جامعه می‌شود [۳۴].

سنتز و ترشح هورمون اکسی‌توسین (OT)

اکسی‌توسین (OT) یک هورمون نوروهیپوفیزیال الیگوپپتیدی بوده که در پستانداران وجود دارد. این هورمون به‌صورت طبیعی در هیپوتالاموس سنتز و در هیپوفیز پسین ذخیره و ترشح می‌گردد. اولین بار این هورمون به‌دلیل نقش ویژه آن در شیردهی و زایمان مورد توجه قرار گرفت. واژه‌ی اکسی‌توسین از واژه‌های یونانی(wκνε, Τοκοχε) به‌معنای «تولد سریع» پس از اثر انقباضی آن بر رحم گرفته شده که در سال ۱۹۰۶ توسط Dale مطرح شد [۱]. توالی ۹ اسیدآمینه‌ای این پپتید در سال ۱۹۵۳ شناسایی گردید و پس از آن این هورمون به صورت مصنوعی سنتز گردید [۳۵]. اکسی‌توسین شامل ۹ اسیدآمینه با توالی سیستئین–تیروزین–ایزولوسین–گلوتامین–آسپارژین–سیستئین–پرولین–لوسین–گلایسین بوده که یک پل دی‌سولفیدی بین دو رزیدیوی سیستئین تشکیل می‌شود (شکل ۱) [۳۶].

این هورمون دارای ساختاری مشابه با سایر الیگوپپتیدها مانند وازوپروسین بوده و تنها در ۲ اسیدآمینه با یکدیگر تفاوت دارند.



شکل ۱: پری‌پرو هورمون اکسی‌توسین

ژن اکسی‌توسین در موقعیت کروموزم ۲ در موش و کروموزم ۲۰ در انسان شناسایی گردیده است. پیش‌ساز اولیه اکسی‌توسین شامل ۳ اگزون و ۲ اینترون بوده و پری‌پروهورمون دارای سه بخش پپتید سیگنال، الیگوپپتید (۹ تایی) و نوروفیزین می‌باشد (شکل ۲)[۳۷، ۳۸]. برخلاف هورمون‌های دیگر، تاکنون تنها یک گیرنده برای اکسی‌توسین شناسایی شده است. گیرنده اکسی-توسین(OTR) متعلق به خانواده گیرنده‌های جفت شده با G پروتئین‌ها بوده که از طریق $G\alpha q_{11}$ به فسفولیپاز C لینک می‌شود [۳۹]. اکسی‌توسین در مرحله اول در هسته‌های PVN (Paraventricular) و SON (Superoptic) هیپوتالاموس ساخته شده سپس به هیپوفیز منتقل می‌شود [۴۰، ۴۱].
در انسان اکسی‌توسین به‌عنوان یک هورمون و یک انتقال‌دهنده عصبی عمل می‌کند و در طی دهه‌های مختلف اثرات آن بر روی ماهیچه صاف رحم (در زمینه زایمان) و پستان (در زمینه شیردهی) به‌صورت درمانی مورد استفاده قرار گرفته است [۴۲].
عملکرد این انتقال‌دهنده عصبی به‌طور قابل‌توجهی با انتقال‌دهنده‌های عصبی معمول مانند گاماآمینوبوتیریک اسید متفاوت است به این معنی که انتقال‌دهنده‌های نوروپپتیدی مانند اکسی‌توسین دارای دو اثر مستقیم از طریق رهایش آکسونی از نورون‌های PVN و همچنین اثرات حجمی منتشر به‌دلیل رهایش سوماتودندرتیک از نورون‌های ماگنوسلولاری می‌باشد. این اثر اخیر به‌طور منحصربه‌فرد از طریق نوروپپتیدها رخ می‌دهد. بنابراین به‌دلیل انتشار کوتاه‌برد در مایع خارج سلولی و مایع مغزی نخاعی (CSF)، این انتقال‌دهنده‌ها طیف وسیعی از اثرات را نشان می‌دهند [۴۳].

عملکردهای متنوع اکسی‌توسین (OT) در بدن

اکسی‌توسین به‌عنوان یک نوروپپتید چندعملکردی دارای دامنه اثر بسیار متنوعی می‌باشد. بیان اکسی‌توسین و گیرنده آن معمولاً در زنان نسبت به مردان بیشتر بوده و نقش اصلی آن در رفتارها و فیزیولوژی به‌شدت به هورمون‌های استروئیدی و جنسیت وابسته است. همچنین توزیع گیرنده‌های اکسی‌توسین بین مغز جنس‌های مختلف متفاوت می‌باشد. گیرنده‌های استروژن β در نورون‌های PVN و SON دیده می‌شود. پیش‌برنده ژن اکسی-توسین در انسان و موش حاوی عناصر گیرنده استروژن بوده و توسط استروژن و هورمون‌های تیروئیدی تحریک می‌شود و بیان گیرنده‌های اکسی‌توسین را در رحم و همچنین در کلیه به‌شدت افزایش می‌دهد [۴۴]. همچنین بیان گیرنده‌های اکسی‌توسین در سلول‌های میواپیتلیال پستان در طی حاملگی و شیردهی افزایش می‌یابد [۴۵، ۴۶]. علاوه‌بر عناصر گیرنده استروژن، تعدادی عناصر دیگر از جمله عناصر پاسخ‌دهنده به اینترلوکین، عناصر پاسخ‌دهنده به cAMP و جایگاه‌های AP1-4 نیز در پروموتور ژن اکسی‌توسین وجود دارد [۱]. از طرفی دیگر، اکسی‌توسین دارای نقش بارز در تنظیم هموستازی مایعات بدن و همچنین تنظیم ضربان و انقباض قلب می‌باشد [۴۷]. اکسی‌توسین به‌عنوان یک انتقال‌دهنده عصبی در تنظیم طیف وسیعی از رفتارها نقش داشته که در بسیاری از مواقع این رفتارها با یکدیگر هم‌پوشانی نشان می‌دهند که این رفتارها به دو گروه رفتارهای اجتماعی و غیراجتماعی دسته‌بندی می‌شوند [۴۸]. توانایی تشخیص یک هم‌نوع برای تعیین پاسخ مناسب به آن و شکل‌گیری «حافظه اجتماعی» برای نمایش یک رفتار مناسب در گروه اجتماعی ضروری می‌باشد. شکل‌گیری حافظه اجتماعی افراد بسیار حیاتی

می‌باشد. تأثیر اکسی‌توسین در رابطه با تشخیص چهره بوده و ترشح اکسی‌توسین و یا کاربرد اگزوژن آن منجر به بهبود حافظه شخص برای تشخیص چهره می‌شود. پیوند اجتماعی بین افراد مختلف یکی از پرانگیزه‌ترین رفتارهای اجتماعی بوده که می تواند با استرس و اضطراب ناشی از انزوای اجتماعی مقابله کند. اکسی‌توسین تعاملات اجتماعی و احساس دلبستگی در انسان را تسهیل کرده و افزایش سطح آن در سه‌ماهه‌ی اول و اوایل زایمان با احساس دلبستگی مهر مادری، همبستگی مثبت نشان می‌دهد [۱]. طبق مطالعات اخیر نقش اکسی‌توسین درکاهش میزان استرس‌های اکسایشی و التهاب نیز ثابت گردیده است. همچنین مطالعات گسترده در مورد نقش این هورمون در تعدادی از اختلالات عصبی روانشناختی انجام گرفته و نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد اکسی‌توسین دارای اثرات درمانی بارز و مؤثر در مقابله با بیماری‌های مختلف از جمله اوتیسم و اسکیزوفرنی بوده و اثرات بالینی مثبت در کاهش علایم اصلی در این بیماری‌ها نشان می‌دهد [۴۹، ۵۰].

نقش اکسی‌توسین در به‌زیستی در سطوح فردی، بین فردی و اجتماعی

مسائل اساسی زندگی از قبیل زندگی سالم و با نشاط توام با دید مثبت نسبت به زندگی به‌شدت تحت تأثیر ارزش‌های فرهنگی هر کشوری بوده و می‌توان یک اثر متقابل بین شخصیت و فرهنگ در نظر گرفت که این اثر دو سویه تعیین‌کننده رضایت از زندگی افراد خواهد بود. احساس رضایت از زندگی در نتیجه دستیابی انسان به اهدافش ایجاد می‌شود بنابراین واژه رضایت یکی از ارکان اساسی سلامت روانی و همبستگی اجتماعی است. احساس اعتماد، شبکه‌های اجتماعی قوی و توانایی برقراری ارتباط با دیگران از جمله عوامل مطلوبی هستند که به‌زیستی را افزایش می‌دهند در مقابل ترس، اضطراب، انزوا، فقدان حمایت اجتماعی و همچنین عوامل خطر فیزیولوژیکی مانند فشار خون بالا و ترشح هورمون‌های استرس همگی برای ایجاد شرایط به‌زیستی عاطفی و فیزیکی انسان‌ها مضر می‌باشند [۲۹]. از زمان‌های دور نوع‌دوستی و کمک به هم‌نوع صفتی نیکو محسوب شده و افراد با این ویژگی‌های بارز درکل احساس رضایت از زندگی بیشتری را تجربه می‌کردند. احساس رضایت از زندگی با مواد شیمیایی مغز مرتبط است. اکسی‌توسین–دوپامین–سروتونین تحت‌عنوان هورمون‌های شادی مطرح بوده و افزایش تولید آنها در روابط اجتماعی منجر می‌شود که فرد موجی از احساسات مثبت را دریافت کند (شکل ۳).

شکل ۳: عملکرد هورمون های شادی

اکسی‌توسین با کاهش سطوح استرس و نگرانی می‌تواند به ایجاد حالت آرامش و شادی و ثبات فیزیولوژیکی کمک کند. همچنین بر اساس مطالعات مختلف بین شادی و روابط اجتماعی همبستگی معنی‌داری وجود دارد، اکسی‌توسین می‌تواند مکانیسمی باشد که از طریق تسهیل روابط اجتماعی باعث ایجاد زندگی شادتر شود [۵۱]. اکسی‌توسین به‌عنوان یک هورمون چندکاره نقش بسزایی در روند تعاملات انسان و زندگی ایده‌آل ایفا می‌کند. تمایل بیشتر نسبت به اعمال خیریه‌ای و داوطلبانه در سنین بالا از طریق تحریک افزایش تولید و ترشح اکسی‌توسین می‌تواند نشان‌دهنده ارتباط خطی بین این نوروپپتید و احساس ارزشمندی و نهایتاً رضایت از زندگی در افراد باشد.

نتیجه‌گیری

امروزه اعمال و رفتار انسان‌ها را می‌توان با نگاه مولکولی مورد بررسی قرار داد. کارهای انسان و واکنش‌های درونی او همراه با واکنش‌های جدید شیمیایی می‌باشد. مولکول‌ها نقش عمده در اعمال و رفتار انسان‌ها دارند. هر کسی حسب اعمال و رفتار خود دارای اثرات مولکولی است. واکنش‌های مولکولی خواب، شادی، ترس، رضایت‌مندی، آرامش او را تأمین می‌نمایند. لذا می‌توان گفت از یک منظر انسان یک واکنشگر شیمیایی/بیوشیمیایی است و از منظر دیگر یک موجود الهی است که با پیوند با خداوند یک

موجود ابدی است که زندگی اصلی‌اش در دنیای دیگر ادامه می‌یابد اما آن زندگی ابدی را می‌باید در دنیا بسازد. شناسایی بسترهای عصبی-شیمیایی رفتارهای اجتماعی افراد در سنین مختلف می‌تواند زمینه‌ساز دستیابی به نتایج روشن در نحوه ایجاد رضایت از زندگی و ارتباط آن با بهزیستی شود. احساس ارزشمندی و رضایت از زندگی از طرق مختلف ایجاد می‌شود که فهم کامل آن از طریق علوم مختلف امکان‌پذیر است. نگاه بیوشیمیایی به این مسئله و مطالعات مختلف، ردپای تعدادی از ترکیبات زیستی را نشان می‌دهد که نقش بالقوه در افزایش اعمال انسان دوستانه و نهایتاً القای رضایت از زندگی بیشتر را در افراد ایفا می کند.

سپاس

از دانشگاه تهران، صندوق حمایت از پژوهشگران، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، بنیاد نخبگان، مؤسسه ملی توسعه تحقیقات علوم پزشکی (نیماد) تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع و مؤاخذ

[1]. Lee, H. J., Macbeth, A. H., Pagani, J. H., & Young 3rd, W. S. (2009). Oxytocin: the great facilitator of life. Progress in Neurobiology, 88(2), 127-151.

[2]. Zak, P. J., Curry, B., Owen, T., & Barraza, J. A. (2022). Oxytocin Release Increases with Age and Is Associated with Life Satisfaction and Prosocial Behaviors. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 119.

[3]. Baumgartner, T., Heinrichs, M., Vonlanthen, A., Fischbacher, U., & Fehr, E. (2008). Oxytocin shapes the neural circuitry of trust and trust adaptation in humans. Neuron, 58(4), 639-650.

[4]. Jafari, E., Najafi, M., Sohrabi, F., Dehshiri, G. R., Soleymani, E., & Heshmati, R. (2010). Life satisfaction, spirituality well-being and hope in cancer patients. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 5, 1362-1366.

[۵]. فرجی، ط.، و خادمیان، ط. (۱۳۹۲). بررسی نقش رضایت از زندگی بر میزان نشاط اجتماعی. جامعه شناسی مطالعات جوانان ۴(۱۰)، ۱۰۲-۸۷.

[6]. Landis, B. J. (1996). Uncertainty, spiritual well-being, and psychosocial adjustment to chronic illness. Issues in Mental Health Nursing, 17(3), 217-231.

[۷]. خوارزمی، ش. (۱۳۸۸). کیفیت زندگی و شاخص خوشبختی،شرکت روابط عمومی و تبلیغات هفت تبلیغ، تهران- ایران.

[۸]. گارسیا، ه.، و میرالس، ف.(۱۳۹۷). ایکیگای (راز ژاپنی ها جهت زندگی طولانی و شاد)، تقی‌لو، ا.، و کلانتری، م.، نشر گوشه، تهران- ایران.

[9]. Taglialatela, G., Navarra, D., Cruciani, R., Ramacci, M. T., Alema, G. S., & Angelucci, L. (1994). Acetyl-L-carnitine treatment increases nerve growth factor levels and choline acetyltransferase activity in the central nervous system of aged rats. Experimental Gerontology, 29(1), 55-66.

[10]. Salthouse, T. A. (2006). Mental exercise and mental aging: Evaluating the validity of the "use it or lose it" hypothesis. Perspectives on Psychological Science, 1(1), 68-87.

[11]. Raz, N. (2000) Aging of the brain and its impact on cognitive performance: Integration of structural and functional findings. In: Craik, F.I.M. and Salthouse, T.A., Eds., The Handbook of Aging and Cognition, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, 1-90.

[12]. Midlarsky, E., Kahana, E., & Belser, A. (2015). Prosocial behavior in late life. In D. A. Schroeder & W. G. Graziano (Eds.), The Oxford handbook of prosocial behavior (pp. 415–432). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195399813.013.030.

[13]. Matsumoto, Y., Yamagishi, T., Li, Y., & Kiyonari, T. (2016). Prosocial behavior increases with age across five economic games. PloS one, 11(7), e0158671.

[14]. Pornpattananangkul, N., Chowdhury, A., Feng, L., & Yu, R. (2019). Social discounting in the elderly: Senior citizens are good Samaritans to strangers. The Journals of Gerontology: Series B, 74(1), 52-58.

[15]. Omoto, A. M., Malsch, A. M., & Barraza, J. A. (2009). Compassionate acts: Motivations for and correlates of volunteerism among older adults. The science of compassionate love: Theory, research, and applications, 257-282.

[16]. Choi, N. G., & Chou, R. J. A. (2010). Time and money volunteering among older adults: the relationship between past and current volunteering and correlates of change and stability. Ageing & Society, 30(4), 559-581.

[17]. Simmons, W. O., & Emanuele, R. (2004). Does government spend crowd out donations of time and money? Public Finance Review, 32(5), 498-511.

[18]. Barraza, J. A., McCullough, M. E., Ahmadi, S., and Zak, P. J. (2011). Oxytocin infusion increases charitable donations regardless of monetary resources.

literature review. Journal of Affective Disorders, 130(1-2), 1-9.
[31]. Imamura, Y., Mizoguchi, Y., Nabeta, H., Haraguchi, Y., Matsushima, J., Kojima, N., ... & Monji, A. (2017). An association between belief in life after death and serum oxytocin in older people in rural Japan. International Journal of Geriatric Psychiatry, 32(1), 102-109.
[32]. Smith, A. S., & Wang, Z. (2012). Salubrious effects of oxytocin on social stress-induced deficits. Hormones and Behavior, 61(3), 320-330.
[33]. Bell, A. F., Erickson, E. N., & Carter, C. S. (2014). Beyond labor: the role of natural and synthetic oxytocin in the transition to motherhood. Journal of midwifery & women's health, 59(1), 35-42.
[34]. Park, J., Roh, S., & Yeo, Y. (2012). Religiosity, social support, and life satisfaction among elderly Korean immigrants. The Gerontologist, 52(5), 641-649.
[35]. Vigneaud, V. D., Ressler, C., Swan, C. J. M., Roberts, C. W., Katsoyannis, P. G., & Gordon, S. (1953). The synthesis of an octapeptide amide with the hormonal activity of oxytocin. Journal of the American Chemical Society, 75(19), 4879-4880.
[36]. Caldwell, H. K., Lee, H. J., Macbeth, A. H., & Young III, W. S. (2008). Vasopressin: behavioral roles of an "original" neuropeptide. Progress in Neurobiology, 84(1), 1-24.
[37]. Mohr, E., Schmitz, E., & Richter, D. (1988). A single rat genomic DNA fragment encodes both the oxytocin and vasopressin genes separated by 11 kilobases and oriented in opposite transcriptional directions. Biochimie, 70(5), 649-654.
[38]. Hara, Y., Battey, J., & Gainer, H. (1990). Structure of mouse vasopressin and oxytocin genes. Molecular Brain Research, 8(4), 319-324.
[39]. Zingg, H. H., & Laporte, S. A. (2003). The oxytocin receptor. Trends in Endocrinology & Metabolism, 14(5), 222-227.
[40]. Leng, G., Meddle, S. L., & Douglas, A. J. (2008). Oxytocin and the maternal brain. Current Opinion in Pharmacology, 8(6), 731-734.
[41]. Neumann, I. D., & Landgraf, R. (2012). Balance of brain oxytocin and vasopressin: implications for anxiety, depression, and social behaviors. Trends in Neurosciences, 35(11), 649-659.
[42]. Zingg, H. H., & Laporte, S. A. (2003). The oxytocin receptor. Trends in Endocrinology & Metabolism, 14(5), 222-227.
[43]. Althammer, F., Eliava, M., & Grinevich, V. (2021). Central and peripheral release of oxytocin: Relevance of neuroendocrine and neurotransmitter actions for physiology and behavior. Handbook of Clinical Neurology, 180, 25-44.
[44]. Forsling, M. L., Kallo, I., Hartley, D. E., Heinze, L., Ladek, R., Coen, C. W., & File, S. E. Hormones and Behavior 60, 148–151. doi: 10.1016/j.yhbeh.2011.04.008.
[19]. Zak, P. J. (2012). The Moral Molecule: The Source of Love and Prosperity. New York, NY: Dutton.
[20]. Diener, E. (2009). Subjective well-being. In E. Diener (Ed.), The science of well-being: The collected works of Ed Diener (pp. 11–58). Springer Science + Business Media. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2350-6_2.
[21]. Jivraj, S., Nazroo, J., Vanhoutte, B., & Chandola, T. (2014). Aging and subjective well-being in later life. Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 69(6), 930-941.
[22]. Garforth, B., Degnbol, H., Terris, E. T., Zak, P. J., & Winterdahl, M. (2020). Elevated plasma oxytocin levels and higher satisfaction with life in young oral contraceptive users. Scientific Reports, 10(1), 1-7.
[23]. Wang, Y. L., Yuan, Y., Yang, J., Wang, C. H., Pan, Y. J., Lu, L., ... & Liu, W. Y. (2013). The interaction between the oxytocin and pain modulation in headache patients. Neuropeptides, 47(2), 93-97.
[24]. Tracy, L. M., Georgiou-Karistianis, N., Gibson, S. J., & Giummarra, M. J. (2015). Oxytocin and the modulation of pain experience: Implications for chronic pain management. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 55, 53-67.
[25]. Sasaki, J. Y., Kim, H. S., & Xu, J. (2011). Religion and well-being: The moderating role of culture and the oxytocin receptor (OXTR) gene. Journal of Cross-Cultural Psychology, 42(8), 1394-1405.
[26]. Van Cappellen, P., Way, B. M., Isgett, S. F., & Fredrickson, B. L. (2016). Effects of oxytocin administration on spirituality and emotional responses to meditation. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 11(10), 1579-1587.
[27]. Tate, D. G., & Forchheimer, M. (2002). Quality of life, life satisfaction, and spirituality: Comparing outcomes between rehabilitation and cancer patients. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 81(6), 400-410.
[28]. Rippentrop, A. E., Altmaier, E. M., & Burns, C. P. (2006). The relationship of religiosity and spirituality to quality of life among cancer patients. Journal of Clinical Psychology in Medical Settings, 13(1), 29-35.
[29]. Yoon, D. P. (2006). Factors affecting subjective weil-being for rural elderly individuals: the importance of spirituality, religiousness, and social support. Journal of Religion & Spirituality in Social Work: Social Thought, 25(2), 59-75.
[30]. IsHak, W. W., Kahloon, M., & Fakhry, H. (2011). Oxytocin role in enhancing well-being: a

[48]. Feldman, R. (2012). Oxytocin and social affiliation in humans. Hormones and Behavior, 61(3), 380-391.
[49]. MacDonald, K., & Feifel, D. (2012). Oxytocin in schizophrenia: a review of evidence for its therapeutic effects. Acta neuropsychiatrica, 24(3), 130-146.
[50]. Yamasue, H., & Domes, G. (2017). Oxytocin and autism spectrum disorders. Behavioral Pharmacology of Neuropeptides: Oxytocin, 449-465.
[51]. Dfarhud, D., Malmir, M., & Khanahmadi, M. (2014). Happiness & health: the biological factors-systematic review article. Iranian Journal of Public Health, 43(11), 1468.
(2003). Oestrogen receptor-β and neurohypophysial hormones: functional interaction and neuroanatomical localisation. Pharmacology Biochemistry and Behavior, 76(3-4), 535-542.
[45]. Zeki, S. (2007). The neurobiology of love. FEBS letters, 581(14), 2575-2579.
[46]. Bartz, J. A., & McInnes, L. A. (2007). CD38 regulates oxytocin secretion and complex social behavior. Bioessays, 29(9), 837-841.
[47]. Costa-e-Sousa, R. H., Pereira-Junior, P. P., Oliveira, P. F., Olivares, E. L., Werneck-de-Castro, J. P. S., Mello, D. B., ... & Campos-de-Carvalho, A. C. (2005). Cardiac effects of oxytocin: is there a role for this peptide in cardiovascular homeostasis? Regulatory peptides, 132(1-3), 107-112.

انواع نمک‌های دارویی و طبی در ایران

مهدی ضرابی[1,*]، مهدیه بخشی زاده[1]

چکیده

امروزه کشورهای دارای منابع نمک به تولید نمک‌های طبی و دارویی توجه دارند. ایران دارای منابع آبی فوق شور و معادن نمکی است. این منابع که گاهاً بی‌نظیرند، دارای انواع نمک‌های دارویی و طبی هستند که هنوز شناسایی و یا استانداردسازی نشده است. از نمک‌های خوراکی- طبی ثبت شده در کشور نمک حاوی منیزیوم است .عمده نمک‌های دارویی و طبی از لجن و آب نمک محیط‌های فوق شور به‌دست می‌آیند. اگرچه سواحل نمکی برای نمک درمانی مورد توجه‌اند، اما ارزش واقعی این مواد در ساخت دارو و مواد آرایشی-بهداشتی است. از میان منابع نمک طبی کشور، شناخته‌شده‌ترین آنها دریاچه ارومیه است که علیرغم صادرات لجن آن برای ساخت دارو و مواد آرایشی از سواحل آن برای درمان برخی بیماری‌ها استفاده می‌شود. نمک طبی استاندارد کشور که تجاری شده است، کیسه‌های نمک گرم است. در سال‌های اخیر فروش انواع غیراستاندارد نمک به نام نمک دریا در بازار طب سنتی بسیار رایج شده است. تنوع و ظرفیت بالای منابع نمک کشور، امکان بهره‌برداری و تولید انواع نمک خوراکی طبی و دارویی استاندارد را داراست که منابع ارزشمند اقتصاد پایدار هستند. در این مورد تلاش محققین برای معرفی محصولات فناورانه انها بسیار ضروری است. این مقاله سعی در معرفی این منابع و ویژگی‌های نمک در کشور دارد.

واژگان کلیدی: محیط فوق شور ایران، نمک خوراکی طبی، نمک دارویی، نمک درمانی

* 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

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.8.0

مقدمه

نمک طبیعی مخلوطی از انواع نمک‌ها از جمله NaCl است که پس از تصفیه چنانچه خلوص بالای ۹۹٪ داشته باشد، به‌عنوان نمک خوراکی مصرف می‌شود. سدیم ضمن حفظ تعادل مایع بین‌سلولی و پلاسمای خون، تنظیم میزان اسید و باز بدن، باعث انتقال عصبی، عملکرد عضلات، کارکرد طبیعی سلول‌ها و جذب مواد مغذی و دفعی است [۱]. نمک خوراکی با ۴۰٪ سدیم و ۶۰٪ کلرید، مهمترین منبع تأمین سدیم بدن است که در هر ۲/۵ گرم آن یک گرم سدیم وجود دارد. بنابر توصیه سازمان بهداشت جهانی[1] حداکثر مصرف نمک روزانه بزرگسالان ۵ و کودکان و نوجوانان ۲ تا سه گرم در روز است [۲] اما متوسط مصرف نمک در آسیا ۱۲-۹ گرم و تقریباً دو برابر مجاز می‌باشد. بهداشت جهانی در تلاش برای کاهش ۳۰٪ مصرف نمک تا سال ۲۰۲۵ به‌منظور جلوگیری از ۲/۵ میلیون مرگ سالانه است (۱). اگرچه برداشت نمک برای مصرف خوراکی قدمت زیادی دارد اما امروزه کشورهای صاحب منابع و معادن آن به کاربردهای طبی و دارویی نمک توجه دارند. طبعاً تولید نمک‌های خوراکی- طبی، دارویی و طبی از محیط‌های فوق شور و رواج نمک درمانی، یک موضوع مهم علمی است. شناخت ترکیبات هر منبع و کشف خواص آنها و توجه به مواد همراه از جمله آلاینده‌های محیط‌زیست، اصول مهمی در برداشت و کاربرد انواع نمک‌هاست که نیاز به تحقیقات علمی و استفاده از فناوری‌های بالادستی دارد [۳].

تاریخچه نمک

واژه نمک (salt)، به اقوام سلت[2] بر می‌گردد که برای اولین بار نمک را از دریا بدست آورده و نام hal برگرفته از هالوس به معنی دریا را بدان دادند. امروزه به همین دلیل به مناطق نمک‌خیز هالیت می‌گویند. روش تولید نمک از حوضچه‌های تبخیر، احتمالاً اولین بار توسط فنیقی‌ها ابداع شد و چینی‌ها با جوشاندن آب دریا نمک تولید کردند. در سال ۲۵۲ قبل از میلاد، چینی‌ها نمک را از اولین چاه نمک استخراج کرده و فهمیدند غذاهای فاسد شدنی در نمک تا یک سال به‌خوبی حفظ می‌شود. با کشف روش نگهداری با نمک[3] حمل، نگهداری و تجارت مواد غذایی آسان گردید. مصری‌ها نیز کاربردهای نمک در آشپزی را فهمیدند و دانستند نمک رطوبت غذا را گرفته و مانع فساد می‌شود. آنها با گذاشتن زیتون تازه در آب نمک، آن را نرم و قابل‌خوردن کردند و بعدها به کشف مومیایی اجساد با نمک دست یافتند. وایکینگ‌ها نیز با نمک زدن به ماهی کاد، تجارت ماهی و نمک را گسترش دادند و از اینکار به ثروت زیادی رسیدند. این رخدادهای دوران باستان ارزش نمک را تشدید کرد تا جایی‌که نمک باعث شکل دادن تمدن‌های بزرگی از جمله ماوراالنهر، یونان، چین، روم و اروپا شد. نمک حتی در بروز انقلاب فرانسه و جنگ استقلال هند نقش داشته و در انگلیس به‌عنوان پایه سرشماری نفوس و مالیات مورد استفاده قرار گرفته است[۴]. درمورد تاریخچه تولید و مصرف نمک در ایران اطلاعات مستندی وجود ندارد ولی براساس برخی گزارشات، تولید آن به ۶۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح و زمان استقرار آریایی‌ها برمی‌گردد. همچنین قدیمی‌ترین گزارش در مورد برداشت نمک به معادن عظیم نمک سمنان، در مسیر جاده ابریشم باز می‌گردد (۲).

منابع برداشت نمک

اگرچه اقیانوس‌ها بزرگترین منابع آب شورند اما نمک از زیست‌بوم‌های[4] آب شور شامل دریاچه‌های طبیعی، دریا و دریاچه‌های مرده، تالاب‌ها و معادن سنگی برداشت می‌شود [۵]. زیست‌بوم‌های شور علاوه‌بر برداشت نمک، به‌دلیل داشتن میکروارگانیسم‌های دارویی نمک‌دوست[5] ارزشمند هستند [۶و ۷]. منشأ این زیست‌بوم‌ها اقیانوسی[6] و یا غیراقیانوسی[7] است که نمک خوراکی بیشتر منشأ اقیانوسی دارد [۸]. ایران دارای منابع متنوع نمک است:

۱- شورآب[8] :

شورآبها منابع نمکی هستند که با حل کانی‌های تبخیری شکل گرفته [۹] و به دو شکل چشمه آب شور و دریاچه‌های تبخیری دیده

---

[1] World Health Organization
[2] Celtoe
[3] Salting (food): نمک زدن یا نمک سوده کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری جهت افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی
[4] Ecosystem
[5] Halophile
[6] Thalassohaline
[7] Athalassohaline
[8] Brine

می‌شوند. چشمه‌های شور در کوهستان‌های معتدله و مناطق جنگلی از عجایب طبیعت‌اند که آب آنها به‌دلیل گذر از لایه‌های نمک به شورآب خالص تبدیل می‌گردد [۱۰]. کشور ما هر دو نوع این منابع را دارد. چشمه «باداب سورت» ساری دومین چشمه دائمی بسیار شور جهان و دومین اثر ملی طبیعی ثبت شده پس از دماوند، چشمه‌های شور جنگل لاکان گیلان و چشمه «آقا داناپیر» رشت از مهمترین چشمه‌های شور ایرانند. از دریاچه‌های تبخیری نیز می‌توان به دریاچه ارومیه، شوراب‌های کریستالی نمکی (آران و بیدگل و حوض سلطان)، و سفره‌های شور یا لب شور زیرزمینی حاشیه دشت‌ها و پلایاها (مرداب گاوخونی) اشاره کرد [۱۱]. همچنین دریاچه نمک خور و بیابانک (اصفهان) به‌عنوان بزرگ‌ترین معدن پتاس دنیا، دارای تنها نمونه آبشار نمکی جهان است (۳).

۲- دریاچه فعال:

دریاچه‌های فعال با حداقل ۳/۵٪ نمک، حاصل پدیده‌های زمین‌شناسی، هیدرولوژی و اقلیمی مناطق خشک هستند [۱۲]. دریاچه خزر[1] با مساحت ۴۳۶۰۰۰ کیلومتر مربع، حاوی ۱۰ تا ۱۳ گرم نمک در لیتر است. این دریاچه بازمانده اقیانوس باستانی تتیس[2] یا خلیج پاراتتیس[3] است که ۶۰-۵۰ میلیون سال پیش اقیانوس اطلس را به آرام متصل می‌کرده ولی به‌دلیل حرکت قاره‌ای ارتباط خود را از دست داده و به یک دریاچه بسته تبدیل شده است. امروزه منابع تأمین آب خزر، باران و آب رودخانه‌هایی است که به آن می‌ریزند. به‌همین دلیل میزان شوری خزر سه برابر کمتر از اقیانوس‌های جهانی[4] است [۱۳]. لذا برداشت نمک از آن صرفه اقتصادی ندارد و تاکنون اقدامی جهت برداشت نمک صورت نگرفته است. دریاچه ارومیه بزرگترین دریاچه دائمی کشور با ذخیره نمک ۷-۶ میلیارد تن [۱۴]، بیستمین دریاچه فعال بسته جهان و مشابه دریاچه بزرگ نمک آمریکا (یوتا[5]) است [۱۵] و دریاچه فصلی ۲۵ هزار هکتاری مهارلوی شیراز با ۲۲۰ گرم نمک خالص در لیتر و خلوص بالای ۹۴٪ [۱۶] و دریاچه ۲۴۰ کیلومتر مربعی حوض سلطان (ساوه - قم) شامل چاله غربی حوض سلطان و شرقی حوض مره با پنج لایه نمک در اعماق ۵ تا ۴۵ متری است [۱۷].

۳- دریاهای شور:

خلیج فارس و دریای عمان از منابع فوق شور کشورند که میزان نمک آنها از تنگه هرمز تا دهانه کارون بین ۳۶/۶ تا ۴۰ گرم در لیتر است. جالب توجه آنکه این مناطق به‌دلیل شورتر بودن نسبت به اقیانوس هند دارای یک جریان دائمی از اقیانوس به سمت سواحلند و علیرغم شوری زیاد، آب شیرینی که منشأ آن کوه‌های زاگرس است از ۲۰۰ چشمه در کف و ۲۵ چشمه در سواحل به آن وارد می‌شود (۴).

۴- دریاچه‌های شیرین خشک:

خشکسالی سبب کاهش آب دریاچه‌های شیرین و عملاً شور شدن مقدار باقیمانده آب و تبدیل آنها به شوره‌زار می‌شود. از جمله در سال‌های اخیر دریاچه‌های بختگان با ۱۶۰ و طشک با ۸۰۰ کیلومترمربع وسعت در استان فارس به‌دلیل بی‌آبی رودخانه‌های شادکام و کر، احداث سد درودزن در بالادست کر، نابودی چشمه‌ها و کاهش نزولات، پوشیده از نمک شده‌اند [۱۸]. این دریاچه‌ها در گذشته نقش بسیار مهمی در بقای تنوع ژنتیکی و اکولوژیکی منطقه داشته‌اند که اکنون با مرگ گونه‌های گیاهی و جانوری، شوره‌زاری هستند که باعث طوفان‌های نمک، شوری چاه‌های منطقه و مرگ زیست بوم ، کشاورزی و گردشگری شده‌اند [۱۹]. قطعا با تداوم کم‌آبی کشور و بحران جهانی گرمایش زمین، این تغییرات باعث تغییر دریاچه‌ها به منابع شور می‌شوند که می‌باید از نظر برداشت نمک مورد مطالعه قرار گیرند.

۵- دریا و دریاچه مرده:

دریا یا دریاچه مرده[6] زیست‌بوم‌های آبی غیرفعال، باقیمانده دوران‌های کهن هستند که نمک و املاح خاکشان پس از بارش یا ورود سیلاب به آنها در آب سطحی حل شده و به شور آب تبدیل می‌شوند. این محیط‌ها فاقد جانوران و گیاهان زنده هستند. در دنیا، معروفترین دریای مرده بحر المیت[7] در کرانه باختری رود اردن و معروفترین دریاچه‌ی مرده آران و بیدگل در کاشان است [۲۰]. آران و بیدگل با ۳۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت، تنها دریاچه فوق‌شور مرده و بزرگترین شورآب کویر مرکزی ایران از رسوبات هالیت

---

1 Caspian Sea
2 Thetis
3 Parathetis
4 World Ocean: سامانه به هم پیوسته آب دریاها و اقیانوس‌های زمین
5 Great Salt Lake
6 Dead Sea
7 Sea of Dealt (Bahr al-Mayyit)

دوران‌های زمین‌شناسی تشکیل شده [۲۱] که در دوره پلیوسن[1] تا اشتهارد، ساوه، ایوانکی قم و کاشان می‌رسیده و بیش از ۲۵۰ متر رسوبات نرم نمکی دوران کواترنر[2] در آن ذخیره است (۴). نمک خوراکی آن به‌دلیل آنکه تمام مراحل تولیدش را طبیعت انجام می‌دهد و انسان دخالتی در تصفیه آن ندارد بسیار با ارزش است. بهره‌برداران برای برداشت نمک در انتهای بهار و اوایل پاییز حوضچه‌هایی را که با ۲۰۰-۵۰ میلیمتر بارندگی پرآب می‌شوند، ایجاد می‌کنند. آب عاری از آلودگی باران رسوبات نمک را حل کرده و آب نمک اشباع در آنها جمع می‌گردد. سپس تبخیر شدید (میانگین سالانه ۱۷۲۷ میلیمتر) کریستال‌های خالص نمک را می‌سازد که به‌آسانی برداشت می‌شوند [۲۱]. این نمک نسبت به نمک‌های معمول، کلرید سدیم کمتری دارد لذا نمکی کم‌شور یا عملاً خوراکی-طبی است. مزیت دیگر آن وجود مقادیر کافی کلرید و سولفات منیزیم در کنار آهن، مس و منگنز است. مقدار بالای منیزیم آن یک ویژگی مهم دیگر خوراکی-طبی و حتی دارویی آن است [۲۲]. همچنین دارای تنوعی از هالوفیل‌های با ارزش است که به‌نوبه خود مصارف دارویی و صنعتی آن را می‌افزاید [۲۳]. لجن دریاچه نیز برای تولید مواد پایه دارویی، آرایشی بهداشتی و کاربردهای جلدی بسیار ارزشمند است [۲۴]. اگرچه آران و بیدگل می‌تواند قطب بی‌نظیر اقتصاد نمک ایران باشد اما برداشت سنتی بی‌رویه نمک خوراکی، برداشت سالانه نمک صنعتی (بیش از ۹۰ هزار تن) و ممانعت از جریان آب رودخانه جاجرود به‌دلیل وجود سدهای لتیان و ماملو در بالادست بقای آن را تهدید می‌کند (۵).

۶- تالاب‌ها و باتلاق‌ها:

تالاب[3] منطقه‌ای باتلاقی یا آبی به‌صورت طبیعی یا مصنوعی، دائم یا موقت، شور یا شیرین است (۶). مرداب‌ها (مانداب یا هور) از مهمترین تالاب‌ها هستند که از پیش روی آب دریا در خشکی و یا تجمع آب ساکن در یک گودی ایجاد می‌شوند. مرداب‌های نمکی[4] در حاشیه مصب‌ها، سواحل و خلیج‌ها شکل می‌گیرند که زیستگاه گونه‌های گیاهی با قدرت تحمل شوری، دما و رطوبت هستند. این گونه‌ها تولیدات اولیه و ثانویه زیست‌بوم‌های هم‌جوار را تأمین کرده و علاوه‌بر تثبیت و تعدیل مواد مغـذی، آلاینده‌ها را جذب می‌کنند. اما غفلت از اهمیت و نقش تالاب‌ها در روابط اکوسیستم‌های هم‌جوار باعث تبدیل آنها به زمین‌های کشاورزی و مسکونی شده است [۲۵]. مرداب انزلی، هورالعظیم و با تلاق گاوخونی علاوه‌بر آنکه ذخایر زیستگاهی بی‌نظیر کشورند، در فصول گرم از سواحلشان نمک برداشت می‌شود. اما اکنون انزلی در محاصره آلاینده‌هاست، هورالعظیم کاملاً خشکیده و گاوخونی از بی‌آبی زنده‌رود مرده است. قطعاً برداشت نمک از معدن «خارا» (بیابان پیرامون گاو خونی) نیز که ۶۰٪ نمک خوراکی (با خلوص ۹۰٪) و ۲۰٪ نمک صادراتی کشور را تأمین می‌کند (۷) نیز به‌زودی به‌پایان می‌رسد.

۷- معادن و گنبدهای نمکی:

این معادن حاصل فشردگی لایه‌های رسوبی نمک در اعماق زمین و یا کوه‌ها هستند. معدن ۹ طبقه ویلیچکای[5] لهستان بزرگترین معدن سنگ نمک دنیاست که از قرن سیزدهم تا سال ۲۰۰۷ بهره‌برداری می‌شد و در سال ۱۹۷۸ به‌دلیل ساختمان زیبا و شگفت‌انگیز نمکی

شکل ۱: معادن و گنبدهای نمک ایران

---

[1] Pliocene: از ۵٫۳۳۲ میلیون تا ۲٫۵۶ میلیون سال پیش
[2] Quaternary: از دو و نیم میلیون سال قبل تا کنون
[3] Wieliczka wetland
[4] Salt marshes
[5] Wieliczka

آن به‌عنوان جاذبه گردشگری بین‌المللی توسط یونسکو به ثبت رسید. در ایران نیز نگین کوهدشت و غار نمکی گرمسار از قدیمی‌ترین و مهمترین معادن سنگ نمک هستند که علاوه‌بر تولید نمک خوراکی، جاذبه مهم گردشگری و نمک درمانی هستند [۲۶]. همچنین گنبدهای ساحلی هرمز و غار نمکدان قشم به طول ۶۵۸۰ متر که طولانی‌ترین غار نمکی جهان است از دیگر معادن نمک کشورند [۲۷, ۲۸] (شکل ۱).

نمک‌های خوراکی

در ایران تنها دو نوع نمک خوراکی استاندارد وجود دارد:

۱) نمک یددار: ید برای تولید هورمون تیروئید و رشد و نمو مغز انسان ضروری است. محققین برای پیشگیری از اختلالات ناشی از کمبود ید، خوردن نمک یددار را توصیه می‌کنند. از آنجا که ید به‌دلیل تبخیر، تابش آفتاب و جریان هوا در فرآیند تولید نمک از آن خارج می‌شود، استاندارد نمک خوراکی افزودن ید را الزام نموده و کارخانجات ملزمند یدات یا یدور پتاسیم سنتزی را در پایان خط تولید به نمک تصفیه شده اضافه کنند [۲۹]. این شیوه اولین بار در ۱۹۲۰ در سوئیس ابداع و در ایران در سال ۱۳۴۸ و پس از فراگیری بیماری گواتر در مناطق کوهستانی رواج یافت اما استاندارد اجباری آن (شماره ۱۱۹۵) در سال ۱۳۷۳ تصویب شد [۳۰]. در آخرین تجدید نظر این استاندارد میزان ید ۱۵±۴۵ میکروگرم/ کیلوگرم تعیین گردید [۲۹].

افزودن ید در خط تولید اشکال بزرگی دارد چرا که ید فرار است و بیش از ۶۰٪ ید به‌دلیل شیوه غلط انبارداری و در زمان بسته‌بندی و حمل و حتی هنگام پخت و طی فرآیندهای خشک و منجمد کردن غذا از بین می‌رود پس عملاً از ۴۵ میلی‌گرم استاندارد اجباری، مقدار ناچیزی ید در زمان خوردن باقی می‌ماند [۳۱]. نمک‌های شورآب کشور دارای مقادیر ید طبیعی هستند اما چون مقدار آنها با استاندارد کشور مطابقت ندارد کارخانجات مجبورند این نمک را شستشو داده و باز هم یدات یا یدور بدان بیافزایند. اگر مقدار ید موجود در نمک طبیعی که در فرآیند تولید حذف نمی‌شود را با میزان نهایی باقیمانده ید افزودنی در نمک استاندارد مقایسه کنیم، در می‌یابیم که افزودن ید ضروری نیست و این ید طبیعی عوارض یدات و یا یدور پتاسیم را هم ندارد [۳۲].

از طرف دیگر اگرچه مصرف نمک یددار برای افراد مبتلا به کمبود ید و به‌منظور کاهش خطر بیماری‌های جنینی مانند کرتینیسم[۱] و آسیب‌های مغزی[۲] منجر به عقب‌ماندگی ذهنی و جسمی در خانم‌های باردار مفید است، اما طبق استاندارد جهانی، دریافت روزانه ید برای افراد عادی ۱۵۰ و برای مادران باردار و شیرده تا ۲۵۰ میکروگرم است و دریافت بیش از آن عملکرد تیروئید را مختل کرده و باعث بیماری‌های خود ایمنی کلاسیک تیروئید[۳] می‌شود [۳۴, ۳۳]. لذا محققین تأکید دارند که ۹۰٪ ید مورد نیاز می‌باید از منابع غذایی دارای ید مانند غذاهای دریایی، میوه و سبزیجات و از آب تأمین شود [۳۲]. امروزه یددار کردن نمک در دنیا منسوخ شده و تولید نمک طبیعی رونق گرفته است. در ایران نیز با وجود مقاومت‌های بسیار سرانجام تلاش متخصصان در سال ۱۳۹۷به ثمر نشست و سازمان استاندارد تولید نمک خوراکی بدون ید را به شماره ۲۶ ابلاغ نمود [۳۱].

۲) نمک بدون ید: نمک خوراکی بدون ید همان نمک تولیدی کارخانجات است که دیگر در انتهای خط تولید به آن یدات یا یدور پتاسیم اضافه نمی‌شود. البته در پردازش این نمک برخی مواد افزودنی ضد کلوخه[۴] مانند آلومینوسیلیکات سدیم[۵]، دی اکسید سیلیکو[۶] و کربنات منیزیم[۷] اضافه می‌شود که گاهی طعم آن را تغییر می‌دهد [۳۵]. انواعی از این نمک‌ها مانند نمک صورتی هیمالیا[۸]، نمک کنسرو[۹] و نمک کوشر[۱۰] در دنیا بسیار معروفند. در ایران تولید و عرضه این نمک به‌دلیل عدم آگاهی عمومی هنوز رایج نشده و در حد اعلام استاندارد باقی مانده است (۸).

نمک‌های خوراکی بسته به خصوصیات منابع برداشت ممکن است آلوده به مواد خطرناکی از جمله عناصر سنگین باشند [۳۶]. این عناصر ولو به‌مقادیر ناچیز (ppb) [۱۱] در بدن تجمیع زیستی[۱۲] پیدا کرده و باعث اختلال در عملکرد بدن و منجر به بیماری و مرگ

1 Cretinism
2 Brain damage
3 Hypothyroidism & Thyroiditis
4 Anti-caking agents
5 Sodium aluminosilicate
6 Silicon dioxide
7 Magnesium carbonate
8 Pink Himalayan salt.
9 Pickling salt or canning salt
10 Kosher salt: نمک درشت و شوری که یهودیان در گذشته از آن برای جدا کردن خون گوشت استفاده می‌کردند.
11 Parts per billion (ppb)
12 Bioaccumulation

می‌شوند. مقدار و تنوع مواد آلاینده در نمک دریایی به‌دلیل آلودگی‌های خاک بستر و آب‌های ورودی به مراتب بیشتر از سنگ نمک است [۳۶]. بنابراین با توجه به اهمیت سلامت مردم، نه‌تنها نمک خوراکی بلکه انواع طبی و دارویی آن می‌باید عاری از آلاینده‌های خطرناک باشد [۳۷].

نمک‌های خوراکی - طبی

این نمک دارای عناصر مفیدی مانند منیزیوم، آهن، کلسیم و ید به‌صورت طبیعی هستند که معمولاً به نام عنصر غالبشان نامگذاری می‌شوند. نمک منیزیوم یکی از آنهاست. منیزیوم به‌صورت کلرید منیزیم در مکمل‌های منیزیم وجود دارد ولی ساختار مولکولی آن نسبت به نمک‌های اپسوم[۱] یا سولفات منیزیوم متفاوت است. کلرید منیزیم بیشتر در نمک دریا وجود دارد به‌طوری‌که غلظت آن در دریاهای فعال حداکثر ۵۵ و در دریاهای مرده به‌دلیل تجمع سالیان طولانی بیش از ۱۹۰ میلی مول در لیتر است [۳۸].

در ایران برای اولین بار، نمک خوراکی- طبی منیزیم به نام «نمک حاوی منیزیوم» توسط نگارنده از منبع دریای مرده آران و بیدگل استخراج و ثبت گردید. طبق آنالیزهای تخصصی دانشگاه تهران، مقدار منیزیوم این نمک ۰/۲۴ گرم در ۱۰۰ گرم و ۸ برابر استاندارد (۰/۰۳ گرم) در مقایسه با نمک‌های خوراکی معمولی است [۳۹].

همچنین در هر ۲۰۰ گرم / لیتر نمک طعام دریاچه و ابشار خور و بیابانک، ۱۲۰ گرم نمک‌های منیزیم و کلسیم وجود دارد (۳). منیزیوم چهارمین عنصر ضروری بدن است. ۹۹٪ آن (۲۰ میلی مول/کیلوگرم) در بافت‌های استخوان، عضلات و بافت نرم غیرعضلانی قرار دارد که مقدار آن در استخوان با افزایش سن کاهش می‌یابد [۴۰]. زنان و مردان می‌باید روزانه به ترتیب ۳۶۰- ۳۱۰ و ۴۲۰-۴۰۰ میلی‌گرم منیزیوم مصرف کنند [۴۱]. کمبود منیزیوم علاوه‌بر خستگی و از دست دادن اشتها باعث اسپاسم عضلات، آلزایمر، دیابت نوع۲ ، بیماری‌های قلبی-عروقی و میگرن می‌شود [۴۲] و به شکل مزمن یا کمبود پنهان[۲] نیز سبب افزایش فشار خون بالا، آریتمی قلبی، سکته مغزی و اختلالات اعصاب و روان می‌گردد [۴۱]. اگرچه منیزیوم را می‌باید روزانه از مواد غذایی مختلف تأمین نمود، اما برای افرادی که نتوانند میزان لازم را جذب نمایند، خوردن نمک طبیعی دارای آن، راه‌حل مناسبی است. این نمک برای کنترل و یا کمک به درمان بیماری‌های مزمنی چون پوکی استخوان[۳]، افسردگی[۴]، میگرن[۵] و آسم[۶] خصوصاً در مبتلایان به فشارخون بالا[۷] و بیماری‌های قلبی و عروقی[۸] که از خوردن نمک معمولی منع هستند، مصرف این نمک به‌دلیل شوری کم و منیزیوم کافی بهبود دهنده است. علیرغم اهمیت وجود منیزیوم در نمک طبق استاندارد بین‌المللی مواد غذایی (کدکس[۹]) [۴۳] و حتی بلامانع بودن مصرف «نمک حاوی منیزیوم» از سوی سازمان غذا و دارو [۴۴]، هنوز استانداردی برای تولید و عرضه آن برای توزیع در بازار ایران وجود ندارد. از سوی دیگر در سال‌های اخیر مروجین طب سنتی نمک‌هایی با عنوان «نمک دریا» به‌عنوان نمک‌های طبی ترویج کرده‌اند که مورد موافقت وزارت بهداشت و سازمان استاندارد قرار نگرفته است البته این سازمان‌ها عموماً با مصرف جلدی آنها که از قدیم‌الایام اثرات مطلوبی را در کاهش بیماری‌های التهابی و پوستی از خود نشان می‌داده‌اند، مخالفتی ندارند؛ اما مصرف خوراکی بدون تصفیه و یا تأکید بر طبی بودن آنها مورد اشکال است. اگرچه پیش از نمک‌های تصفیه شده مصرف آنها بدون عارضه رواج داشته، اما در عصر صنعت و با انتشار وسیع انواع آلاینده‌های محیط زیست در زنجیره غذا دیگر اطمینانی به سلامت آنها نیست.

امروزه تولید و مصرف نمک طبیعی دارای عناصر مهم در دنیا بسیار رواج یافته است. یکی از مشهورترین آنها نمک هیمالیا[۱۰] است که قدمت دیرینه شناسی ۲۵۰ میلیون ساله دارد و به‌دلیل داشتن مقادیر زیاد اکسید آهن، صورتی رنگ است. از این نمک به‌صورت استنشاق، حمام آب نمک و نوشیدن جهت بهبودی و درمان بیماری‌های تنفسی استفاده می‌شود [۴۵].

نمک‌های پایه دارویی و نمک درمانی

لجن و آب نمک، خصوصا از دریاهای مرده به عنوان مواد پایه ساخت دارو و محصولات آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد [۴۶]. نمک درمانی عملاً از خواص طبی آب و لجن به صورت میدانی در خود دریاچه‌ها، سواحل نمکی و یا معادن سنگی و فضاهای

[1] Epsom salt
[2] Magnesium Deficiency (MgD)
[3] Osteoporosis
[4] Depression
[5] Migraine
[6] Asthma
[7] Hypertension
[8] cardiovascular disease
[9] Codex Alimentarius
[10] Himalayan salt

مخصوص در کانون گردشگری سلامت نمک مستقیماً به‌صورت جلدی یا تنفسی استفاده می‌شود. حمام نمک برای جلوگیری از شوره و خارش پوست، رفع دردهای عضلانی و آرتروز، درمان پسوریازیس[1] و درماتیت آتوپیک[2] توصیه می‌شود. نمک اپسوم یا نمک سولفات منیزیم[3] نوعی نمک حمام طبی است که دارای مقادیر زیادی منیزیم و گوگرد می‌باشد. این نمک بعد از حل در آب وان، یون‌های سولفات و منیزیم آزاد می‌کند که علاوه‌بر رفع کمبود منیزیم، به درمان یبوست، بی‌خوابی، فیبرومیالژیا[4]، تسکین التهاب و کاهش استرس بسیار کمک می‌کند [۴۷].

در ایران شناخته‌شده‌ترین نمک طبی غیرخوراکی، آب نمک و لجن دریاچه ارومیه است که به‌دلیل وجود املاح فراوان معدنی به ویژه کلرور و سولفات (گوگرد)، ترکیبات آهن و ید از مرغوبترین انواع در دنیا به شمار می‌رود [۴۸]. کلرور دریاچه برای درمان لنفاتیسم[5]، روماتیسم مفاصل، بیماری‌های اعصاب و بیماری‌های رحم شامل متریتها[6] و سالپنژیتها[7] بسیار مؤثر است. همچنین از لجن آن برای درمان نقرس[8]، درد عضلانی، اگزما و التهاب استفاده می‌شود [۴۹]. این دریاچه از زمان‌های قدیم به‌دلیل خواص فیزیکو شیمیایی و بیولوژیکی آب نمک و لجن آن مورد توجه بیماران و اطبا بوده و مواد آن برای ساخت کرم آرایشی و انواع پمادهای امراض جلدی به برخی کشورها صادر می‌شده است که سوء مدیریت منابع آب کشور، باعث برهم‌خوردن تعادل این دریاچه شده است [۴۸]. دریاچه خور و بیابانک نیز از جاذبه‌های مهم نمک درمانی می‌باشد که دهکده توریستی آن دارای اتاقک‌های نمکی است (۳).

در خصوص تولید مواد پایه طبی از نمک دریایی کشور، تاکنون تنها کاربری تجاری که انجام شده تولید کیسه‌های نمک[9] گرم بوده است که به‌جای آب، نمک دریا در آنهاست و قابلیت گرم شدن دارند. این کیسه‌ها نه‌تنها دمای خود را دیرتر از دست می‌دهند بلکه بیماران از خواص نمک آن در تسکین فوری دردهای عضلانی و موضعی بهره می‌برند. از مشکلات مهم کشور در نمک درمانی، سودجویی افرادی تحت عنوان طب سنتی است که در خلاء پژوهش‌های لازم برای تولید نمک‌های طبی غیرخوراکی استاندارد هر نمکی را برای مصرف جلدی می‌فروشند. این مسیر غلط نمک درمانی، مقاومت وزارت بهداشت را در پی داشته و باعث شده علیرغم ظرفیت بالای کشور برای تولید انواع نمک‌های دریایی طبی غیرخوراکی و خوراکی-طبی تاکنون تولید و عرضه آن سامانی نیابد. از جمله در پاندمی کرونا تأثیر استنشاق غبار نمک در پیشگیری و کنترل بیماری در کانون‌های بسته نمکی (نظیر کوشک نمکی دریاچه آران و بیدگل) به خوبی تجربه شده است (بررسی شخصی نگارنده). این تأثیر در قرقره آب نمک نیز دیده شده است. از جمله محققان دانشگاه ادینبورگ[10] انگلستان در مطالعه‌ای بیماران مبتلا به کرونا با عفونت‌های شدید بینی و گلو را تحت برنامه قرقره مرتب آب نمک قرار دادند که بعد از ۱۲ روز کاهش علائم و بهبودی سریع ظاهر شد [۵۰].

نتیجه‌گیری

اگرچه تغییرات اقلیمی زیست‌بوم‌های فوق شور و افزایش غلظت نمک در آب‌های سطحی و زیرزمینی، آثار زیانباری بر طبیعت مناطق فوق شور وارد کرده، اما هنوز وجود مواد با ارزش آنها برای تولید انواع نمک خوراکی - طبی، مواد پایه دارویی و آرایشی بهداشتی، ثروت بزرگی برای کشور است که تاکنون به ارزش بالای آن توجه نشده است. در این مورد تلاش محققین برای معرفی محصولات فناورانه بالادستی از یک سو و توجه مسئولین و سرمایه‌گذاران به تأمین و ساخت تجهیزات لازم برای تولید این محصولات از سوی دیگر بسیار ضروری است تا ضمن رفع نیاز داخلی امکان حضور در بازارهای جهانی را پیدا کنیم. همچنین باید با توجه به زیستگاه‌های مهم شور کشور زمینه گردشگری سلامت نمک و نمک درمانی را توسعه بخشید. قطعاً با اندکی تلاش در سرمایه‌گذاری دانش بنیانی برای تولید انواع نمک‌های با ارزش دارویی و طبی، می‌توانیم صنعت نمک را از این حالت کساد به رونق داخلی و جهانی مطلوبی برسانیم که نقش دانشگاه‌ها در این زمینه بسیار مهم است.

تشکر و قدردانی:

صمیمانه از راهنمایی‌های استاد گرانقدر جناب آقای دکتر موسوی موحدی و زحمت ایشان در ویرایش مقاله و همچنین تلاش جناب

1 Psoriasis بیماری مزمن پوستی
2 Atopic dermatitis اگزمای پوست
3 Magnesium Sulfate (MgSo4)
4 Fibromyalgia سندرم درد اسکلتی-عضلانی
5 Lymphatism
6 Metritis عفونت رحم
7 Salpingitis التهاب و عفونت لوله‌های فالوپ
8 Gout از انواع بیماری‌های ورم مفاصل
9 Sea salt heat bag
10 University of Edinburgh

آقای مهندس عباس سعادتی مقدم برای همراهی در کاوشهای دریاچه آران و بیدگل و ثبت نمک حاوی منیزیوم سپاسگزاری می‌نماییم.

* مطالب درج شده در این مقاله در جایی به چاپ نرسیده است.

* شماره در کروشه منابع و مؤاخذ است و شماره در پرانتز وبگاه است.

وبگاه‌های بازدید شده

(1) https://www.who.int
(2) https://www.khabaronline.ir
(3) https://www.tahghighestan.ir/khour-salt-lake-iran/
(4) www.inio.ac.ir
(5) https://www.ilna.news
(6) http://iranwetland.blogfa.com
(7) https://www.isna.ir
(8) https://koyuncusalt.com

منابع و مؤاخذ

[1]. Mohan, S., Campbell, N. R. (2009). Salt and high blood pressure. Clinical Science, 117(1). PP.1-11.

[2]. He, F. J., Tan, M., Ma, Y., MacGregor, G. A. (2020). Salt reduction to prevent hypertension and cardiovascular disease: JACC state-of-the-art review. Journal of the American College of Cardiology, 75(6). PP.632-647.

[۳]. باباولیان حمید, لطیفی علی، موســـی زاده مقدم مهرداد (۱۳۹۳). بررســـی خواص فیزیکوشـــیمیایی و ارزیابی فعالیت ضـــد میکروبی لجن بیولوژیک جدا شـــده از دریاچه نمک آران و بیدگل بر روی چند عامل پاتوژن باکتریایی مقاوم به آنتی بیوتیک.مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان، دوره ۱۹، ص ۱۰۲-۹۳.

[4]. Cirillo, M., Capasso, G., Di Leo, V. A., De Santo, N. G. (1994). A history of salt. American Journal of Nephrology, 14(4-6). PP.426-431.

[5]. Safarpour, A., Amoozegar, M. A., Ventosa, A. (2018). Hypersaline environments of Iran: Prokaryotic biodiversity and their potentials in microbial biotechnology. In Extremophiles in Eurasian Ecosystems: Ecology, Diversity, and applications, Springer, Singapore, Vol 8. PP. 265-298.

[6]. Ma, Y., Galinski, E. A., Grant, W. D., Oren, A.,Ventosa, A. (2010). Halophiles Life in saline environments. Applied and Environmental Microbiology, 76(21). PP. 6971-6981.

[7]. DasSarma, S. P. Arora. (2001). A general review on Halophiles. In Halophiles Biodiversity and Sustainable Exploitation :Encyclopedia of Life Sciences. Nature publishing group , Botany Department Rajasthan University, Udaipur, India. Vol 6. PP. 1-453.

[8]. Oren, A. (2006). Biotechnological bio application avd potentials of halophilic microorganism, In Halophilic microorganisms and their environments. Kluwer Academic Publisher, NY, PP. 307-380.

[۹]. درویشی خاتونی جواد, لک راضیه, محمدی علی (۱۳۹۴). بررسی هیدروژئوشـــیمیایی آب دریاچه ارومیه . بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱. مجله علوم زمین، ۲۴(۹۵)، ص ۱-۲۰.

[10]. Jones, B. F., & Deocampo, D. M. (2003). Geochemistry of Saline Lakes. Treatise on Geochemistry, V(5). PP. 393-424.

[۱۱]. ستاری فقیهی لیلا, احمدی اسب چین سلمان, سیدعلی پور باقر, ریاضـــی غلامحســـین (۱۳۹۷). غربالگری و جداســـازی باکتری هالوفیل مارینوباکتر، جدایه ۱۴-S تولید کننده آنزیم خارج سلولی لیپاز از چشمه آب شور باداب سورت. نشریه زیست فناوری دانشگاه تربیت مدرس، ۹(۳)، ص ۴۴۱-۴۴۹.

[12]. Eimanifar, A., Mohebbi, F. (2007). Urmia Lake, Northwest Iran: a brief review. Saline Systems, 3(1). PP.1-8.

[13]. Aladin, N., Plotnikov, I. (2004). The Caspian Sea. Lake Basin Management Initiative, 17(1). PP. 115-126.

[14]. Ghalibaf, M. B., Moussavi, Z. (2014). Development and environment in Urmia Lake of Iran. European Journal of Sustainable Development, 3(3). PP. 218-219.

[15]. Kelts, K. and M. Shahrabi, (1986). Holocene sedimentology of hypersaline Lake Urmia, Northwestern Iran. Palaeogeography 54(1-4). PP. 105-130.

[۱۶]. نصری محمد رضا، باصری صالحی مجید، کردتبار مهران (۱۳۹۸). ویژگی متابولیت‌های ضد میکروبی تولید شده به وسیله اکتینومیست‌های نمک دوست جدا شده از دریاچه‌های آران بیدگل و مهارلو. مجله علمی پژوهشی ارمغان دانش. ۲۴(۳) ، ص ۳۸۷-۳۷۳.

[۱۷]. صدقی مهشید, صبا فرخنده، نوروزی مصطفی، آموزگار محمدعلی، شاهزاده فاضلی سیدابوالحسن (۱۳۹۵). جداسازی و شناسایی ریخت شناسی و مولکولی گونه‌های جلبک Dunaliella از دریاچه‌های شور حوض سلطان و آران و بیدگل. نشریه رستنی‌ها، ۱۷(۱)، ص ۷۷-۷۰

[18]. Bagheri, M. H., Bagheri, A., Sohooli, G. A. (2016). “Analysis of changes in the Bakhtegan lake water body under the influence of natural and human factors”, Iran-Water Resources Research, 12(3). PP.1-11.

[۱۹]. حسینی زینب، مظفری مرتضـــی، فیجانی الهام (۱۳۹۹). تأثیر تغییر کاربری زمین و گسترش کشاورزی بر روی خشک شدن دریاچه‌های بختگان و طشک. مجله پژوهش‌های زیرساخت‌های عمرانی, ۷(۱)، ص ۶۵-۵۳.

[20]. Wise, M., Abegg, M., Cook, E. (1996). The Dead Sea Scrolls. In Literary Sources for the History of Palestine and Syria, Biblical Archaeologist, San Francisco. PP. 141-154.

[21]. Didari, M., Bagheri, M., Amoozegar, M. A., Bouzari, S., Babavalian, H., Tebyanian, H., Ventosa, A. (2020). Diversity of halophilic and halotolerant

bacteria in the largest seasonal hypersaline lake (Aran-Bidgol-Iran). Journal of Environmental Health Science and Engineering. 18(2). PP. 961-971.

[۲۲].بلباولیان حمید، آموزگار محمدعلی، پوربلبایی احمدعلی (۱۳۸۸). شناسایی و تعیین خصوصیات باکتریهای نمک دوست تولید کننده آنزیمهای هیدرولتیک جدا شده از دریاچه نمک آران و بیدگل. مجله زیست شناسی ایران، ۲۲(۱)، ص ۴۵-۲۴.

[23]. Chadzopulu, A., Adraniotis, J.,Theodosopoulou, E. (2011). The therapeutic effects of mud. Prog Health Sci, 1(2). PP. 132-136.

[24]. Babavalian, H., Amoozegar, M. A., Pourbabaee, A. A., Moghaddam, M. M., Shakeri, F. (2013). Isolation and identification of moderately halophilic bacteria producing hydrolytic enzymes from the largest hypersaline playa in Iran. Microbiology, 82(4). PP. 466-474.

[۲۵]. امیدی سهیلا, نوری نژاد محسن (۱۳۹۶). اهمیت و جایگاه مرداب‌های نمکی، مجله ترویجی بوم شناسی منابع آبی، ۱(۱), ص۱۶-۱۱.

[26]. Hallett, D. (2002). The Wieliczka salt mine. Geology Today, 18(5). PP. 182-185.

[27]. Waltham, T. (2008). Salt terrains of Iran. Geology Today, 24(5). PP.188-194.

[28] . Mohabati, M., Rosta, H., Vaisi, R., Ahmadi, S. (2018). Strategies for the development of geotourism Case Study: Qeshm salt cave. Journal of Geography and Environmental Studies, 7(27). PP. 93-106.

[۲۹]. بی نام (۱۳۸۷)، نمک خوراکی ید دار، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران تجدید نظر سوم. کمیته ملی استاندارد خوراک و فرآورده‌های کشاورزی، ص ۱۹-۱

[30]. Delshad, H. (2008). History of the Iodine Deficiency in the World and Iran. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism, 9(4). PP.439-453.

[۳۱]. بی نام (۱۳۹۷)، نمک خوراکی بدون ید- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی ایران شماره ۲۶، کمیته ملی استاندارد خوراک و فرآورده‌های کشاورزی. ص ۱-۲۲.

[۳۲]. عزیزی فریدون. (۱۳۸۳). پیشگیری از کمبود ید درکشور برنامه ای مستمر و موفق ولی ناکافی. فصلنامه علمی پژوهشی دانشکده پزشکی شهید بهشتی، ۲۸(۳)، ص ۱۶۰-۱۵۹.

[33]. Smyth, P. P. (2021). Iodine, seaweed, and the thyroid. European Thyroid Journal, 10(2). PP. 101-108.

[34]. Zimmermann, MB. Jooste, PL. Pandav, CS. (2008). "Iodine-deficiency disorders." The Lancet, 372(9645). PP. 1251-1262.

[35]. Mannar, M. V., & Dunn, J. T (1995). Salt iodization for the elimination of iodine deficiency, International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, Unicef & WHO report, Netherlands, PP. 69-81.

[36]. Geertman, R. M. (2000). Sodium chloride: Crystallization, Environmental Science, PP. 4127-4134.

[37]. Sedivy, V.M. (2009). Processing of salt for chemical and human consumption. in 9th International Symposium on Salt. Beijing International Convention Centre, Beijing, China, Vol 2. PP. 1385-1402.

[38]. Bürgi, H. (2010). Iodine excess. Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism. International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCIDD), Verenaweg 26, CH-4500 Solothurn, Switzerland, 24(1). PP. 107-115.

[۳۹]. پژوهشهای نگارنده اول دکتر مهدی ضرابی. (۱۳۹۵)، مجوز تولید سازمان غذا و دارو.

[40]. Farkas, R. A., McAllister, C. T., Blachley, J. D. (1987). Effect of magnesium salt anions on potassium balance in normal and magnesium-depleted rats. The Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 110(4). PP. 412-417.

[41]. Jahnen-Dechent, W. and M. Ketteler. (2012). Magnesium basics. Clinical Kidney Journal. 5(Suppl_1), PP.3-14.

[42]. Desai, C. (2016). Meyler's side effects of drugs. The international encyclopedia of adverse drug reactions and interactions. Indian Journal of Pharmacology. 48(2). p. 224.

[43]. Additives, F. Codex General Standard for Contaminants and toxin in food and feed (Codex stan 193-1995) 1. Preamble 1.1 Scope.

[۴۴]. بی نام. ۱۳۹۵. مجوز نمک حاوی منیزیوم شرکت دانش بنیان دشت سبز آتیه (پارک علم و فناوری دانشگاه تهران)- سازمان غذا و دارو، شماره ۶۷۵/۹۴۵۹۸

[45]. Ul Hassan, A., Din, A. M. U., Sakhawat, A. (2017). Chemical characterisation of Himalayan rock salt. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research Series A: Physical Sciences, 60(2). PP.67-71.

[46]. Elbossaty, W. F. (2018). Pharmaceutical Influences of Epsom Salts. Short Communication, American Journal Pharmacology and Pharmacotherapeutist, 1(2). PP. 1-3.

[47]. Wormer, E.J. (2019). A taste for salt in the history of medicine. Science Tribune,1(2). PP. 1-9

[۴۸]. مشکینی سعید، مشکینی علی (۱۳۸۰). کاربردهای درمانی آب و لجن دریاچه ارومیه. مجله طب جنوب, (ویژه نامه کنگره سراسری طب و دریا)، ۴(۱). ص ۷۲-۷۲.

[49]. Ghaheri, M., Baghal-Vayjooee, M. H., Naziri, J. (1999). Lake Urmia, Iran: a summary review. International Journal of Salt Lake Research, 8(1). PP.19-22.

[50]. Ramalingam, S., Graham, C., Dove, J., Morrice, L., Sheikh, A. (2020). Hypertonic saline nasal irrigation and gargling should be considered as a treatment option for COVID-19. Journal of Global Health, 10(1). PP.71-89

مروری بر اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد در ایجاد بیماری‌های مختلف

علیرضا ربیع‌پور[۱]، علیرضا هدهدی[۱]، آریا باباخانی[۱،*]

چکیده

بدن انسان برای متابولیسم نرمال، انتقالات سیگنالی و نظم فعالیت‌های سلولی به اکسیدان‌ها (رادیکال‌های آزاد) و آنتی‌اکسیدان‌ها احتیاج دارد. رادیکال‌های آزاد می‌توانند برای بدن مفید یا مضر باشند. وجود تعادل بین رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌ها برای عملکرد فیزیولوژیک بدن لازم است. اما گاهی اوقات سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی در انسان قادر به ایجاد مقاومت در برابر رادیکال‌های آزاد نیست. در نهایت تعادل بین رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌های داخلی از بین می‌رود؛ این عدم تعادل، استرس اکسیداتیو نامیده می‌شود. هدف از این تحقیق، مروری بر رادیکال‌های آزاد و بیان نقش استرس اکسیداتیو در ایجاد بیماری‌های انسانی است. نتایج بیان می‌کند که استرس اکسیداتیو ناشی از عدم تعادل رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌ها، باعث بیماری‌های قلبی و عروقی، عصبی، سکته مغزی، بیماری‌های کبدی، تولیدمثلی، دیابتی، اوتیسم، سرطان و پیری و... می‌گردد. عوامل زیادی در ایجاد استرس اکسیداتیو نقش دارند که انسان با دور نگه داشتن خود از این عوامل می‌تواند نقش مهمی در کاهش اثرات رادیکال‌های آزاد ایفا کند.

واژگان کلیدی: رادیکال آزاد، آنتی‌اکسیدان، استرس اکسیداتیو، بیماری

---

* عهده‌دار مکاتبات: دانشیار . تلفن: ۰۹۱۱۳۳۴۸۰۱۹، نشانی الکترونیکی: babakhani@guilan.ac.ir

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

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.9.1

مقدمه

اکسیژن در بین همه عناصر منحصربه‌فرد است؛ چرا که هم برای زندگی حیاتی و ضروری است و هم به جهت دخالت در ضایعات اکسیداتیو برای سلول‌ها مضر می‌باشد. اکسیژن آزاد در حدود دو میلیارد سال قبل در اتمسفر زمین ظاهر شد و چنان‌که می‌دانیم همه حیوانات و گیاهان هوازی برای زنده ماندن و تولید انرژی نیاز به اکسیژن دارند [۱]. رادیکال‌های آزاد را می‌توان به‌عنوان گونه‌های شیمیایی واکنش‌پذیر با یک الکترون منفرد جفت‌نشده در مدار بیرونی تعریف کرد [۲]. به‌عبارتی دیگر، رادیکال آزاد شامل اتم‌ها، مولکول‌ها یا ساختار مولکولی یا یون-هایی با نیمه‌عمر کوتاه تعریف می‌شود، که یک یا چند الکترون جفت نشده در لایه بیرونی خود دارد و در حین شکل‌گیری می-تواند یک واکنش زنجیره‌ای ایجاد کند [۳-۴]. وضعیت الکترون منفرد در رادیکال‌های آزاد، منجر به ناپایداری آنها می‌شود، از این‌رو جهت رسیدن به ثبات، با سایر اتم‌ها و مولکول‌های پایدار نزدیک واکنش داده و با گرفتن الکترون از آنها سعی می‌کنند که حالت پایدار پیدا کنند. اکسیژن، نیتروژن و سولفور سه عنصر تشکیل دهنده رادیکال‌های آزاد هستند که به‌ترتیب گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)، ذرات فعال نیتروژن (RNS) و ذرات فعال سولفور (RSS) را تولید می‌کنند [۵-۶-۷]. اکثر رادیکال‌های آزاد که به سیستم‌های بیولوژیکی آسیب می‌رسانند، رادیکال‌های آزاد اکسیژن هستند و این رادیکال‌ها عموماً به‌عنوان گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) شناخته می‌شوند [۸-۹]. در سیستم بیولوژیکی، گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و گونه‌های نیتروژن فعال (RNS)، مانند رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروکسیل و اکسید نیتریک، می‌توانند به DNA آسیب رسانده و منجر به اکسیداسیون لیپیدها و پروتئین‌ها در سلول‌ها شوند [۱۰-۱۱]. بنابراین بیشتر رادیکال‌های آزاد به سلول آسیب می‌رسانند؛ اما رادیکال هیدروپروکسیل به‌عنوان یکی از فعال‌ترین رادیکال‌های آزاد می‌تواند در واکنش‌هایی شامل جذب هیدروژن و انتقال الکترون شرکت کند [۱۲]. هم‌چنین گونه‌های فعال اکسیژن شامل: رادیکال پروکسیل، رادیکال سوپراکسید، رادیکال هیدروپروکسیل، رادیکال هیدروکسیل، هیدروژن پراکسید، اکسیژن یگانه و هیپوکلوروس دارای واکنش‌پذیری بالاتری نسبت به اکسیژن مولکولی هستند [۱۳].

بنابراین رادیکال‌های آزاد مهمی که در فرآیند ایجاد بیماری نقش دارند، گونه‌های مشتق از اکسیژن مولکولی می‌باشند که شامل رادیکال‌های سوپراکسید (O_2^-)، هیدروکسیل (OH)، پراکسیل (RO_2)، الکوکسیل (RO^-) و هیدروپراکسیل (HO^-_2) می‌باشند. برخی مولکول‌ها مانند پراکسید هیدروژن (H_2O_2)، اسید هیپوکلرو ($HOCL^-$) و اکسیژن منفرد (O_2) با اینکه از لحاظ شیمیایی رادیکال آزاد نیستند ولی عملکرد آنها همانند رادیکال-های آزاد می‌باشد. در کل به رادیکال‌های آزاد مشتق از اکسیژن و همچنین ترکیبات غیررادیکالی مشتق از آن اصطلاحاً گونه‌های فعال اکسیژن گفته می‌شود. مهم‌ترین گونه‌های فعال نیتروژن شامل رادیکال نیتریک اکساید (NO^-) و پراکسی نیتریت ($ONOO^-$) می‌باشند [۱۴]. در شرایط فیزیولوژیک، تولید مداوم اکسیژن فعال (ROS) به‌ویژه در میتوکندری، میکروزم‌ها، غشای هسته و فاگوسیت‌ها به‌ثبت رسیده است. میزان تولید رادیکال آزاد توسط تعادل بسیاری از عوامل تعیین می‌شود و ROS هم به‌صورت درون‌زا و هم به‌صورت برون‌زا تولید می‌شود. مشخص شده است که ROS می‌تواند در سیستم‌های بیولوژیکی بسته به محیط، هم مضر و هم مفید باشد [۱۵-۱۶]. اثرات مفید ROS شامل نقش‌های فیزیولوژیکی در پاسخ‌های سلولی به نوکسی مانند دفاع در برابر عوامل عفونی و در عملکرد تعدادی از سیستم‌های سیگنال‌دهی سلولی است یا به‌عبارتی رادیکال‌های آزاد در غلظت‌های فیزیولوژیک برای عملکرد طبیعی سلول ضروری بوده و افزایش کم تا متوسط آنها در تنظیم مسیرهای پیام‌رسان نقش مهمی دارد [۱۷]. رادیکال‌های آزاد در غلظت‌های بالا توانایی آسیب رساندن به بسیاری از مولکول‌های حیاتی مانند اسید نوکلئیک‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و غشاها را دارا می‌باشند و باعث ایجاد نقص در ساختار و عملکرد این مولکول‌ها می‌گردند [۱۸]. این آسیب اغلب به‌عنوان استرس اکسیداتیو نامیده می‌شود [۱۹]. به‌بیانی دیگر، در شرایط طبیعی، اغلب بین تولید رادیکال-های آزاد از یک‌سو و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی از سوی دیگر، حالت تعادل وجود دارد که در صورت تولید بیش‌ازحد رادیکال-های آزاد و یا ضعف سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، تعادل فوق مختل و حالت استرس اکسیداتیو ایجاد می‌شود. اثرات مضر ROS با عملکرد آنتی‌اکسیدان‌ها متعادل می‌شود که برخی از آنها آنزیم‌های موجود در بدن هستند [۲۰]. سیستم دفاع آنتی-اکسیدانی شامل عوامل آنزیمی نظیر سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز

و گلوتاتیون‌پراکسیداز می‌باشد که به‌ترتیب رادیکال‌های سوپر-اکسید، هیدروژن پراکسید و پراکسیدهای آلی را درون سلول‌ها خنثی می‌نمایند. همچنین در این سیستم عوامل غیرآنزیمی شامل ویتامین E، کاروتنوئیدها، ویتامین C، پلی‌فنل‌ها، اسیداوریک، بیلی‌روبین و .. به‌عنوان آنتی‌اکسیدان در خنثی‌سازی بسیاری از رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن دخالت دارند [۲۲-۲۱]. به‌طور دقیق‌تر، استرس اکسایشی در یک سیستم بیولوژیکی ، به‌دلیل وجود عوامل واکنش‌پذیر با اکسیژن، ایجاد می‌شود. این عوامل به‌طور طبیعی از متابولیسم‌های سلولی ایجاد می‌شوند یا می‌توانند ناشی از عوامل محیطی باشند [۲۳]. فاکتورهای بسیاری از قبیل متابولیسم طبیعی هوازی، وجود سندرم روده تحریک-پذیر، سم‌زدایی مواد سمی در کبد، مواجهه با آلرژن‌ها، مصرف سیگار، الکل، مواد مخدر و تنباکو، تماس با سموم محیطی و حلال‌های صنعتی، تماس با آفتکش‌ها و حشره‌کش‌ها، قرار گرفتن در معرض اشعه‌ها و تابش‌ها، آلودگی و آلاینده‌های زیست‌محیطی، استرس زیاد و تنش‌های عاطفی، ورزش و فعالیت بدنی نامنظم و یا بیش‌ازحد، مصرف فست‌فودها و مواد غذایی فرآوری‌شده، مصرف داروهای خاص مثل آنتی‌بیوتیک‌ها و... سبب تولید رادیکال‌های آزاد (ROS و RNS) بیش‌ازحد شده [۲۴] و تعادل بین اکسیداسیون و آنتی‌اکسیداسیون مختل و باعث ایجاد برخی بیماری‌های مزمن و نرو دژنراتیو همچون سرطان، بیماری‌های قلبی و عروقی همانند آترواسکلروز و سکته، اختلالات عصبی، اختلالات کلیوی، اختلالات کبدی، فشار خون، آرتریت روماتوئید، سندرم دیسترس تنفسی بزرگسالان، بیماری خود ایمنی، التهاب، اختلالات دژنراتیو مرتبط با افزایش سن، دیابت، آب مروارید، چاقی، اوتیسم، آلزایمر، پارکینسون و بیماری هانتینگتون، زخم معده و... می‌گردد [-۲۵-۲۶-۲۷-۲۸ ۱۱].

بنابراین بسیاری از بیماری‌ها با استرس اکسایشی (اکسیداتیو) همراه هستند و آسیب‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی ناشی از استرس اکسیداتیو به‌وجود آمده از رادیکال‌های آزاد را می‌توان با آنتی‌اکسیدان‌ها خنثی کرد. هر ماده‌ای که آسیب اکسیداتیو را برای یک مولکول هدف به تأخیر انداخته، ممانعت یا رفع کند آنتی‌اکسیدان نامیده می‌شود [۷]. آنتی‌اکسیدان‌ها مستقیماً تولید ذرات فعال را مهار کرده یا به طور غیرمستقیم اثر محافظتی سایر آنتی‌اکسیدان‌ها را تقویت می‌کنند [۲۹]. آن‌ها، ترکیباتی هستند که می‌توانند از تولید پرواکسیدانت‌ها و رادیکال‌ها جلوگیری کرده و رادیکال‌های آزاد را خنثی و در نتیجه از ایجاد بیماری‌ها جلوگیری کنند [۳۰]. در حضور این ترکیبات اکسید شدن یک ماده به تأخیر افتاده یا از آن جلوگیری می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن را از روش‌های مختلف مانند اتصال به فلزات یا روش آنزیمی مهار یا جلوگیری می‌کنند [۷]. مطالعات اپیدمیولوژیک نیز نشان داده است، افرادی که دارای رژیم غذایی حاوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هستند، کم‌تر در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی و سرطان‌ها هستند [۳۱-۳۲].

آنتی‌اکسیدان‌ها مسئول مکانیسم‌های دفاعی ارگانیسم در برابر آسیب‌شناسی‌های مرتبط با حمله رادیکال‌های آزاد هستند. بنابراین، مصرف آنتی‌اکسیدان‌های مشتق از گیاه در پیشگیری از بیماری‌های دژنراتیو ناشی از استرس اکسیداتیو مانند سرطان، پارکینسون، آلزایمر یا تصلب شرایین نقش دارد [-۳۴-۳۵-۳۶ ۳۳]. آنتی‌اکسیدان‌های مختلف به‌دلیل ساختار مولکولی متفاوت، اثر آنتی‌اکسیدانی متفاوتی را در سیستم‌های غذایی مختلف نشان می‌دهند. آنتی‌اکسیدان‌ها نباید هیچ‌گونه رنگ و بوی بدی ایجاد کنند. باید بتوانند به‌راحتی با مواد غذایی یا سیستم‌های غذایی ترکیب شوند و همچنین در pH سیستم‌های غذایی و در طول پردازش مواد غذایی پایدار باشد [۳۷]. آنتی‌اکسیدان‌ها ROS را به H_2O و از افزایش تولید ROS جلوگیری می‌کنند، اما هنگامی که فرآیندهای پراکسیدان به اندازه کافی توسط مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدان متعادل نشود، ROS به طور کامل دفع نشده و مقدار آن در سلول زیاد می‌شود. این فرایند زمانی رخ می‌دهد که میزان آنتی‌اکسیدان کم بوده و یا این که سرعت تولید ROS بر دفاع آنزیمی پیشی بگیرد. در این حالت، بسیاری از ماکرومولکول‌ها دچار آسیب شده و فرایند پراکسیداسیون لیپیدها، اکسیداسیون پروتئین‌ها، غیرفعال‌شدن آنزیم‌ها و اختلال در عملکرد غشاهای مختلف رخ می‌دهد [۳۸].

بیماری‌های ناشی از استرس اکسیداتیو

پیری

پیری یا سالمندی به‌عنوان آخرین دوره زندگی انسان، همواره مورد توجه متفکران علوم زیستی و پزشکی قرار داشته است. این

دوره از زندگی که معمولاً با بالا رفتن سن برای افراد مطرح می‌شود، مسائل بسیاری را با خود همراه دارد. تعاریف متعددی برای سالمندی وجود دارد؛ اما یکی از تعاریف جامع آن عبارت است از این‌که سالمندی به تغییرات بدتر شونده‌ای پس از بلوغ گفته می‌شود که آسیب‌پذیری فرد را در برخورد با چالش‌ها افزایش می‌دهد و منجر به افت توانایی بقای ارگانیسم می‌شود؛ همچنین پیری را می‌توان به‌عنوان کاهش تدریجی کارایی فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی پس از مرحله بلوغ زندگی تعریف کرد. سهم فرآیند پیری در تغییراتی که با افزایش سن اتفاق می‌افتد، در اوایل زندگی ناچیز است، اما به‌دلیل ماهیت تصاعدی پیری، به‌سرعت با افزایش سن افزایش می‌یابد [۳۹]. نظریه‌های زیادی برای توضیح پدیده پیری ارائه شده است که همه آنها نقاط قوت و ضعف خود را دارند. در میان نظریه‌های ارائه شده، نظریه رادیکال‌های آزاد، مقبولیت جهانی پیدا کرده است و با این واقعیت که تولید رادیکال‌های آزاد و آسیب آنها با افزایش سن افزایش می‌یابد اثبات می‌شود. این نظریه فرض می‌کند که رادیکال‌های آزاد در بدن باعث آسیب اکسیداتیو به اجزای سلولی می‌شوند، فرآیندی که منجر به تغییر عملکرد سلولی، به خطر افتادن عملکرد بافت و اندام و در نهایت مرگ می‌شود [۴۰]. بدن اکسیژن مولکولی را می‌گیرد و از آن برای تولید انرژی از طریق فسفوریلاسیون اکسیداتیو در میتوکندری استفاده می‌کند؛ این فرآیند و سایر واکنش‌های متابولیکی، رادیکال‌های آزاد تولید می‌کنند که استرس اکسیداتیو را بر پروتئین‌ها، DNA و لیپیدها تحمیل می‌کنند. عمدتاً شواهدی که در حمایت از نظریه رادیکال‌های آزاد و پیری در مدل‌های حیوانی و تجربی به‌دست آمده است. نشان داده‌اند که محدودیت دریافت کالری در جوندگان باعث افزایش طول‌عمر، افزایش دفاع رادیکال‌های آزاد و کاهش آسیب اکسیداتیو می‌شود. بافت‌های گونه‌هایی که عمر طولانی‌تری دارند نیز نسبت به بافت گونه‌هایی که طول‌عمر کوتاه‌تری دارند، کم‌تر در معرض آسیب اکسیداتیو قرار می‌گیرند؛ این موضوع با این واقعیت پشتیبانی می‌شود که شرایطی که تولید رادیکال‌های آزاد را افزایش می‌دهند، مانند نرخ متابولیسم بالا، با طول‌عمر کوتاه‌تر رابطه مستقیم هستند [۴۱]. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که استرس اکسیداتیو با واسطه رادیکال‌های آزاد با افزایش سن افزایش می‌یابد و بنابراین ممکن است بر سیستم‌های ترمیم طبیعی در افراد مسن غلبه کند و عامل اصلی بیماری‌های مرتبط با پیری باشد [۴۲-۴۳].

بیماری قلبی و عروقی

ایجاد آترواسکلروز بستگی به تعادل بین مکانیسم‌های دفاعی ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی دارد [۴۴]. ازدیاد عروقی و التهاب ارتباط نزدیکی با هم دارند، به‌طوری‌که ازدیاد بیش از حد سلول-های عروقی نقش مهمی در آسیب‌شناسی بیماری انسداد عروق ایفا می‌کند. بیان می‌شود که که رادیکال‌های آزاد در این فرآیند نقشی غیرعادی دارند [۴۵]، به‌گونه‌ای که ROS منجر به اکسیداسیون لیپوپروتئین با چگالی کم (OxLDL) می‌شود و این در پلاک‌ها تجمع می‌یابد و به حالت التهابی تصلب شرایین کمک می‌کند که نقش کلیدی در پاتوژنز آن دارد [۴۶]. رادیکال‌های آزاد همچنین در نارسایی احتقانی قلب (CHF) دخیل هستند، که بروز سالانه آن یک تا پنج در هر هزار فرد است و بروز نسبی برای هر دهه زندگی پس از ۴۵ سالگی دو برابر می‌شود.

سکته

در کشورهای غربی سکته مغزی عامل اصلی ناتوانی و مرگ‌ومیر در میان جمعیت سال‌خورده است. سکته مغزی ایسکمیک (انسدادی) حدود ۷۵ درصد از موارد را تشکیل می‌دهد در حالی‌که سکته مغزی هموراژیک تقریباً ۱۵ درصد از سکته‌های مغزی را به خود اختصاص می‌دهد [۴۷]. شواهدی وجود دارد که سکته مغزی با رادیکال‌های آزاد ناشی از منابعی مانند گزانتین اکسیداز، سیکلواکسیژناز، سلول‌های التهابی و میتوکندری مرتبط است و این‌ها به‌طور بالقوه می‌توانند باعث مرگ نورون‌ها شوند [۴۸-۴۹]. زنجیره انتقال الکترون میتوکندری در طول ایسکمی و خون‌رسانی مجدد تغییر می‌کند و همچنین منبع احتمالی رادیکال‌های آزاد است [۵۰]. تجمع سلول‌های التهابی ناشی از خون مانند نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها/ماکروفاژها، که می‌تواند در جریان خون‌رسانی مجدد رخ دهد، همچنین می‌تواند باعث افزایش استرس اکسیداتیو شود. افزایش سطح آسیب اکسیداتیو به DNA و شواهدی برای پراکسیداسیون لیپیدی نیز در بیماران سکته مغزی ایسکمیک نشان داده شده است [۴۷]. علاوه‌بر این، افزایش سطوح ROS (به دلایل مختلفی از جمله: مغز مقدار قابل‌توجهی از اکسیژن و گلوکز بدن را مصرف می‌کند، سیستم

دفاعی آنتی‌اکسیدانی (فعالیت کاتالاز پایین) نسبتاً ضعیفی دارد، غنی شده از مواد مغذی و اسیدهای چرب قابل پراکسیده شدن است) می‌تواند مغز را مستعدتر در برابر استرس اکسیداتیو کند [۵۱].

بیماری‌های عصبی

بیماری‌های تخریب‌کننده عصبی بر سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارند و با از دست دادن جمعیت‌های خاص نورونی و اغلب درون عصبی و همچنین تجمع خارج سلولی مواد فیبریل مشخص می‌شوند. کاهش در عملکرد حرکتی و کاهش حافظه دو پارامتر رفتاری اصلی هستند که در پیری هم در انسان و هم در حیوانات تغییر می‌کنند. بیماری‌های دژنراتیو اولیه مغز و بیماری‌های مرتبط با اختلالات عروق مغزی علت اصلی ناتوانی در سنین بالا هستند و می‌توانند باعث از دست دادن استقلال وابستگی و هزینه‌های اجتماعی بالا برای افراد و جامعه شوند. شواهد رو به رشدی وجود دارد که رادیکال‌های آزاد در شروع آسیب سلولی مشاهده شده در بیماری‌های عصبی دخیل هستند [۵۲] که در بخش زیر آورده شده است:

- **بیماری آلزایمر**

بیماری آلزایمر (AD)[۱]، شایع‌ترین اختلال عصبی است که با از دست دادن نورون‌ها و سیناپس‌ها، منجر به اختلال شناختی و از دست دادن تدریجی حافظه، مهارت‌های زبانی و استدلال شده و در نهایت زوال عقل و مرگ را در پی دارد [۵۳]. شروع آلزایمر تدریجی است و علائم بالینی آن بین ۶۰ تا ۷۰ سالگی ظاهر می‌شود و با از دست دادن سیناپس‌ها و سلول‌های عصبی مشخص می‌شود. این بیماری با افزایش سن مرتبط است [۵۴]. پروتئین‌های پیش‌ساز آلزایمر در خارج از سلول توسط آنزیم‌های بتا و گاما سکرتاز تحت پردازش و برش قرار گرفته و باعث به وجود آمدن ساختاری به نام پلاک‌های بتا آمیلوئیدی می‌شود. این پلاک‌ها موجب هیپرفسفریلاسیون پروتئینی به نام تائو[۲] می‌شوند. این پروتئین در داخل نورون‌ها در سازماندهی میکروتوبول‌ها و شکل‌دهی سلول نقش دارد. با فسفریله شدن، این پروتئین از میکروتوبول‌ها جدا شده و درون سلول تجمع می‌یابد. تجمع این پروتئین‌ها به‌همراه پلاک‌های بتا آمیلوئیدی یکی از عوامل ایجاد آلزایمر است. مطالعات نشان داده‌اند که پلاک‌های بتا آمیلوئیدی باعث القای استرس اکسیداتیو می‌شود [۵۵]. بدین‌صورت که تجمع پلاک‌های بتا آمیلوئیدی می‌تواند باعث اکسیداسیون زنجیره‌های جانبی کربوهیدرات لیپیدهای غشایی شده، که این امر تجزیه ساختار طبیعی غشای سلولی را در پی داشته و در نهایت باعث تخریب و لیز سلولی می‌شود [۵۶].

- **بیماری هانتینگتون**

هانتینگتون (HD)[۳] یک بیماری نادر نورودژنراتیو است که به‌صورت ارثی و اتوزومال[۴] غالب بوده و باعث حرکات غیرقابل کنترل و اختلالات شناختی، روانی، بی‌قراری و همچنین تحریک‌پذیری و افسردگی می‌شود [۵۷]. شواهد بیشتری مبنی بر دخالت رادیکال‌های آزاد در ایجاد این بیماری وجود دارد، زیرا سطوح افزایش‌یافته F2-isoprostanes[۵] در مایع مغزی–نخاعی بیماران هانتینگتون در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شده است [۵۸]. أخیراً آسیب‌های القا شده به‌دلیل استرس اکسیداتیو در این بیماران بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، افزایش تکرارهای سه نوکلئوتیدی CAG در ژن کدکننده پروتئین هانتینگین باعث تغییر شکل فضایی پروتئین شده و نهایتاً در سیتوپلاسم و هسته تجمع می‌یابد [۵۹]. این پروتئین جهش‌یافته با اتصال به غشای خارجی میتوکندری موجب اختلال در کمپلکس‌های I و II شده، بدین‌ترتیب با تولید رادیکال‌های آزاد، سبب مختل نمودن تولید ATP می‌شود. همچنین این ژن جهش‌یافته در استقرار میتوکندری درون آکسون نیز نقش ایفا کرده و باعث اختلال در قرارگیری میتوکندری‌ها می‌شود [۶۰].

- **بیماری پارکینسون**

پارکینسون (PD) یک اختلال حرکتی پیش‌رونده عصبی است و شایع‌ترین شکل انحطاط سیستم حرکتی می‌باشد که تقریباً ۱

[1] Alzheimer's disease
[2] Tau
[3] Huntington's disease
[۴] اگر آلل‌های یک صفت روی کروموزوم‌های اتوزوم باشند آن صفت وراثت اتوزومال دارد (یعنی به نسبت مساوی احتمال دارد به فرزندان صرف نظر از جنسیت به ارث برسد) وگرنه انتقال آن تابع جنسیت خواهد بود.
[5] F2-isoprostanes as markers of oxidative stress in vivo

درصد از جمعیت بالای ۶۵ سال را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۶۱]. علائم بالینی شامل آهسته شدن حرکات، سفتی، بی‌ثباتی وضعیتی و لرزش در حالت استراحت است. شواهد تجربی حاکی از دخالت رادیکال‌های آزاد در ایجاد پارکینسون می‌باشد. همچنین مشخص شده است که این بیماری با افزایش آسیب اکسیداتیو در DNA، پروتئین‌ها و لیپیدها مرتبط است [۶۲-۶۳]. بنابراین، عواملی مانند استرس اکسیداتیو، تخریب DNA، کاهش گلوتاتیون و افزایش پراکسیداسیون لیپیدی در ایجاد این بیماری نقش دارند. استرس اکسیداتیو علاوه‌بر تخریب نورون‌های دوپامینرژیک، در عملکرد فسفریلاسیون اکسیداتیو اختلال ایجاد کرده و باعث کاهش انرژی و مرگ سلول می‌شود [۶۴-۶۵]. یکی از عوامل ژنتیکی مؤثر در ایجاد این بیماری جهش در ژن PARK2 است که پروتئین پارکین را رمزگذاری می‌کند. این پروتئین یکی از اجزا کمپلکس یوبی کوئیتینE3 لیگاز است که در مسیر پروتئازوم نقش دارد. بسیاری بر این باورند که تغییرات در این ژن باعث استرس اکسیداتیو می‌شود. همچنین کمبود این پروتئین به‌دلیل استرس اکسیداتیو، موجب آسیب به میتوکندری و در نهایت تحلیل عصبی می‌شود [۶۰-۶۶].

اوتیسم

اوتیسم یک اختلال رشد است که در سه سال اول زندگی ظاهر می‌شود. این بیماری با تأثیر بر روی مغز کودک، رفتارهای اجتماعی و مهارت ارتباط برقرارکردن را مختل می‌کند. فاکتورهای محیطی و ژنتیکی نقش مهمی در بروز این بیماری دارند و در این میان، استرس اکسیداتیو به‌عنوان یک واسط بین دو عامل محیط و ژنتیک بسیار مهم است [۶۷]. با توجه به اینکه مغز کودکان در مقایسه با بزرگسالان دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدان کم‌تری است، بیش‌تر در معرض استرس اکسیداتیو قرار می‌گیرند. به‌طور کلی مغز به‌دلیل نیاز به مقادیر بالای لیپید، آهن و انرژی و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کم‌تر برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، در برابر استرس اکسیداتیو آسیب‌پذیرتر است [۶۸-۶۹]. ازجمله دلایل ایجاد استرس اکسیداتیو در بیماران اوتیسمی می‌توان به افزایش میزان ۸-هیدروکسی گوانوزین در سطح DNA [۷۰]، افزایش ۳-نیترو تیروزین در سطح پروتئین‌ها و در نتیجه از دست دادن عملکرد پروتئین و تجمع و تجزیه آنها [۷۱]، کاهش سطح ترانسفرین و سرولوپلاسمین و در نتیجه متابولیسم غیرطبیعی آهن و مس، اشاره کرد [۷۲].

روماتیسم مفصلی

استرس اکسیداتیو و آسیب آنتی‌اکسیدانی نقش مهمی در ایجاد روماتیسم مفصلی[6] ایفا می‌کنند و ممکن است موجب تخریب بافت پیوندی شوند. در این بیماری تولید بیش‌ازحد ROS می‌تواند باعث آسیب به پروتئین، اسید نوکلئیک و ترکیبات ماتریکس سلول شود. افزایش مالون دی آلدئید[7] و کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در این بیماری مشاهده می‌شود. مولکول‌های ROS پاسخ‌های التهابی را تشدید می‌کنند. التهاب مزمن در این بیماری در ارتباط با کاهش عوامل سولفیدریل ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است و التهاب مزمن منجر به تخریب غضروف و استخوان (از جمله تجزیه کلاژن و پروتئوگلیکان‌ها) می‌شود. همچنین سنتز اکسیدان‌های مخرب از ترشحات نوتروفیل‌ها می‌تواند ترکیباتی مثل سوپر اکسید، پر اکسید هیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسیل را تولید کند که اغلب مسئول تخریب مفصل هستند [۷۳-۷۴].

سرطان

سرطان فرآیندی پیچیده و چند مرحله‌ای است که در آن سلول‌های سالم در نتیجه یک سری جهش و تغییر در الگوهای بیان ژن به سلول‌های غیرطبیعی تبدیل می‌شوند. عوامل مستعد بدخیمی عبارتند از صفات ارثی، عوامل محیطی، رژیم غذایی، و خطر ابتلا به سرطان که با افزایش سن افزایش می‌یابد. توسعه سرطان را می‌توان با سه مرحله توصیف کرد: شروع، ارتقاء و پیشرفت؛ ROS می‌تواند در تمام این مراحل، تاثیرگذار باشد [۷۵]. همچنین به‌خوبی ثابت شده است که رادیکال‌های آزاد با تمام اجزای DNA واکنش می‌دهند که باعث جهش در ژن‌های حیاتی شده و در نهایت ممکن است منجر به سرطان شود [۷۶-۷۷]. تغییر دائمی اجزای ژنتیکی ناشی از رادیکال‌های آزاد، اولین مرحله درگیر در جهش‌زایی، سرطان‌زایی و پیری است. با این حال، سطح بالای استرس اکسیداتیو می‌تواند تقسیم سلولی را

6. Rheumatoid Arthritis RA
7. Malondialdehyde

تحریک کرده و در نتیجه رشد تومور را تقویت کند [۷۸]. شواهد متعدد حاکی از آن است که سلول‌های سرطانی در مقایسه با سلول‌های نرمال ROS بیشتری تولید می‌کنند و در معرض استرس اکسیداتیو قرار دارند [۷۹]. از جمله این شواهد می‌توان به افزایش محصولات حاصل از واکنش‌های با واسطه ROS و ردیابی آنها در خون و ادرار و افزایش بیان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در پاسخ به استرس اکسیداتیو اشاره کرد [۸۰]. در سلول‌های سرطانی افزایش میزان ROS نتیجه افزایش فعالیت متابولیک، نقض عملکرد میتوکندری، فعالیت پراکسیزوم‌ها، افزایش سیگنالینگ‌های با واسطه رسپتور، فعال‌شدن انکوژن‌ها، افزایش فعالیت اکسیدازها، سیکلواکسیژنازها، لیپواکسیژنازها و تیمیدین فسفریلاز می‌باشد [۸۱]. در سلول‌های سرطانی، سطح پایین تا متوسط ROS برای نمو و تمایز و بقای سلولی ضروری است و در سطوح بالا منجر به مرگ سلولی می‌شود. ترکیبات ROS به دلیل تعامل و واکنش رادیکال‌های آزاد با DNA می‌توانند باعث فعال شدن مراحل آغازی، پیشبرد و پیشرفت مواد سرطان‌زا شوند. این ترکیبات با اثر تخریب و آسیب که بر روی اجزا DNA مانند بازها و قندهای دئوکسی ریبوز دارند، باعث جهش در ژن‌ها شده و ایجاد سرطان می‌کنند [۷۵–۷۷]. نتیجهٔ این جهش‌ها، تبدیل پروتوانکوژن به انکوژن‌ها و تغییر بیان آنها است که منجر به افزایش تکثیر سلولی و در نهایت تبدیل یک سلول عادی به یک سلول تکثیرشونده بدخیم می‌شود. رادیکال‌های آزاد با اثر بر القای رونویسی، القای مسیرهای انتقال پیام، ایجاد خطا در همانندسازی و عدم ثبات ژنتیکی در ایجاد سرطان نقش دارند [۸۲–۸۳].

دیابت

شواهد زیادی مبنی بر نقش رادیکال‌های آزاد در ایجاد مقاومت به انسولین، اختلال عملکرد سلول‌های بتا، اختلال تحمل گلوکز و دیابت نوع ۲ وجود دارد [۸۴–۸۵]. عوامل مختلفی در تولید و افزایش رادیکال‌های آزاد در بیماران دیابتی شناخته شده‌اند و یکی از مهم‌ترین این عوامل، هایپرگلیسمی است که از چندین مسیر باعث افزایش اکسیداسیون گلوکز شده و منجر به تولید رادیکال‌های آزاد بیشتر می‌شود. هایپرگلیسمی می‌تواند استرس اکسیداتیو را از طریق مکانیسم‌های مختلفی از جمله اکسیداسیون خودکار گلوکز، تشکیل محصولات نهایی گلیکاسیون پیشرفته (AGE) و فعال شدن مسیر پلیول، القا کند؛ که با افزایش سن افزایش می‌یابد. سایر عوامل گردش خون که در افراد دیابتی افزایش می‌یابد مانند اسیدهای چرب آزاد و لپتین نیز به افزایش ROS کمک می‌کنند [۸۴]. افزایش قابل‌توجهی در میزان گلیکاسیون پروتئین (AGE) با افزایش سن به‌وجود می‌آید که در بیماران دیابتی نیز افزایش می‌یابد [۸۶–۸۷]. سطوح برخی پروکسیدان‌ها مثل فریتین و هموسیستئین در دیابت افزایش می‌یابد. ارتباط مشخصی بین سطوح هموسیتئین و لیپید پراسیداسیون در بیماران دیابتی وجود دارد و احتمالاً هموسیستئین از طریق سیستم‌های مرتبط با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن، در ایجاد آسیب عروقی در دیابت مؤثر است [۸۸]. از عوارض مهم دیابت، عوارض میکروواسکولر دیابت همچون نفروپاتی دیابتی و نوروپاتی دیابتی هستند. رتینوپاتی و اختلالات نعوظ نیز از دیگر عوارض دیابت می‌باشند که ارتباط آنها نیز با استرس‌های اکسیداتیو مورد مطالعه قرار گرفته است [۸۹–۹۰].

بیماری‌های کبدی

کبد یک ارگان مهم و مسئول متابولیسم، سنتز، ذخیره و توزیع دوباره مواد مغذی مثل کربوهیدات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها و ویتامین‌ها می‌باشد؛ از طرفی یک جایگاه مهم برای رادیکال‌های آزاد است. هپاتوسیت‌ها (سلول‌های کبدی) دارای میتوکندری فراوان هستند، لذا مقدار بیشتری ROS تولید می‌کنند. علاوه‌بر آن شبکه آندوپلاسمیک و پراکسی‌زوم‌ها ظرفیت بالایی برای تولید ROS در سلول‌های کبدی دارند. آنزیم نیتریک اکساید سنتاز (NOS) موجود در کبد باعث سنتز نیتریک اکساید می‌شود که این مسئله منجر به التهاب کبد و نهایتاً نکروز آن می‌گردد. ترکیب نیتریک اکساید و یون‌های رادیکال پراکسی نیتریت باعث مهار عملکرد کینازها، پمپ سدیم- پتاسیم و آسیب سلول‌ها می‌شود. فعالیت SOD، GPX در سیروز کبدی مزمن و هپاتیت به‌طور معنی‌داری پایین است و مقادیر سرمی MDA، میلوپراکسیداز و پارکسوناز در افراد مبتلا بالا می‌باشد؛ بنابراین این مولکول‌ها می‌توانند به‌عنوان یک نشانگر مفید در بیماران مبتلا به هپاتیت یا بیماری‌های کبدی می‌باشند [۹۱–۹۲].

بیماری دستگاه تولیدمثل

رادیکال‌های آزاد، یون‌های اکسیژن و پراکسیدها با دو مکانیسم باعث ناباروری می‌شوند: اول ROS باعث آسیب غشای اسپرم گردیده و در نتیجه حرکت و توانایی آمیختن با اووسیت را از بین می‌برد. دوم ROS به‌طور مستقیم به DNA اسپرم آسیب می‌زند. لیپیدها بیشترین ماکرومولکول‌های موجود در غشای پلاسمایی اسپرم هستند که به شکل PUFA می‌باشند. حملات ROS به PUFA منجر به واکنش‌های شیمیایی آبشاری به نام لیپید پراکسیداسیون می‌شود که یکی از این محصولات MDA (مالون دی‌آلدئید) است و بیانگر شدت آسیب پر اکسیداتیو در اسپرماتوزوئید می‌باشد. ROS غشای داخلی و خارجی میتوکندری را تخریب کرده و منجر به آزاد شدن سیتوکروم C از میتوکندری شده که باعث فعال شدن کاسپاز و القا آپوپتوز می‌گردد. مطالعات در مردان نابارور غلظت بالای سیتوکروم C را در مایع منی نشان می‌دهد که حاکی از آسیب میتوکندری به‌وسیله ROS می‌باشد [۹۳]. در مردان، افزایش سطح رادیکال‌های آزاد متعاقب واریسکول، پیچش بیضه، عفونت دستگاه ادراری تناسلی، لکوسیت و اسپرمی، الیگوزواسپرمی، تترازواسپرمی و کاهش سطح آنتی‌اکسیدان رخ می‌دهد [۹۴]. در زنان از آن‌جایی که تخمدان‌ها از نظر متابولیکی فعال هستند، از این رو دائما تحت تاثیر انواع استرس‌ها قرار دارند [۹۵]. استرس اکسیداتیو بر روی عملکردهای مختلف تخمدان از جمله بلوغ تخمک، تخمک‌گذاری و عملکرد لوتئال تأثیر می‌گذارد [۹۶]. همچنین در زنان سطح بالای رادیکال‌های آزاد با ایجاد اختلالات پاتولوژیکی مانند سندروم تخمدان پلی‌کیستیک، آندومتریوز، ناباروری با عامل ناشناخته، پره‌اکلامپسی و سقط مکرر منجر به ناباروری می‌گردند [۹۷].

نتیجه‌گیری

رادیکال‌های آزاد، گونه‌های شیمیایی واکنش‌پذیر با یک الکترون منفرد جفت نشده در مدار بیرونی هستند که اثرات مخرب آنها بیشتر از اثرات مفیدشان است. فاکتورهای بسیاری از قبیل مصرف سیگار، الکل، مواد مخدر و تنباکو، تماس با سموم محیطی و حلال‌های صنعتی، تماس با آفتکش‌ها و حشره‌کش‌ها، قرار گرفتن در معرض اشعه‌ها و تابش‌ها، آلودگی و آلاینده‌های زیست‌محیطی، استرس زیاد و تنش‌های عاطفی، ورزش و فعالیت بدنی نامنظم و یا بیش‌ازحد، مصرف فست‌فودها و مواد غذایی فرآوری‌شده و... سبب تولید رادیکال‌های آزاد می‌گردد. انسان با دور نگه داشتن خود از این عوامل مضر می‌تواند نقش مهمی در کاهش اثرات رادیکال‌های آزاد ایفا کند. در شرایط طبیعی، اغلب بین تولید رادیکال‌های آزاد از یک‌سو و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی از سوی دیگر، حالت تعادل وجود دارد؛ اما در صورت تولید بیش‌ازحد رادیکال‌های آزاد و یا ضعف سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، این تعادل مختل شده و حالت استرس اکسیداتیو ایجاد می‌شود. مطالعه حاضر نشان داد که استرس اکسیداتیو ناشی از عدم تعادل بین رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌ها، باعث بیماری‌های قلبی و عروقی، عصبی (آلزایمر، پارکینسون و هانتینگتون)، سکته مغزی، بیماری‌های کبدی، تولیدمثلی، دیابتی، اوتیسم، سرطان و پیری می‌گردد. بنابراین باید برای پیشگیری و مقابله با این بیماری‌ها، به آنتی‌اکسیدان‌ها روی آورد. در واقع، آنتی‌اکسیدان‌ها مسئول مکانیسم‌های دفاعی ارگانیسم در برابر آسیب‌شناسی‌های مرتبط با حمله رادیکال‌های آزاد هستند. از آنجا که اثرات سمی آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی در مطالعات مختلف اثبات شده است و دیگر کاربرد گذشته را ندارند، پیشنهاد می‌گردد که مطالعات آینده در زمینه‌های بررسی امکان وجود آنتی‌اکسیدان‌ها در منابع طبیعی همچون، گیاهان، جلبک‌ها، ضایعات حاصل از عمل‌آوری محصولات شیلاتی و... و همچنین امکان استخراج و کاربرد آنها انجام شوند.

منابع و مؤاخذ

[۱]. مهری کدخدایی، (۱۳۸۰). ضایعات ناشی از اعاده مجدد جریان خون و نقش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در ایجاد آن، نشریه فیزیولوژی و فارماکولوژی، دوره ۵، شماره ۱، صص ۹۷- ۱۰۵.

[2]. Riley, P.A. (1994). Free radicals in biology: oxidative stress and effects of ionizing radiation, International Journal of Radiation Biology, Vol. 65, PP. 27-33.

[3]. Urata, K., Narahara, H., Tanaka, Y., Egashira, T., Takayama, F., and Miyakawa, I. (2001). Effect of endotoxininduced reactive oxygen species on sperm motility, Fertility and sterility, Vol. 76, PP. 163–166.

[4]. Vishal-Tandon, M., Gupta, B., and Tandon, R. (2005). Free radicals/reactive oxygen species, JK Practitioner, Vol. 12, PP. 143–148.

[5]. Halliwell, B., andGutteridge, J. (1984). Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and

disease, Biochemistry Journal, Vol. 219, No. 1, PP. 1-14.
[6]. Halliwell, B.R., and Gutteridge, J.M.C. (1999). Free Radicals in Biology and Medicine. New York: Oxford University Press, USA.
[7]. Halliwell, B. (2007). Biochemistry of oxidative stress, Biochemistry Society Transactions, Vol. 35, No. 5, PP. 1147-1150.
[8]. Cadenas, E. (1989). Biochemistry of oxygen toxicity, Annual review of biochemistry, Vol. 58, No. 1, PP. 79–110.
[9]. Cadenas, E., and Sies, H. (1998). The lag phase, Free Radical Research, Vol. 28, No. 6, PP. 601–609.
[10]. Fang, Y.Z., Yang, S., and Wu, G. (2002). Free radicals, antioxidants, and nutrition, Nutrition, Vol. 18, No. 10, PP. 872–879.
[11]. Li, S., Tan, H.Y., Wang, N., Zhang, Z.J., Lao, L., Wong, C.W., and Feng, Y. (2015). The role of oxidative stress and antioxidants in liver diseases, International journal of molecular sciences, Vol. 16, No. 11, PP. 26087-26124.
[12]. Halliwell, B., and Gutteridge, J.M. (1992). Biologically relevant metal ion‐dependent hydroxyl radical generation An update. FEBS letters, Vol. 307, No. 1, PP. 108–112.
[13]. Gomes, A., Fernandes, E., and Lima, J.L. (2005). Fluorescence probes used for detection of reactive oxygen species, Journal of biochemical and biophysical methods,Vol. 65, No. 2-3, PP. 45-80.
[14]. Augusto, O., and Miyamoto, S. (2011). Principles of Free Radical Biomedicine. In: Pantopoulos K, Schipper HM, eds. Oxygen Radicals and Related Species. São Paulo: Nova Science Publishers, Vol. 1, PP. 1-23.
[15]. Lopaczynski, W., and Zeisel, S.H. (2001). Antioxidants, programmed cell death, and cancer. Nutrition Research, Vol. 21, No. 1-2, PP. 295–307.
[16]. Glade, M.J. (2003). The role of reactive oxygen species in Health and Disease Northeast Regional Environmental Public Health Center University of Massachusetts, Amerst Nutrition, Vol. 19, PP. 401–403
[17]. Aldred, S., (2007). Oxidative and nitrative changes seen in lipoproteins following exercise. Atherosclerosis, Vol. 192, No. 1, PP. 1-8.
[18]. Du Plessis, S.S., Agarwal, A., Halabi, J., and Tvrda, E. (2015). Contemporary evidence on the physiological role of reactive oxygen species in human sperm function, Journal of assisted reproduction and genetics, Vol, 32, No. 4, PP. 509-520.
[19]. Poli, G., Leonarduzzi, G., Biasi, F., and Chiarpotto, E. (2004). Oxidative stress and cell signaling. Current Medicinal Chemistry, Vol. 11, PP. 1163–82.
[20]. Halliwell, B. (1996). Antioxidants in human health and disease, Annual review of nutrition, Vol.16, No. 1, PP. 33-50.
[21]. Sies, H., and Stahl, W. (1995). Vitamins E and C, B- carotene, and other carotenoids as antioxidants, American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 62, PP. 1315-1321.
[22]. Tapiero, H., Tew, K.D., Nguyen Ba, G., and Mathe, G. (2002). Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies?, Biomed Pharmacother, Vol. 56, PP. 181-200.
[۲۳]. علیرضا هدهدی، آریا باباخانی لشکان و هانیه رستم‌زاد، (۱۴۰۰). مروری بر خواص زیست‌فعال ترکیبات فلوروتانین از جلبک‌های قهوه‌ای دریایی، نشریه نشا علم، دوره ۱۲، شماره ۱، صص ۸۱–۸۷.
[۲۴]. فاطمه غفوری، نسیم کیان‌والا، ثمین حقیقی پوده و یحیی سفیدبخت، (۱۳۹۸). رادیکال‌های آزاد، استرس اکسایشی و نقش آنتی‌اکسیدان‌ها، نشریه نشا علم، دوره ۱۰ دهم، شماره ۱، صص ۳۳–۴۱.
[25]. Rahman, K. (2007). Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors, Clinical Interventions in Aging, Vol. 2, No. 2, PP. 219-236.
[26]. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., and Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health, PharmacognOSY Reviews, Vol. 4, No. 8, PP. 118-126.
[27]. Lü, J.M., Lin P.H., Yao Q., and Chen C. (2010). Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems, Journal of cellular and molecular medicine, Vol. 14, No. 4, PP. 840-860.
[28]. Zhou, Y., Zheng, J., Li, S., Zhou, T., Zhang, P., and Li, H.B. (2016). Alcoholic beverage consumption and chronic diseases, International Journal Environmental Research, Vol. 13, No. 6, PP. 522.
[29]. Khlebnikov, A.I., Schepetkin, I.A., Domina, N.G., Kirpotina, L.N., and Quinn, M.T. (2007). Improved quantitative structure–activity relationship models to predict antioxidant activity of flavonoids in chemical, enzymatic, and cellular systems, Bioorganic & medicinal chemistry, Vol. 15, No. 4, PP. 1749-1770.
[30]. Collins, A.R. (2005). Antioxidant intervention as a route to cancer prevention, European Journal of Cancer, Vol. 41, No. 13, PP. 1923-1930.
[31]. Kaur, C., and Kapoor, H.C. (2001) Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health, International Journal of Food Science Technology, Vol. 36, No. 7, PP. 703-725.
[32. Alañón, M.E., Castro-Vázquez, L., Díaz-Maroto, M.C., Gordon, M.H., and Pérez-Coelloa, M.S. (2011). A study of the antioxidant capacity of oak wood used in wine ageing and the correlation with polyphenol composition, Food Chemistry, Vol. 128, No. 4, PP. 997-1002.

[33]. Droge, W., (2002). Free radicals in the physiological control of cell function, Physiological Reviews, Vol. 82, PP. 47-95.
[34]. Lee, J., Koo, N., and Min, D.B. (2004). Reactive oxygen species, aging and antioxidative nutraceuticals, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Vol. 3, PP. 21-33.
[35]. Valko M, Izakovic M, Mazur M, Rhodes, C.J., and Telser, J. (2004). Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence, Molecular and Cellular Biochemistry, Vol. 266, No. 1-2, PP. 37-56.
[36]. Pisochi, A.M., and Negulescu, G.P. (2011). Methods for total antioxidants activity determination. A. Review, Biochemistry and Analytical Biochemistry, Vol. 1, PP. 1-10
[37]. Sharma, P.J. and Singh, R.P. (2013). Evaluation of antioxidant activity in foods with special References to TEAC method, American Journal of Food Technology, Vol 8, PP. 83-101.
[38]. Tabatabaei, S., Zhao, T., Awojoyogbe, O.B., and Moses, F. (2009). International Journal of Heat and Mass Transfer 45, 1247.
[39]. De Grey, A.D. (1999). The mitochondrial free radical theory of aging: RG Landes Austin
[40]. Kumar, H., Lim, H.W., More, S.V., Kim, B.W., Koppula, S., Kim, I.S., Choi, DK., (2012). The role of free radicals in the aging brain and Parkinson’s disease: convergence and parallelism, International journal of molecular sciences, Vol. 13, No. 8, PP. 478-504.
[41]. Agarwal, R.S., and Sohal, R.S. (1996). Relationship between susceptibility to protein oxidation, aging, and maximum life span potential of different species, Experimental Gerontology, Vol. 31, No. 3, PP. 365–372.
[42]. Ames B.N., Shigenaga M.K., and Hagen T.M. (1993). Oxidants, antioxidants and degenerative diseases of aging, Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 90, No. 17, PP. 7915–7922.
[43]. Kowald, A., and Kirkwood, T.B. (2000). Accumulation of defective mitochondria through delayed degradation of damaged organelles and its possible role in ageing of post-mitotic and dividing cells, Journal of theoretical biology, Vol. 202, No. 2, PP. 145-160.
[44]. Scott, J. (2004). Pathophysiology and biochemistry of cardiovascular disease, Current Opinion in Genetics and Development, Vol. 14, PP. 271-279.
[45]. Schachinger, V., and Zeiher, A.M. (2002). Atherogenesis-recent insights into basic mechanisms and their clinical impact, Nephrology Dialysis Transplantation, Vol. 17, PP. 2055- 2064.
[46]. Galle, J., Hansen-Hagge, T., Wanner C., and Seibold, S. (2006). Impact of oxidized low density lipoprotein on vascular cells, Atherosclerosis, Vol. 185, No. 2, PP. 219–226.
[47]. Mariani E, Polidori MC, Cherubini A, and Mecocci, P. (2005). Oxidative stress in brain aging, neurodegenerative and vascular diseases: An overview. Journal of Chromatography B, Vol. 827, No. 1, PP. 65–75.
[48]. Piantadosi, C.A., and Zhang, J. (1996). Mitochondrial generation of reactive oxygen species after brain ischemia in the rat, Stroke, Vol. 27, PP. 327–32.
[49]. Alexandrova, M., Bochev, P., Markova, V., Bechev, B., Popova, M., Danovska, M., and Simeonova, V.
(2004). Dynamics of free radical processes in acute ischemic stroke: infl uence on neurological status and outcome, Journal of Clinical Neuroscience, Vol. 11, No. 5, PP. 501-506.
[50]. Simms, N.R., Anderson, M.F. (2002). Mitochondrial contributions to tissue damage in stroke. Neurochemistry International, Vol. 40, PP. 511-526.
[51]. Cherubini, A., Vigna, G.B., Zuliani, G., Ruggiero, C., Senin, U., and Fellin, R. (2005). Role of anti-oxidants in atherosclerosis: epidemiological and clinical update, Current pharmaceutical design, Vol. 11, No. 16, PP. 2017-2032.
[52]. Emerit J, Edeas M, and Bricaire F. (2004). Neurodegenerative diseases and oxidative stress, Biomedicine and Pharmacotherapy, Vol. 58, PP. 39–46.
[53]. Selkoe, D.J. (2004). Alzheimer disease: mechanistic understanding predicts novel therapies, Annals of Internal Medicine, Vol. 140, PP. 627-638.
[54]. Floyd, R.A., and Hensley, K. (2002). Oxidative stress in brain aging. Implications for therapeutics of neurodegenerative diseases, Neurobiol Aging, Vol. 23, No. 5, PP. 795–807.
[55]. Ahmadi, J., Jahanbazi Jahan Abad, A., Barahimi, A., and Atashi, A. (2015). Introduction of Long Non-Coding RNAs as Novel Biomarkers in Central Nervous System Disorders, The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam, Vol. 3, No. 3, PP. 98-112
[56]. Völkel, W., Sicilia, T., Pähler, A., Gsell, W., Tatschner, T., Jellinger, K., Leblhuber, F., Riederer, P., K Lutz, W., and E Götz, M. (2006). Increased brain levels of 4-hydroxy-2-nonenal glutathione conjugates in severe Alzheimer's disease, Neurochemistry international, Vol. 48. No. 8, PP. 679-86.
[57]. Margolis, R.L., and Ross, C.A. (2003). Diagnosis of Huntington’s disease, Clinical Chemistry, Vol. 49, PP. 1726–1732.
[58]. Montine, T.J., Beal, M.F., Robertson, D., Cudkowicz, M.E., Biaggioni, I., O'Donnell, H., Zackert, W.E., Roberts, L.J., and Morrow, J.D.

neuronal survival, Journal of neuroscience research, Vol 78, No. 4, PP. 485-492.
[70]. Melnyk, S., Fuchs, G.J., Schulz, E., Lopez, M., Kahler, S.G, Fussell, J.J, Bellando, J., Pavliv, O., Rose, S., Seidel, L., W Gaylor, D., and Jill James, S., (2012). Metabolic imbalance associated with methylation dysregulation and oxidative damage in children with autism, Journal of autism and developmental disorders, Vol. 42, No. 3, PP. 367-377.
[71]. Ghezzi, P., and Bonetto, V. (2003). Redox proteomics: identification of oxidatively modified proteins, Proteomics, Vol. 3, No. 7, PP. 1145-1153.
[72]. McGinnis, W.R. (2004). Oxidative stress in autism, Alternative Therapies in Health and Medicine, Vol. 10, No. 6, PP. 22- 36.
[73]. Gelderman, K.A., Hultqvist, M., Olsson, L.M., Bauer, K., Pizzolla, A., and Olofsson, P. (2007). Rheumatoid arthritis: the role of reactive oxygen species in disease development and therapeutic strategies, Antioxidant and Redox Signaling, Vol. 9, No. 10, PP.1541–1567.
[74]. Rahman, T., Hosen, I., Islam, M., and Shekhar, H. (2012). Oxidative stress and human health. Advances in Bioscience and Biotechnology, Vol. 3, PP. 997-1019.
[75]. Klaunig, J.E., and Kamendulis, L.M. (2004). The role of oxidative stress in carcinogenesis. Ann Rev Pharmacol Toxicol, Vol. 44, PP. 239–67.
[76]. Ames, B.N., and Shigenaga, M,K. (1992). Oxidants are a major contributor to aging, Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 663, PP. 85-96.
[77]. Dizdaroglu, M., Jaruga, P., Birincioglu, M., and Rodriguez, H. (2002). Free radical-induced damage to DNA: mechanisms and measurement 1, 2, Free Radical Biology and Medicine, Vol. 32, No. 11, PP. 1102-1115.
[78]. Dreher, D., and Junod, A.F. (1996). Role of oxygen free radicals in cancer development. Europen Journal of Cancer, Vol. 32, No. 1, PP. 30-38.
[79]. Trachootham, D., Lu, W., Ogasawara, M.A., Nilsa, R.D., and Huang, P. (2008). Redox Regulation of Cell Survival, Antioxid Redox Signal, Vo. 10, No. 8, PP. 1343-1374.
[80]. Pelicano, H.I., Carney, D., and Huang, P. (2004). ROS stress in cancer cells and therapeutic implications, Drug Resist Update, Vol. 7, No. 2, PP. 97-110.
[81]. Liou, G-Y., Storz, P. (2010). Reactive oxygen species in cancer. Free Radical Research, Vol. 44, No. 5.
[82]. Rao, C.S.S., and Kumari, D.S. (2012). Changes in plasma lipid peroxidation and the antioxidant system in women with breast cancer, International
(1999). Cerebrospinal fl uid F2-isoprostanes are elevated in Huntington’s disease, Neurology, Vol. 52, No. 5, PP. 1104–1115.
[59]. Mota S.I., Costa R.O., Ferreira I.L., Santana I., Caldeira G.L., Padovano C., Fonseca, A.C., Baldeiras, I., Cunha, C., Letra, L., Oliveira, C.R., Pereira, C.M.F., and Rego, A.C. (2015). Oxidative stress involving changes in Nrf2 and ER stress in early stages of Alzheimer's disease. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease, Vol. 1852, No. 7, PP. 1428-1441.
[60]. Moszczynska, A., and Yamamoto, B.K. (2011). Methamphetamine oxidatively damages parkin and decreases the activity of 26S proteasome in vivo, Journal of neurochemistry, Vol. 116, No. 6, PP. 1005-1017.
[61]. Moore, D.J., West, A.B., Dawson, V.L., and Dawson, T.M., (2005). Molecular pathology of Parkinson’s disease. Annual Review of Neuroscience, Vol. 28, PP. 57-87.
[62]. Migliore, L., Petrozzi, L., Lucetti, C., Gambaccini, G., Bernardini, S., Scarpato, R., Trippi, F., Barale,R., Frenzilli, G., Rodilla, V., and Bonuccelli, U. (2002). Oxidative damage and cytogenetic analysis in leukocytes of Parkinson’s disease patients, Neurology, Vol. 58, No. 12, PP. 1809–1815.
[63]. Agil, A., Durån, R., Barrero, F., Morales, B., Araúzo, M., Alba, F., Teresa Miranda, M., Prieto, I., Ramírez, M., and Vives, F. (2006). Plasma lipid peroxidation in sporadic Parkinson’s: Role of the L-dopa, Journal Neuro Science, Vol. 240, PP.31–6.
[64]. Schwarting, R., and Huston, J. (1997). Behavioral and neurochemical dynamics of neurotoxic meso-striatal dopamine lesions, Neurotoxicology, Vol. 18, No. 3, PP. 689-708.
[65]. Dauer, W., (2003). Przedborski S. Parkinson's disease: mechanisms and models, Neuron, Vol. 39, No. 6, PP. 889-909
[66]. Siddiqui, A., Rane, A., Rajagopalan, S., Chinta, S.J., and Andersen, J.K. (2016). Detrimental effects of oxidative losses in parkin activity in a model of sporadic Parkinson's disease are attenuated by restoration of PGC1alpha, Neurobiology of disease, Vol. 93, PP. 115-120.
[67]. Chaste, P., and Leboyer, M. (2012). Autism risk factors: genes, environment, and gene-environment interactions, Dialogues in clinical neuroscience, Vol. 14, No. 3, PP. 281292.
[68]. Ono, H., Sakamoto, A., and Sakura, N. (2001). Plasma total glutathione concentrations in healthy pediatric and adult subjects, Clinica chimica acta, Vol. 312, No. 1, PP. 227-239.
[69]. Perry, S.W., Norman J.P., Litzburg, A., and Gelbard, H.A. (2004). Antioxidants are required during the early critical period, but not later, for

Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 1, No. 4, PP. 429-38.
[83]. Al-Dalaen, S., and Al-Qtaitat, A. (2014). Review article: oxidative stress versus antioxidants. American journal of bioscience and bioengineering, Vol. 2, No. 5, PP. 60-71.
[84]. Jay, D., Hitomi, H., and Griendling, K.K. (2006). Oxidative stress and diabetic cardiovascular complications, Free Radical Biology and Medicine, Vol. 40, No. 2, PP. 183–92.
[85]. Wright JR, E., Scism-Bacon J.L., and Glass L.C. (2006). Oxidative stress in type2 diabetes: the role of fasting and postprandial glycemia, International Journal Clinical Practice, Vol. 60, No. 3, PP. 308–314.
[86]. Poggioli, S., Hilaire, B., and Friguet, B. (2002). Age-related increase of proteins glycation in peripheral blood lymphocytes is restricted to preferential target proteins, Experimental Gerontology, Vol. 37, PP. 1207-1215.
[87]. Wautier, J.L., Schmidt, A.M. (2004). Protein glycation, Circulation Research, Vol. 95, No. 3, PP. 233–238.
[88]. Madamanchi, N.R., Vendrov, A., and Runge, M.S. (2005). Oxidative stress and vascular disease. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology, Vol. 25, PP. 29-38.
[89]. Kowrulu, R.A., Koppolu, P., Chakrabarti, S., and Chen, S. (2003). Diabetes-induced activation of nuclear transcriptional factor in the retina and its inhibition by antioxidants, Free Radical Research, Vol. 37, No. 11, PP. 1169–1180.
[90]. Ryu, J.K., Lee, T, Kim, D.J, Park, I.S., Yoon, S.M., Lee, HS., Song, S.U., and Suh, J.K. (2005). Free radical scavenging activity of Korean red ginseng for erectile dysfunction in non insulin dependent diabetes mellitus rats, Urology, Vol. 65, No. 3, PP. 611-615.
[91]. Esrefoglu, M., (2012). Oxidative stress and benefits of antioxidant agents in acute and chronic hepatitis, Hepatitis Monthly, Vol. 12, No. 3, 160 P.
[92]. Ekhlasi, G., Shidfar, F., Agah, S., Merat, S., and Hosseini, K.A.F. (2013). Effect of pomegranate juice intake on lipid profile in patients with non-alcoholic fatty liver disease, Razi Journal of Medicine Science, Vol. 20, No. 111, PP. 30-39.
[93]. Tremellen, K. (2008). Oxidative stress and male infertility--a clinical perspective. Hum Reprod Update, Vol. 14, No. 3, PP. 243-258.
[94]. Buzadzic, B., Vucetic, M., Jankovic, A., Stancic, A., Korac, A., Korac, B., and Otasevic, V. (2015). New insights into male (in) fertility: the importance of NO. British journal of pharmacology, Vol. 172, No. 6, PP. 1455-1467.
[95]. Fujii, J., Iuchi, Y., and Okada, F. (2005). Fundamental roles of reactive oxygen species and protective mechanisms in the female reproductive system, Reproductive biology and endocrinology, Vol. 3, No. 1, PP. 1-10.
[96]. Sugino, N., Takiguchi, S., Kashida, S., Karube, A., Nakamura, Y., and Kato, H. (2000). Superoxide dismutase expression in the human corpus luteum during the menstrual cycle and in early pregnancy, Molecular human reproduction, Vol. 6, No. 1, PP. 19-25.
[97]. Sekhon, L., Gupta, S., Kim, Y., and Agarwal, A. (2010). Female infertility and antioxidants, Current Women's Health Reviews, Vol. 6, No. 2, PP. 84-95.

آلاینده‌های نوظهور میکروپلاستیک در اکوسیستم آبی خلیج‌فارس، دریای عمان و خزر

رضا کاظمی درسنکی[1]، سکینه علیجانپور[1،*]

چکیده

افزایش پلاستیک در جهان به‌عنوان یک هشدار جدی برای محیط‌زیست و سلامت جانداران تلقی می‌شود. ذرات میکروپلاستیک در همه‌جای محیط، از هوایی که تنفس می‌کنیم تا غذایی که می‌خوریم، وجود دارند. میکروپلاستیک‌ها به قطعات پلاستیکی کوچک در شکل، رنگ، اندازه‌های متنوع و قطر کمتر از ۵ میلی‌متر اطلاق می‌شود که در اکوسیستم‌های آبی، به‌عنوان مواد غذایی به‌اشتباه توسط پرندگان دریایی، پستانداران، ماهی‌ها، خزندگان و سایر جانوران ممکن است بلعیده شود. گزارش‌های مربوط به میکروپلاستیک‌ها از نظر جغرافیایی، زیستگاه‌های دریایی و موجودات زنده‌ای که تحت تأثیر این مواد قرارگرفته‌اند، به‌سرعت در حال گسترش است. سازمان جهانی بهداشت به دلیل ماندگاری زیاد و خاصیت تجمعی زیستی این ذرات، آنها را آلاینده نوظهور نامیده است. مطالعات متنوعی در ایران و جهان در دهه اخیر روی آلودگی میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های آبی انجام‌شده است؛ طی این مطالعه مروری به فراوانی آلودگی نوظهور میکروپلاستیک در آبزیان، آب سطحی و رسوبات خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: میکروپلاستیک، رسوبات، آبزیان، آب سطحی، خلیج‌فارس، دریای عمان، دریای خزر

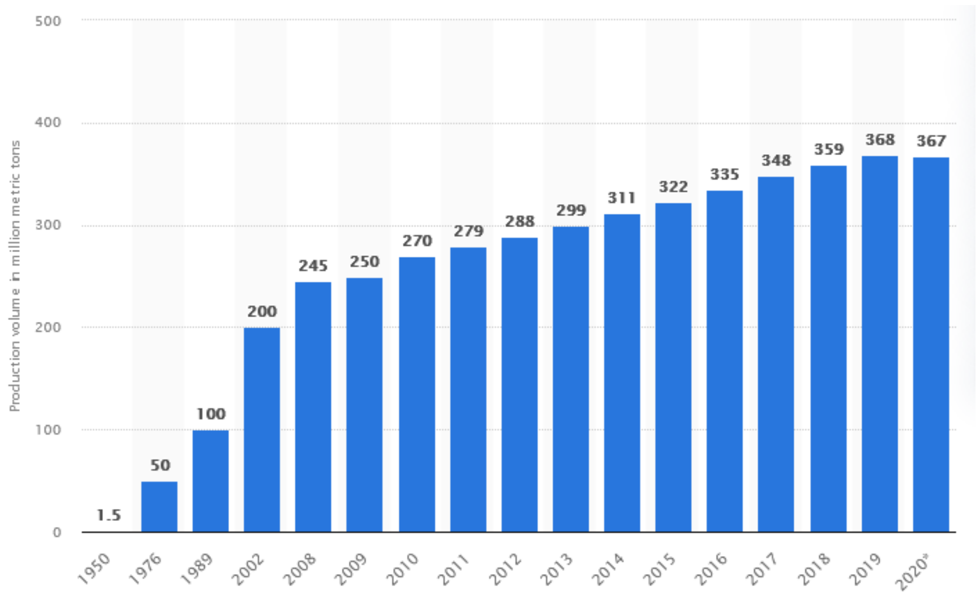
* عهده‌دار مکاتبات، دانشیار، تلفن ۰۹۱۱۳۷۵۱۸۶۰، آدرس الکترونیکی Salijanpour@gmail.com

[1] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی‌مهندسی، دانشگاه گنبدکاووس

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.10.2

مقدمه

پلاستیک به دسته‌ای از مواد نیمه مصنوعی یا مصنوعی گفته می‌شود که طی فرآیند پلیمریزه شدن به دست می‌آیند. این مواد به علت تنوع، استحکام، سبکی و شفافیت کاربردهای متنوعی دارند. امروزه تقاضا برای پلاستیک جهت کیفیت راحتی زندگی افزایش‌یافته است. تولید جهانی پلاستیک در سال ۲۰۲۰، ۳۶۷ میلیون تن برآورد شد. تولید در سال ۲۰۲۰ تقریباً ۰/۳ درصد در مقایسه با سال قبل به دلیل تأثیرات بیماری کرونا ویروس[1] بر صنعت کاهش یافت. افزایش تولید پلاستیک در جهان به‌عنوان یک هشدار جدی برای محیط‌زیست و سلامت جانداران تلقی می‌شود [۱،۲] (نمودار شماره ۱).

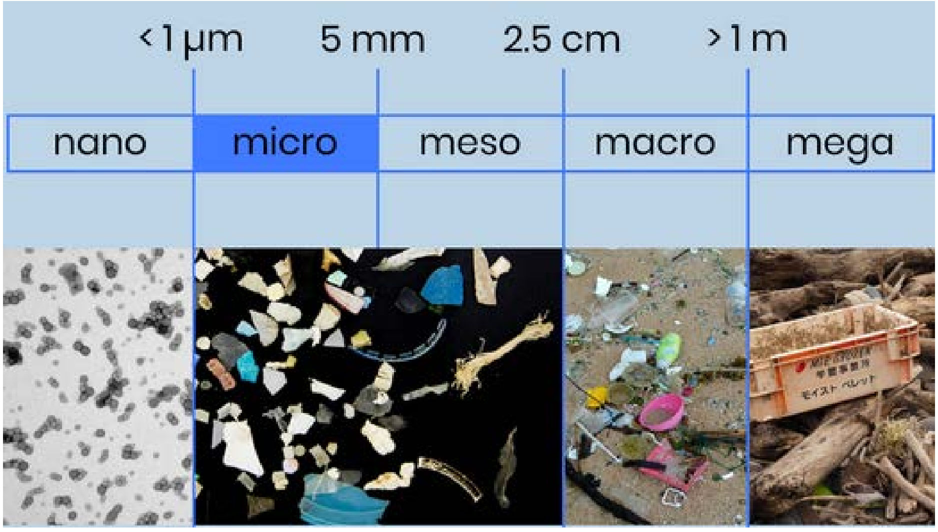


نمودار ۱: روند تولید پلاستیک از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۲۰ به میلیون تن متریک [۳]

ذرات میکروپلاستیک[2] در همه جا یافت می‌شوند. پلاستیک‌ها به‌عنوان متداول‌ترین زباله‌های دریایی، ۶۰–۸۰ درصد از کل زباله‌های دریایی و ۹۰ درصد کل ذرات شناور را تشکیل می‌دهند [۴و۵]. پلاستیک‌های وارد شده به اکوسیستم‌های آبی طی عوامل مختلف تخریب شده و به تکه‌های کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. میکروپلاستیک‌ها به قطعات پلاستیکی کوچک در شکل، رنگ، اندازه‌های متنوع و قطر کمتر از ۵ میلی‌متر اطلاق می‌شوند [۶]. در شکل شماره ۱ انواع پلاستیک بر اساس اندازه نشان داده شده است.

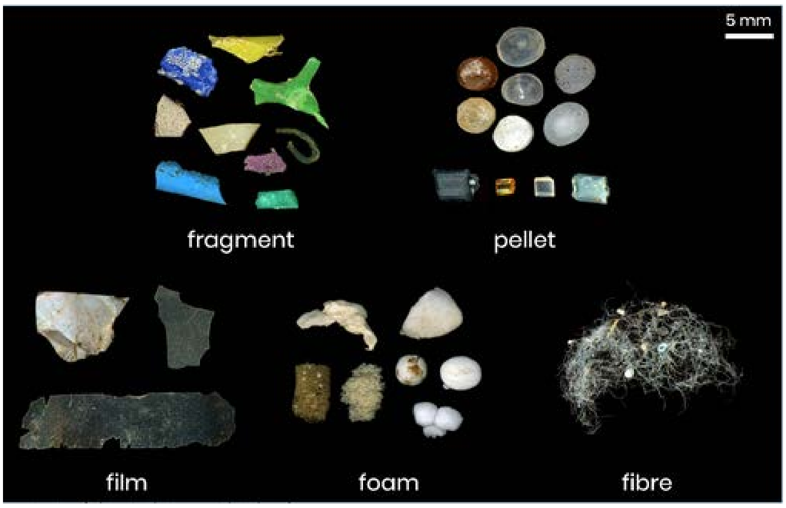
میکروپلاستیک‌ها نسبت به بقایای پلاستیکی بزرگ‌تر، تهدید مهم‌تری برای اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند؛ این ذرات در آب به‌اشتباه به‌عنوان منابع غذایی توسط پرندگان دریایی، ماهی‌ها، پستانداران و خزندگان بلعیده می‌شوند. این موجودات در اثر بلعیدن پلاستیک‌ها خفه شده و می‌میرند (پلاستیک‌های بلعیده شده حتی پس از مرگ جانوران و تجزیه آنها نیز سالم باقی می‌مانند و مجدد در محیط پراکنده شده و سبب آسیب به دیگر جانداران می‌شوند)[۸و۹] و یا پس از مصرف، در دستگاه گوارش آنها باقی‌مانده و ایجاد خراشیدگی و آسیب می‌کنند. همچنین میکروپلاستیک‌ها در غلظت‌های بالا، می‌توانند وارد گردش خون شده و سبب انسداد و جلوگیری از تغذیه جانور شوند [۱۰]. میکروپلاستیک‌ها بر فرآیندهای بیولوژیکی مهم اثرگذارند و با ایجاد اختلال در غدد درون‌ریز، می‌توانند بر تحرک، تولیدمثل و رشد تأثیر بگذارند، همچنین نقش مهمی در ایجاد سرطان دارند [۱۱]. میکروپلاستیک‌ها طیف گسترده و

[1] Coronaviruses- COVID-19
[2] Microplastic



شکل ۱: طبقه‌بندی اندازه پلاستیک‌ها (مگاپلاستیک: بزرگ‌تر از ۱ متر، ماکروپلاستیک: بین ۲۵ میلی‌متر تا ۱ متر. مزوپلاستیک: بین ۵ تا ۲۵ میلی‌متر، میکروپلاستیک: بین ۰.۰۰۱ تا ۵ میلی‌متر، نانوپلاستیک کمتر از ۰.۰۰۱ میلی‌متر)[۷].

ناهمگنی از مواد با ترکیب شیمیایی، اشکال، رنگ‌ها، اندازه و تراکم‌های متفاوت را در برمی‌گیرند؛ این ویژگی‌ها، از مهم‌ترین عوامل جابجایی و توزیع میکروپلاستیک‌ها در محیط است و ممکن است سمیت، ردیابی و شناسایی این آلاینده‌ها را پیچیده‌تر کند. رایج‌ترین اشکال میکروپلاستیک‌ها در محیط به شکل فیبر[1]، فیلم[2]، قطعات[3] و گلوله[4] است [۱۲]. اشکال مختلف میکروپلاستیک در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: اشکال مختلف میکروپلاستیک (**قطعه**: ذراتی که از قطعات پلاستیکی بزرگ‌تر منشأ می‌گیرند. آنها در اشکال و رنگ‌های بسیار متنوعی وجود دارند، **گلوله**: ذراتی که از گلوله‌های رزین صنعتی منشأ می‌گیرند. بسته به وضعیت هوازدگی آنها می‌توانند استوانه‌ای یا کروی باشند و معمولاً شفاف سفید بوده، اما می‌توانند در رنگ‌های متنوعی نیز دیده شوند. **فیلم**: پلاستیک‌های نازک، انعطاف‌پذیر و ورقه مانند. آنها معمولاً از کیسه‌های پلاستیکی، فویل‌های پلاستیکی یا سایر مواد بسته‌بندی منشأ می‌گیرند. **فوم**: هر نوع پلاستیک با ساختار فوم‌دار. **الیاف**: هر نوع پلاستیک فیبری را شامل شده و بخش بزرگی از الیاف مصنوعی از پوشاک حاصل می‌شوند [۷].

[1] Fibre
[2] Film
[3] Fragment
[4] Pellet

در حال حاضر، اکثر پلاستیک‌های تولید شده از نوع پلی‌اتیلن[1]، پلی‌پروپیلن[2]، پلی وینیل کلرید[3]، پلی استایرن[4] و پلی‌اتیلن ترفتالات[5]، پلی اورتان[6] هستند و ۹۰ درصد از کل تولیدات جهان را به خود اختصاص داده‌اند. میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی از سطح تا بستر دریا وجود دارند و در سواحل و رسوبات نیز ته‌نشین می‌شوند [۱۳]. با توجه به تأثیرات مهم میکروپلاستیک بر محیط زیست و سلامت جانوران، در مطالعه مروری حاضر، تحقیقات یک دهه اخیر درخصوص میزان آلودگی نوظهور میکروپلاستیک در آبزیان، آب‌های سطحی و رسوبات خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

روش‌کار

در مطالعه مروری حاضر با کلید واژه‌های «میکروپلاستیک»، «خلیج‌فارس»، «دریای عمان» «دریای خزر (کاسپین)» به جستجوی مطالعات در خصوص فراوانی میکروپلاستیک در آبزیان، آب‌های سطحی و رسوبات خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر در پایگاه‌های معتبر علمی نظیر PubMed، Web of Science، Scopus، SID و جستجوگر Google Scholar پرداخته شد.

نتایج

میزان آلودگی میکروپلاستیک در آبزیان سواحل خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر

علاوه بر اثرات مخرب زیست‌محیطی میکروپلاستیک‌ها در اکوسیستم‌های آبی، آبزیان ممکن است ذرات پلاستیکی (میکروپلاستیک) را به عنوان منابع غذایی استفاده نمایند که می‌توانند اثرات مخربی بر این موجودات دریایی داشته باشند. میکروپلاستیک‌ها اغلب توسط ماهیان و نرم‌تنان دریایی بلعیده می‌شوند. آلودگی‌های دریاها باعث می‌شوند تا این آلاینده‌ها از طریق زنجیره غذایی به سلامت اکوسیستم و انسان آسیب برسانند [۱۴]. جدول شماره ۱ مطالعات صورت گرفته اخیر در خصوص میزان آلودگی میکروپلاستیک در آبزیان سواحل خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر را نشان می‌دهد. طی این مطالعات آلودگی میکروپلاستیک در ماهیان و نرم‌تنان مورد بررسی، بسیار مشهود بود. از لحاظ شکلی، نوع فیبر و از نظر ماهیت پلیمری، پلی‌اتیلن دارای بیشترین فراوانی در آبزیان مورد بررسی بود

جدول ۱: میزان آلودگی میکروپلاستیک در آبزیان سواحل خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر

سال	مکان	آبزی	نوع میکروپلاستیک (٪)	ماهیت پلیمری	نتیجه نهایی	منبع
۱۳۹۸	دریای عمان-خلیج چابهار	*Epinephelus coioides* *Rastrelliger kanagurta* *Saurida tumbil* *Lutjanus johnii* *Nemipterus peronei*	فیبر ۵۵، قطعه ۲۶، گلوله ۱۸ و فیلم ۱	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	میکروپلاستیک‌ها در تمام ۵ گونه ماهی مورد مطالعه یافت شد و گونه *Epinephelus coioides* بیشترین میزان آلودگی را داشت.	[۱۴]
۱۳۹۸	دریای‌خزر	*Rutilus frisii kutum*	فیبر ۳۸/۷۵، قطعه ۳۱/۴۲، فیلم ۳۰ و گلوله ۱۱/۴۲	-	از ۵۱ ماهی سفید مورد بررسی ۶۶/۶ درصد آلودگی داشتند.	[۱۵]
۱۳۹۸	خلیج‌فارس	*Pinctada radiata*	فیبر ۵۷، فیلم ۱۲، قطعه ۳۰ و گلوله ۱	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن	از ۳۳ نمونه دوکفه‌ای مورد بررسی، همه دارای آلودگی بودند.	[۱۶]

[1] Polyethylene
[2] Polypropylene
[3] Polyvinylchloride
[4] Polystyrene
[5] Polyethylene terephthalate
[6] Polyurethane

				ترفتالات و پلی آمید (نایلون)		
۱۳۹۸	خلیج‌فارس	*Sillago sihama* *Diagramma pictum* *Otolithes ruber* *Epinephelus coioides* *Scomberomorus commerson* *Lutjanus johnii*	فیبر:۸۷ قطعه:۱۱ فیلم: ۲	-	از ۳۸ گونه ماهی مورد بررسی تنها در گونه Scomberomorus *commerson* ذرات میکروپلاستیک شناسایی نشد.	[17]
۱۳۹۸	دریای عمان	*Acmaea profunda* *Chiton lamyi*	فیبر ۸۴ گلوله ۱۵ و فیلم ۱	پلی‌اتیلن و پلی‌اتیلن ترفتالات	از ۱۵۰ گونه نرم‌تن مورد بررسی همگی دارای آلودگی بودند.	[۱۸]
۱۳۹۸	دریای عمان	*Rastrelliger kanagurt* *Nemipterus japonicus* *Paragaleus randalli* *Trichiurus lepturus* *Saurida tumbil*	فیبر ۸۶ قطعه ۱۱ و گلوله ۳	-	آلودگی در همه گونه‌های مورد مطالعه یافت شدند؛ و بیشترین آلودگی در دو گونه *Rastrelliger kanagurta* و *Nemipterus japonicus* گزارش شد.	[۱۹]
۱۳۹۸	خلیج‌فارس	*Cerithidea cingulata* *Thais mutabilis* *Amiantis umbonella* *Amiantis purpuratus* *Pinctada radiata*	فیبر ۵۸، قطعه ۲۶، فیلم ۱۴ و گلوله ۲	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	از ۱۲۳ نرم‌تن مورد بررسی همه آلودگی میکروپلاستیکی داشتند.	[۲۰]
۱۳۹۹	دریای‌خزر	*Liza aurata*	الیاف رشته‌ای	پلی‌پروپیلن و پلی استایرن	از ۱۰۰ گونه کفال طلایی مورد بررسی ۴۹ درصد آلودگی داشتند.	[۲۱]
۱۳۹۹	دریای‌خزر	*Chelon aurata* *Rutilus kutum*	فیبر ۵۰، قطعه ۳۰، فیلم و گلوله: ۲۰	پلی آمید (نایلون)	از ۱۱۱ ماهی بررسی‌شده ۶۷/۵۶ درصد آلودگی به میکروپلاستیک شناسایی شد.	[۲۲]
۱۳۹۹	دریای‌خزر-خلیج گرگان	*Cerastoderma lamarcki* *Mytilaster lineatus* *Litopenaeus vannameiin* *Liza saliens* *Neogobius melanostomus* *Rutilus caspicus*	فیبر > قطعه > گلوله > فیلم	پلی‌پروپیلن، نایلون و پلی‌استایرن	از ۱۴۴ ماهی مورد بررسی ۵۱/۷ درصد آلوده بودند.	[۲۳]
۱۴۰۰	دریای‌خزر- حوضه رودخانه قره‌سو، منتهی به خلیج گرگان	*Neogobius melanostomus* *Cyprinus carpio* *Vimba persa* *Rutilus kutum* *Barbus cyri* *Chelon* spp. *Carassius gibelio* *Gambusia holbrooki* *Rutilus caspicus*	فیبر ۵۵، قطعه ۴۰/۷۱ و گلوله ۴/۲۹	-	از ۱۴۰ ماهی از ۹ گونه مورد بررسی، میکروپلاستیک در ۸۷ درصد ماهیان دیده شد.	[۲۴]

۱۴۰۰	دریای‌خزر	*Rutilus frisii kutum*	فیبر ۷۶، قطعه ۱۲ و گلوله ۱۲	-	از ۴۴ ماهی سفید مورد بررسی، ۸۰ درصد آلوده بودند.	[۲۵]
۱۴۰۰	دریای‌خزر-تالاب انزلی	*Esox lucius* *Perca fluviatilis* *Sander lucioperca* *Carassius gibelio* *Cyprinus carpio* *Tinca tinca* *Abramis brama* *Vimba vimba* *Scardinius erythrophthalmus*	فیبر> قطعه > فیلم > گلوله	پلی‌اتیلن	از ۱۹۳ نمونه از ۹ گونه ماهی مورد بررسی همه دارای آلودگی میکروپلاستیکی بودند.	[۲۶]
۱۴۰۰	خلیج‌فارس	*Periophthalmus waltoni*	فیبر> فیلم > قطعه	پلی استایرن	۶۵ درصد آلودگی مشاهده شد.	[۲۷]
۱۴۰۰	خلیج‌فارس	*Otolithes ruber* *Liza abu* *Sphyraena forsteri* *Cynoglossus arel*	فیبر ۶۵، قطعه ۲۵ و فیلم ۱۰	پلی‌اتیلن	۲۸۰ نمونه مورد بررسی از ۴ گونه ماهی آلوده بودند.	[۲۸]

میزان آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی سواحل خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر

جدول شماره ۲ مطالعات اخیر صورت گرفته در خصوص میزان آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر را نشان می‌دهد. مطالعات انجام‌شده آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی را تأیید می‌کنند. از لحاظ شکلی، نوع فیبر و از نظر ماهیت پلیمری، پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن دارای بیشترین فراوانی بودند.

جدول ۲: میزان آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر

سال	مکان	نوع میکروپلاستیک (٪)	ماهیت پلیمری	نتیجه نهایی	منبع
۱۳۹۸	دریای عمان	فیبر ۳۲/۷، قطعه ۲۶/۷، پوسته ۲۵/۸، گلوله ۱۴/۸۷	پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن	از ۲۱ نمونه مورد بررسی در ۷ ایستگاه همگی به میکروپلاستیک آلوده بودند.	[۲۹]
۱۳۹۹	خلیج‌فارس	فیبر ۴۴/۱، قطعه ۲۹، فیلم ۱۴/۷، گلوله ۱۲/۲	پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن	از ۱۵ ایستگاه مورد بررسی، ۸۹۹ عدد میکروپلاستیک شناسایی شد.	[۳۰]
۱۳۹۹	دریای عمان	فیبر ۴۲/۵۴، قطعه ۲۸/۶۶، فیلم ۱۸/۲۴، گلوله ۱۰/۵۷	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	از ۵۰ نمونه مورد بررسی، میانگین ۲۱۸ ذره در لیتر آلودگی به میکروپلاستیک وجود داشت.	[۳۱]
۱۳۹۹	دریای خزر	فیبر ۹۷ و قطعه ۳	پلی‌اتیلن ترفتالات، پلی استایرن و نایلون	از ۱۰ نمونه مورد بررسی، ۷۱۰۰ ذره میکروپلاستیک شناسایی شد.	[۳۲]
۱۴۰۰	دریای خزر	فیبر ۸۶، قطعه ۱۳، فیلم ۱	پلی‌پروپیلن	تمام نمونه‌ها سه ایستگاه مورد بررسی آلوده به میکروپلاستیک بودند.	[۳۳]

میزان آلودگی میکروپلاستیک در رسوبات سواحل خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر

میکروپلاستیک‌ها در رسوبات ساحلی و بستر دریاها انباشته می‌شوند. جدول شماره ۳ مطالعات اخیر در خصوص میزان آلودگی میکروپلاستیک در رسوبات سواحل خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر را نشان می‌دهد. در این مطالعات آلودگی میکروپلاستیک در رسوبات، بسیار مشهود بود. از لحاظ شکلی، نوع فیبر و از نظر ماهیت پلیمری، پلی‌اتیلن و پلی استایرن دارای بیشترین فراوانی در رسوبات مورد بررسی بودند.

جدول ۳: میزان آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر

سال	مکان	نوع میکروپلاستیک (٪)	ماهیت پلیمری	نتیجه نهایی	منبع
۱۳۹۶	خلیج‌فارس	فیبر۸۳، فیلم۱۱، قطعه ۶	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	میکروپلاستیک‌ها با میانگین ۸۲/۲۶ درصد در ناحیه بالای جزر و مدی و میانگین و ۱۷/۷۳ ناحیه پایین جزر و مدی شناسایی شدند.	[۳۴]
۱۳۹۸	خلیج‌فارس	فیبر۶۶/۶۷، فیلم۵/۷۹، قطعه۲۴/۶۴ و گلوله ۲/۹۰	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	تعداد میکروپلاستیک‌ها ۵/۷۱±۳۴/۰ در کیلوگرم رسوب اندازه‌گیری شد.	[۱۶]
۱۳۹۹	دریای خزر- تالاب انزلی	فیبر	پلی استایرن، پلی‌پروپیلن، پلی استر، پلی‌اتیلن و پلی اکریلونیتریل	میکروپلاستیک در تمام ۱۱ ایستگاه مورد بررسی شناسایی شد. (۱۴۰-۲۸۲۰ قطعه در کیلوگرم رسوب خشک)	[۳۵]
۱۳۹۹	خلیج‌فارس- خور موسی	فیبر۴۹، قطعه۳۶ گلوله۱۵	-	میانگین غلظت ذرات میکروپلاستیک ۱۱/۶۷ عدد در ۲۵۰ گرم رسوب بود.	[۳۶]
۱۳۹۹	دریای خزر	فوم>قطعه>گلوله> فیلم>فیبر	پلی وینیل کلراید، پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی آمید (نایلون) و پلی استایرن	۱۰۴۶ قطعه میکروپلاستیک طی این مطالعه شناسایی شد.	[۳۷]
۱۳۹۹	دریای‌خزر-خلیج گرگان	فیبر> قطعه > فیلم گلوله	پلی‌پروپیلن، پلی‌استر، نایلون و پلی‌استایرن	از ۲۱ ایستگاه مورد بررسی، آلودگی بالای میکروپلاستیک گزارش شد.	[۲۳]
۱۳۹۹	دریای عمان	فیبر و قطعه ۶۲/۸ گلوله ۱۰/۴ فیلم ۲۶/۸	پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و نایلون	۸ ایستگاه مورد بررسی آلوده به میکروپلاستیک بودند	[۳۸]
۱۳۹۹	خلیج‌فارس	فوم ۶۴/۰۱ قطعه ۳۰/۹۶ گلوله ۵/۳۳	پلی استایرن، پلی‌اتیلن ترفتالات، پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن	میانگین آلودگی خطوط ساحلی بندرعباس ۳۲۵۲ ذره در هر مترمربع گزارش شد.	[۳۹]
۱۳۹۹	دریای عمان	قطعه ۳۲/۲۲ گلوله ۲۷/۳۷ فیبر ۲۶/۲۶ فیلم ۱۴/۱۵	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	از ۵۰ نمونه مورد بررسی، میانگین۲۶۲ ذره در لیتر، آلودگی به میکروپلاستیک وجود داشت.	[۳۱]

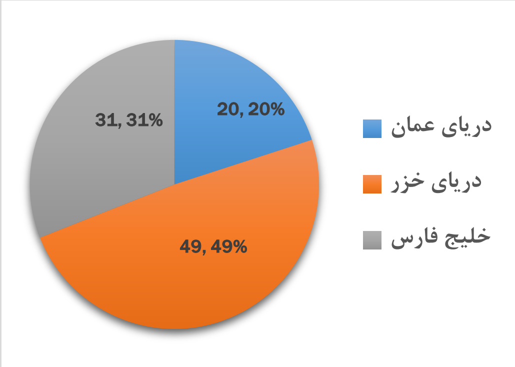
۱۳۹۹	دریای خزر	فیبر ۹۷ قطعه ۲ گلوله ۱	پلی‌اتیلن ترفتالات، پلی استایرن و نایلون	از ۳۲ نمونه مورد بررسی، ۴۸۰ ذره میکروپلاستیک شناسایی شد.	[۳۲]
۱۳۹۹	دریای خزر	قطعه۵۴/۷۵، فیبر ۴۰/۳۰، فیلم۱/۶۸، کروی ۰/۲۸	پلی استایرن و پلی‌اتیلن	۱۸۳۰ ذره میکروپلاستیک از ۱۷ ایستگاه مورد بررسی، شناسایی شد.	[۴۰]
۱۴۰۰	خلیج‌فارس	فیبر ۶۰، قطعه۲۷، فیلم۱۱ و گلوله ۲	پلی استایرن	۲۱۶۹ ذره میکروپلاستیک از ۵ ایستگاه مورد بررسی؛ شناسایی شد.	[۲۷]
۱۴۰۰	دریای خزر	فیبر>قطعه> غشایی	پلی استایرن، پلی‌پروپیلن و پلی استر	از ۱۳ ایستگاه مورد بررسی؛ ۹۰۹ ذره میکروپلاستیک شناسایی شد.	[۴۱]
۱۴۰۰	دریای خزر	فیبر ۹۳/۰۹، قطعه۵/۷، فیلم۱/۲۱	سلفون، پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و پلی‌وینیل استات	میزان آلودگی ۲۰±۳۴۰ الی ۱۵۶/۶۶±۷۵/۷۱ ذره در کیلوگرم رسوب خشک متغیر بود.	[۴۲]
۱۴۰۱	دریای خزر- خلیج گرگان- خور قره‌سو	فیبر ۷۲، قطعه ۲۶ و فیلم ۲	پلی‌پروپیلن، پلی‌اتیلن، نایلون و پلی استایرن	ایستگاه‌های مورد بررسی دارای فراوانی بالای میکروپلاستیکی بودند.	[۴۳]

بحث و نتیجه‌گیری

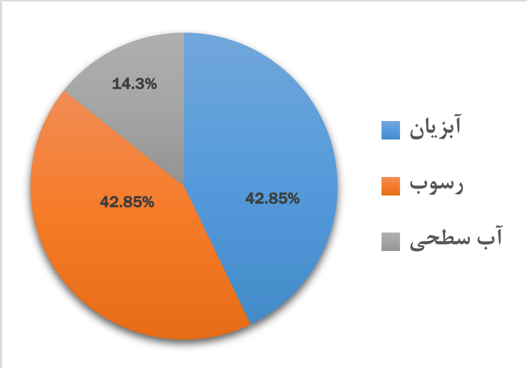
محصولات پلاستیکی به دلیل آسانی تولید، استحکام و صرفه اقتصادی، در جوامع انسانی در حال رشد هستند. پلاستیک‌ها در صنایع مختلف دریایی، هوایی، ساختمان، خودرو، برق و الکترونیک، حمل و نقل، پزشکی، دارویی آرایشی، بهداشتی، کشاورزی و لوازم خانگی کاربرد دارند و بخش جدایی‌ناپذیری از زندگی بشر هستند [۴۱]. میکروپلاستیک‌ها برای دوره‌های طولانی در محیط‌زیست باقی می‌مانند و به‌راحتی تخریب زیستی نمی‌شوند. تردد وسایل نقلیه در جاده‌ها که با فاصله کمی از رودخانه احداث شده‌اند، فعالیت‌های کشاورزی، شوینده‌های مختلف، فاضلاب‌ها، بطری‌های نوشیدنی‌ها و کیسه‌های پلاستیکی از جمله راه‌های ورود میکروپلاستیک‌ها به محیط‌های دریایی به شمار می‌روند [۱۳]. خلیج‌فارس، دریای عمان و دریای خزر به‌دلیل جنبه‌های مختلف اقتصادی و وجود منابع زیستی، عالی و معدنی از اهمیت بالایی برخوردارند. شناسایی و توزیع آلودگی نوظهور میکروپلاستیک‌ها در آب‌های ساحلی کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از معمول‌ترین روش‌ها برای شناسایی میکروپلاستیک‌ها، شناسایی بصری است. در این روش، اندازه، اشکال و رنگ‌های مختلف شناسایی می‌شوند و رایج‌ترین راه برای تعیین ترکیب پلیمری میکروپلاستیک‌ها، طیف‌سنجی[1] است. طی ۳۵ مطالعه بررسی شده در دهه اخیر در خصوص فراوانی میکروپلاستیک در آبزیان، آب‌های سطحی و رسوبات سواحل ایران، فیبر دارای بیشترین فراوانی و تکنیک FTIR پرکاربردترین تکنیک برای سنجش ماهیت پلیمری میکروپلاستیک‌ها بود. پلی‌اتیلن، پلی آمید (نایلون)، پلی‌پروپیلن، پلی استایرن و پلی‌اتیلن ترفتالات بیشترین فراوانی پلیمری را به خود اختصاص دادند. نمودارهای شماره ۲ و ۳ پراکندگی مکانی و نوع نمونه‌های بررسی شده را نشان می‌دهد. بر این اساس

[1] Fourier-transform infrared spectroscopy-FTIR

بیشترین مطالعات در حوضه آبی دریای خزر و روی رسوبات و آبزیان گزارش شده است.



نمودار ۲: پراکندگی مکانی مطالعات انجام شده



نمودار ۳: تنوع نوع نمونه‌های مورد بررسی

آلاینده‌های آبگریز محیط‌های آبی، ممکن است بر روی ذرات پلاستیکی، در شرایط معمول محیطی جذب و منتقل شوند. به طور کلی، پلاستیک‌هایی با دانسیته کم (پلی اتیلن و پلی پروپیلن) که تراکم کمتری از آب دارند، بر روی آب شناور می‌شوند، در حالی‌که پلاستیک‌های متراکم‌تر (پلی اتیلن ترفتالات، پلی آمید (نایلون) و پلی استایرن) تمایل به غرق شدن در آب دارند [۱۲]. رایج‌ترین واحدهایی که برای تخمین فراوانی میکروپلاستیک‌ها به‌کار می‌روند شامل قطعه بر مترمربع (برای نمونه‌های رسوبی و سطح آب) و قطعه بر مترمکعب (برای نمونه‌های ستون آب) است [۱۳]. با توجه به نتایج مطالعات، میزان میکروپلاستیک در نمونه‌های مورد بررسی بسیار نگران کننده است. پایش و بررسی مستمر جهت شناسایی و ردیابی میکروپلاستیک‌ها و منابع این آلودگی‌ها در محیط‌های آبی، پیشنهاد می‌شود؛ ضمن فرهنگ‌سازی درخصوص استفاده کمتر از مواد پلاستیکی در زندگی روزمره، فرآیند بازیافت و مدیریت پسماند نیز به صورتی جدی مورد توجه قرار گیرد.

منابع و مؤاخذ

[1]. Jiang, Y., Yang, F., Kazmi, S.S. U.H., Zhao, Y., Chen, M., & Wang, J. (2022). A review of microplastic pollution in seawater, sediments and organisms of the Chinese coastal and marginal seas. Chemosphere, 286; 131677.

[2]. Ribic, C.A., Sheavly, S.B., Rugg, D.J., Erdmann, E.S. (2010). Trends and drivers of marine debris on the Atlantic coast of the United States 1997–2007. Marine pollution bulletin, 60(8): 1231-1242.

[3]. https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/

[4]. Koelmans, A.A., Redondo-Hasselerharm, P.E., Nor, N.H.M., de Ruijter, V.N., Mintenig, S.M., Kooi, M. (2022). Risk assessment of microplastic particles. Nature Reviews Materials, 1-15.

[5]. Gordon, M., (2006). Eliminating Land-based Discharges of Marine Debris In: California: a Plan of Action from the Plastic Debris Project, Sacramento, CA: California State Water Resources Control Board.

[6]. Frias, J. P. G. L., & Nash, R. (2019). Microplastics: finding a consensus on the definition. Marine pollution bulletin, 138: 145-147.

[7]. http://microplasticresearch.wordpress.com/

[8]. Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W.,Amato, S. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. Marine Pollution Bulletin, 77(1-2); 177-182.

[9]. Castaneda, R.A., Avlijas, S., Simard, M.A., Ricciardi, A. (2014). Microplastic pollution in St. Lawrence river sediments. Can J Fish Aquat Sci,71;1767-71.

[10]. Avio, C.G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., d'Errico, G., Regoli, F. (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. Environmental Pollution, 198;211-222.

[11]. Lithner, D., Larsson, Å., Dave, G. (2011). Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. Science of the Total Environment, 409(18); 3309-3324.

[12]. Kishipour A, Mostafaloo R, Arast Y, Asadi-Ghalhari M. (2020). Micro- plastics as a new challenge in water resource management; various forms and removal methods, (A review study). Iranian Journal of Research in Environmental Health. Spring 6 (1):34-44.

[13]. Bahri A., Ghaemi H., Abdolahi A. and Doaie M. M. (2018). The harmful impacts of microplastics in the marine environment- A review. J. Environ. Water Eng., 4(1), 72 – 83. DOI: 10.22034/jewe.2018.63418

[14]. Naji, A., & Kord, S. (2019). Study of Micro-plastic contamination in five species of prevailing fishes of Chabahar Bay,(Sistan and Baluchestan Province).

A. Sorial. (2021). Microplastics accumulation in sediments and Periophthalmus waltoni fish, mangrove forests in southern Iran. Chemosphere 264: 128543.
[28]. Agharokh, A., Taleshi, M., Bibak, M., Rasta, M., Jafroudi, H., & Armesto, B. (2021). Contamination, Identification and Distribution of Microplastic in Sediments, Surface Seawater and Four Species of Fish on the Northern Shores of the Persian Gulf, south of Iran. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-172750/v1
[29]. Aliabad, Mojgan Khamarzadeh, Mahmoud Nassiri, and Kamalodin Kor. (2019). Microplastics in the surface seawaters of Chabahar Bay, Gulf of Oman (Makran coasts). Marine pollution bulletin 143: 125-133.
[30]. Kor, Kamalodin, and Ali Mehdinia. (2020). Neustonic microplastic pollution in the Persian Gulf." Marine Pollution Bulletin 150: 110665.
[31]. Hosseini, R., Sayadi, M. H., Aazami, J., & Savabieasfehani, M. (2020). Accumulation and distribution of microplastics in the sediment and coastal water samples of Chabahar Bay in the Oman Sea, Iran. Marine Pollution Bulletin, 160, 111682.
[32]. Nematollahi, Mohammad Javad, Farid Moore, Behnam Keshavarzi, Rolf David Vogt, Hassan Nasrollahzadeh Saravi, and Rosa Busquets. (2020). Microplastic particles in sediments and waters, south of Caspian Sea: Frequency, distribution, characteristics, and chemical composition. Ecotoxicology and Environmental Safety 206: 111137.
[33]. Rasta, M., Rahimibashar, M. R., Ershad, A., Jafroudi, H. T., & Kouhbane, S. T. (2021). Characteristics and seasonal distribution of microplastics in the surface waters of Southwest coast of the Caspian Sea (Guilan Province, Iran). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 107(4), 671-676.
[34]. Esmaili Z, Naji A. (2018). Comparison of the Frequency, Type and Shape of Microplastics in the Low and High Tidal of the Coastline of Bandar Abbas. Journal of Oceanography. 2018; 8 (32) :53-61
[35]. Rasta, M., Sattari, M., Taleshi, M. S., & Namin, J. I. (2020). Identification and distribution of microplastics in the sediments and surface waters of Anzali Wetland in the Southwest Caspian Sea, Northern Iran. Marine Pollution Bulletin, 160, 111541.
[36]. Lahijan zadeh A, Mohammadi roozbahani M, Sabzalipour S, Nabavi M. (2020). The Investigation of Microplastic Particles in Khor-e-Musa in Persian Gulf Sediments. joc. 2020; 11 (43) :17-25
[37]. Sharifi Kiasari, F., Talaeian, M., & Nasrollahzadeh Saravi, H. (2020). Study on The Presence of Microplastics in the Surface Sediments of the Caspian coast (A case study of Farahabad coast in Sari). Journal of Environmental Science Studies, 5(2), 2644-2650.
[38]. Kor, K., Ghazilou, A., & Ershadifar, H. (2020). Microplastic pollution in the littoral sediments of the
[15]. Zakeri, M., Akbarzadeh, A., Naji, A. (2019). Microplastic pollution in Caspian kutum (Rutilus frisii kutum) on southern shores of the Caspian Sea. Journal of Animal Environment, 11(1), 175-180.
[16]. Nouri, M., Amiri, P., Naji, A. (2019). Distribution and frequency of microplastics in Bivalve of Pinctada radiata and sediments of Bandar Lengehe. Journal of Animal Environment, 11(4), 337-344.
[17]. Ghattavi Kh, Naji A. (2019). Assessment of microplastics in the gastrointestinal tract of some fish caught for human consumption in Bandar Abbas, the Persian Gulf. Iranian Journal of Health and Environment. 12(3):449-60.
[18]. Kord S, Amiri P, Naji´. (2019). Evaluation of MPS pollution in Soft Tissue Chiton lamyi and Acmaea profunda. J. Aqu. Eco ; 8 (4) :1-10
[19]. Ghattavi Kh, Naji A, Kord S. (2019). Investigation of microplastic contamination in the gastrointestinal tract of some species of caught fish from Oman Sea. Iranian Journal of Health and Environment.12(1):141-50.
[20]. Naji, Abolfazl, Marzieh Nuri, and A. Dick Vethaak. (2018). Microplastics contamination in molluscs from the northern part of the Persian Gulf. (Environmental Pollution 235): 113-120.
[21]. Fallah Bagherine Jad Nico, Mostafa, and Mohammad Reza Rahimibashar. (2020). Abundance, size, color and polymer composition of microplastics in the gastrointestinal tract of Golden grey mullet (Liza aurata) on the coast of Gilan province. Journal of Marine Biology 12, no. 2: 25-40.
[22]. Zakeri, M., Naji, A., Akbarzadeh, A. and Uddin, S., (2020). Microplastic ingestion in important commercial fish in the southern Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin, 160, p.111598.
[23]. Bagheri, Tahereh, Mohammad Gholizadeh, Safoura Abarghouei, Mohammad Zakeri, Aliakbar Hedayati, Mahnaz Rabaniha, Abasali Aghaeimoghadam, and Mahmoud Hafezieh. (2020). Microplastics distribution, abundance and composition in sediment, fishes and benthic organisms of the Gorgan Bay, Caspian Sea." Chemosphere 257: 127201.
[24]. Masoudi et al., (2021). Microplastic contamination in fishes of Gharasoo River basin, Golestan Province. Journal of Aquaculture Sciences. 6; 16.
[25]. Abadi, Z. Taghizadeh Rahmat, B. Abtahi, H-P. Grossart, and S. Khodabandeh. (2021). Microplastic content of Kutum fish, Rutilus frisii kutum in the southern Caspian Sea." Science of The Total Environment 752: 141542.
[26]. Rasta, Majid, Masoud Sattari, Mojtaba S. Taleshi, and Javid Imanpour Namin. (2021) Microplastics in different tissues of some commercially important fish species from Anzali Wetland in the Southwest Caspian Sea, Northern Iran." Marine Pollution Bulletin 169: 112479.
[27]. Maghsodian, Zeinab, Ali Mohamad Sanati, Bahman Ramavandi, Ahmad Ghasemi, and George

northern part of the Oman Sea. Marine pollution bulletin, 155, 111166.
[39]. Nabizadeh, R., Sajadi, M., Rastkari, N., & Yaghmaeian, K. (2019). Microplastic pollution on the Persian Gulf shoreline: A case study of Bandar Abbas city, Hormozgan Province, Iran. Marine pollution bulletin, 145, 536-546.
[40]. Mehdinia, A., Dehbandi, R., Hamzehpour, A., & Rahnama, R. (2020). Identification of microplastics in the sediments of southern coasts of the Caspian Sea, north of Iran. Environmental Pollution, 258, 113738.
[41]. Mohammadi Galangash, M., Echresh,A., & Sanati, A.M. (2021). Investigation of microplastics in coastal sediments of the Caspian Sea (Guilan province, Iran). Journal of Oceanography, 12(47), 84-92.
[42]. Mohiti, M., Imanpoor Namin, J., Satari, M., & Shokrolahzadeh Taleshi, M. (2022). Investigation of microplastic pollution in the Southern Caspian Sea coastal sediments. Iranian Scientific Fisheries Journal, 30(6), 97-110.
[43]. Gholizadeh, M., Cera, A. (2022). Microplastic contamination in the sediments of Qarasu estuary in Gorgan Bay, south-east of Caspian Sea, Iran. Science of The Total Environment, 155913.

اهمیت مطالعات رفتارشناسی و زیست صوت آبزیان

مرضیه امینی فرد[1]، سعید شفیعی ثابت[1،*]

چکیده

نگرانی‌های فزاینده‌ای در مورد نظارت بر پیشرفت‌های علمی، ایجاد ظرفیت علمی، ارائه مقدمه و نمای کلی از یک حوزه جدید علم برای دانشگاهیان در سراسر جهان وجود دارد. هدف این مقاله ارتقای علم، هدایت محققین تحصیلات تکمیلی و دانشجویان مقطع کارشناسی در زمینه مطالعات رفتارشناسی، بیوآکوستیک و پرورش در حوزه‌های جدید از تحقیقات می باشد. اگرچه فناوری پایش تغییرات آکوستیک و اجزای صوتی پیچیده و محدود است، اما ارتباطات علمی بین‌المللی می تواند نقشی مهم و فرصتی را برای غلبه بر محدودیت‌های این زمینه تحقیقاتی در ایران ایجاد کند. از طرفی، مفاهیم و فرایندهای شناختی مانند ادراک، یادگیری، حافظه و تصمیم‌گیری نقش مهمی در جفت یابی، جستجوی غذا و بسیاری از رفتارهای دیگر آبزیان دارد. در این مقاله، به طبقه‌بندی منابع صوتی آبی و تعریف بیوآکوستیک می‌پردازیم. علاوه‌بر این، مروری بر برخی از انتشارات اخیر خود و مشارکت‌های تحقیقاتی مرتبط سایرین در زمینه تحقیق رفتارشناسی آبزیان و همچنین مقایسه مطالعات آزمایشگاهی رفتارشناسی در مقابل مطالعات در زیستگاه‌های طبیعی آبزیان را ارائه می‌دهیم. انجام مطالعات رفتارشناسی وابسته به صوت و مجموعه‌ای از نظارت مداوم بر آکوستیک زیر آب در شرایط میدانی و زیستگاه‌های واقعی و همچنین اندازه‌گیری‌های صوتی در شرایط آزمایشگاهی را پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: پایش، زیست صوت، صوت، ماهی، ایران

*عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن ۰۱۳۴۴۳۲۳۵۹۹ ، فکس ۰۱۳۴۴۳۲۲۱۰۲ ، پست الکترونیکی: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

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

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.11.30

مقدمه

با توجه به اهمیت معرفی علوم نوین، ترویج روش‌های پژوهشی به‌روز و مرتبط به مسائل زیست‌محیطی در منابع علمی فارسی، در این مقاله نویسندگان به تعریف، بررسی و دسته‌بندی منابع صوتی[1] در زیستگاه‌های آبی[2] می‌پردازند. همچنین نیاز، ضرورت و لزوم مطالعه اصوات زیستی[3] ماهی‌ها و سایر آبزیان بر شمرده می‌شود. در ادامه نقاط قوت و ضعف انجام مطالعات رفتارشناسی[4] در محیط‌های کنترل‌شده آزمایشگاهی[5] و زیستگاه‌های طبیعی[6] آبزیان مقایسه و بررسی می‌شود. همچنین به‌صورت خلاصه به معرفی علم بیومیمتیک، لزوم و اهمیت الگوبرداری از طبیعت در راستای افزایش سطح رفاه جامعه پرداخته می‌شود. در پایان مروری بر مطالعات رفتارشناسی نویسندگان، نیاز و ضرورت و راهکارهای حمایتی جهت ترویج و گسترش این شاخه از علم در محیط دانشگاهی پیشنهاد می‌گردد.

اهمیت منابع صوتی و انواع آن در زیستگاه‌های آبی

محیط‌های آبی[7] همانند محیط‌های خشکی[8] مملو از انواع اصوات هستند که می‌توانند دارای منشأ و منبع متفاوتی باشند [۱]. محیط‌های آبی با توجه به تنوع اقلیم، مناطق جغرافیایی پراکنش و همچنین عوامل متغیر غیرزیستی[9] همچون دما، شوری و جریانات آبی دامنه گسترده‌ای از زیستگاه‌ها را برای شاخه‌های مختلف گونه‌های جانوری فراهم می‌آورند. البته این زیستگاه‌های آبی مملو از منابع صوتی با منشأ مختلف (زیستی و غیرزیستی[10]) می‌باشند [۲-۳]. از منابع صوتی زیستی می‌توان به اصوات تولید شده توسط بی‌مهرگان، ماهی‌ها و پستانداران دریایی اشاره داشت. اصوات با منشأ غیرزیستی می‌توان به حرکت جریانات عظیم اقیانوسی در سطح و عمق آبها، اصوات تولید شده در اثر نیروی جزر و مد در مناطق ساحلی، ریزش‌های جوی بر سطح آبها و همچنین حرکات تکتونیک و زمین‌شناسی و آتشفشان‌های زیردریایی می‌باشد [۳]. این دسته از اصوات برای مسیریابی‌های مهاجرتی، تولیدمثل و بقا گونه‌های جانوری ساکن در زیستگاه‌های آبی می‌توانند بسیار دارای اهمیت و ضروری باشند [۱]. امروزه با گسترش شهرنشینی[11]، مکانیزاسیون کشاورزی[12]، توسعه صنعتی[13] و گردشگری نوعی دیگر از اصوات نیز به محیط‌های زیستی خشکی و آبی اضافه شده است که از آن به عنوان صوت ناشی از فعالیت‌های انسانی[14] نام برده می‌شود [۴،۱]. این دسته از اصوات هم از نظر دامنه پراکنش فرکانس صوتی[15] و هم از نظر پراکنش زمانی و مکانی[16] با توجه به منشأ صوت بسیار متغیر و گوناگون می‌باشند [۳]. در طی دهه‌های اخیر مطالعات و پژوهش‌ها نشان داده است که این دسته از اصوات می‌توانند به‌صورت گسترده‌ای بر گونه‌های جانوری در سطح انفرادی[17] و اجتماعات گونه‌ای[18] تاثیرگذار باشند [۵-۷]. در مطالعات قبلی نشان داده شده است که اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی توانایی اثرگذاری بر بسیاری از فعالیت‌های زیستی-رفتاری آبزیان برای مثال شامل رفتارهای تغذیه‌ای[19] [۸-۱۴] رفتارهای شناگری[20] [۱۵-۲۲] و رفتارهای تولیدمثلی[21] [۲۳-۲۹] تأثیرگذار باشد. همچنین نشان داده شده است که صوت می‌تواند باعث بروز پاسخ‌های رفتارهای مرتبط با استرس[22] در آبزیان گردد [۳۰-۳۴]. بنابراین با توجه به تأثیرگذاری اصوات بر گونه‌های آبزیان و اینکه بیشتر منابع علمی موجود در نشریات به زبان انگلیسی و در خارج از کشور انجام یافته است (تنها برخی از مقالات به فارسی و توسط نگارندگان این مقاله به فارسی موجود و در دسترس می‌باشد) معرفی این

---

[1] Sound sources
[2] Aquatic habitats
[3] Bioacoustics
[4] Behavioural studies
[5] Laboratory conditions
[6] Natural habitats
[7] Aquatic environments
[8] Terrestrial environments
[9] Abiotic factors
[10] Biotic and abiotic
[11] Urbanization
[12] Agricultural mechanisation
[13] Industrial development
[14] Anthropogenic sound
[15] Sound frequency distribution
[16] Temporal and spatial distribution
[17] Individual level
[18] Species communities
[19] Foraging behaviour
[20] Swimming behaviour
[21] Reproductive behaviour
[22] Stress-related behaviuoural responses

مباحث علمی و دانش نوین در زمینه اصوات و صوت‌شناسی زیستی در محافل علمی- پژوهشی و دانشگاهی ایران لازم و ضروری می‌باشد. اگر چه بخشی از این موضوع مربوط به عدم وجود تجهیزات لجستیکی [1] و اندازه‌گیری و بررسی واحدهای صوت در محیط‌های آزمایشگاهی هم می‌باشد که در بخش‌های بعدی راهکارهایی پیشنهاد می‌گردد.

علم زیست صوت: فرصتی برای تحقیق و پژوهش در ایران

مشاهدات و توسعه علم زیست صوت در دهه ۱۹۶۰ آغاز گردید [۳۵]. اصطلاح زیست صوت به‌معنی همه جانبه تولید [2]، انتقال [3] و دریافت [4] اصوات در گونه‌ای جانوری می‌باشد. بنابراین علم زیست صوت از علوم بین‌رشته‌ای می‌باشد که زیست‌شناسی [5] و فیزیک صوت [6] را به هم مرتبط می‌کند. با توجه به علم فیزیک صوت مشخص می‌باشد که اصوات در محیط‌های آبی دارای اختصاصات خاصی نسبت به محیط بیرون از آب می‌باشند [۳] که به‌عنوان یک وسیله و ابزار دریافت توسط حواس مربوطه قابلیت‌های فراوانی را به‌ویژه جهت برقراری ارتباطات در حیطه علوم زیست‌شناسی و بوم‌شناسی برای آبزیان فراهم می‌نمایند [۳۶]. اگرچه هنوز اطلاعات ما در مورد پراکنش اصوات موجود در زیستگاه‌ها، منشأ و کاربرد آنها بسیار محدود می‌باشد. به همین دلیل انجام مطالعات آزمایشگاهی در شرایط کنترل شده می‌تواند به‌صورت علمی جهت فهم و درک مفاهیم زیست صوت و روش‌های تولید صوت توسط آبزیان مفید و سازنده باشد. البته رویکردهای علمی و فناوری‌های جدید نیز می‌توانند فرصت‌های بسیار خوب و سازنده‌ای را جهت پیشرفت حاصل نمایند. در مجموع با افزایش آگاهی از زیست صوت و شناسایی گونه‌های جانوری تولید کننده اصوات و بررسی اهداف‌شان می‌توان به شناخت بهتر از سیمای صوتی [7] زیستگاه‌های آبی [8] و اهمیت اصوات زیستی برای گونه‌های جانوری جهت رسیدن به اهداف مختلف در طی مراحل مختلف زیستی‌شان رسید. علی‌رغم مطالعات گسترده انجام شده در زمینه اندازه‌گیری اصوات تولیدشده در ماهی‌ها، بی‌مهرگان آبزی و پستانداران دریایی در کشورهای مختلف، تاکنون گزارشی از این دسته تحقیقات در ایران به ثبت نرسیده است. لذا یکی از اهداف نویسندگان این مقاله بیان اهمیت انجام این دست از پژوهش‌های کاربردی و پایه‌ای در محیط‌های دانشگاهی ایران و سطوح آکادمیک مختلف می‌باشد. البته انجام مطالعات علمی- پژوهشی رفتارشناسی و به‌ویژه بررسی زیست صوت در گونه‌های آبزیان و اندازه‌گیری اصوات در محیط‌های آزمایشگاهی و یا زیستگاه‌های طبیعی آبزیان دارای مزایا و معایبی می‌باشد که محققین گرامی باید در نظر داشته باشند و در ادامه این مقاله به آن پرداخته می‌شود.

مقایسه مطالعات آزمایشگاهی در مقابل مطالعات در زیستگاه‌های طبیعی

انجام مطالعات و پژوهش‌های رفتارشناسی پاسخ به اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی و اندازه‌گیری‌های صوتی در محیط‌های کنترل‌شده آزمایشگاهی و زیستگاه‌های طبیعی گونه‌های جانوری آبزیان می‌تواند به درک و فهم بهتر نتایج به‌دست‌آمده پاسخ‌های رفتاری مرتبط با اصوات کمک داشته باشد. البته این دسته از پژوهش‌ها از نظر روایی و اعتبار رفتارشناسی و همچنین علم اصوات و شرایط فیزیکی پخش صوت دارای تفاوت‌هایی می‌باشد [۳۷]. برای جمع‌آوری اطلاعات و افزایش دانش در خصوص اثر اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی بر رفتار طبیعی گونه‌های آبزیان در محیط طبیعی، مجموعه مطالعات در شرایط کنترل‌شده آزمایشگاهی و محیط زندگی- زیستگاه طبیعی آنها داری مزایا [9] و محدودیت‌هایی [10] می‌باشد. جهت تحقیق و پژوهش جنبه‌های ویژه‌ای از اثر صوت بر آبزیان، انجام مطالعات در شرایط آزمایشگاهی و کنترل شده معمولاً بیشتر قابل انجام و عملی می‌باشد. همچنین مدت زمان کمتر انجام آزمایش و ارزان‌تر بودن هم از ویژگی‌های انجام مطالعات رفتارشناسی بررسی اثر صوت بر آبزیان می‌توان نام برد که البته نسبت به محیط طبیعی و زیستگاه آبزیان شرایط انجام آزمایش بسیار بیشتر

1 Logestical equipment
2 Production
3 Transmission
4 Reception
5 Biology
6 Acoustics
7 Soundscape
8 Aquatic habitats
9 Advantages
10 Limitations

قابل کنترل‌تر و استاندارد می‌باشد [۳۷]. در زمان طراحی[1] و انجام آزمایش‌ها رفتارشناسی وابسته به محرک‌های صوتی حتما باید تمامی محدودیت‌ها و اندازه‌گیری‌های صوتی ثبت، گزارش و در نظر گرفته شوند. در این زمینه علمی-تحقیقاتی تفاوت‌های بین گونه‌ای[2] در خصوص حساسیت‌های نسبی و مطلق[3] در میزان فشار صوت[4] و اندازه حرکت ذره[5] صوت حتما باید در نظر گرفته شود. علاوه‌بر این در حال حاضر اطلاعات کمی در خصوص قدرت و دامنه شنوایی آبزیان در دسترس می‌باشد [۳۸-۳۹].حتی علی‌رغم اطلاعات تقریباً وسیع و کامل برای برخی از گونه‌ها هنوز به‌طور قطع معلوم نیست که علت اثرگذاری و پاسخ‌های رفتاری[6] به صوت به‌خاطر مؤلفه فشار صوت یا اندازه حرکت می‌باشد [۳۹-۴۰].

در مرحله اول، انجام مطالعات رفتارشناسی در محیط‌ها کنترل‌شده آزمایشگاهی داخل تانک و یا آکواریوم‌ها و همچنین محیط‌های محصور شده در طبیعت می‌توانند مفید باشند. البته باید به این نکته توجه داشت که این دسته از آزمایش‌ها تا حدودی از نظر روایی و اعتبار صوتی تاحدودی محدود می‌باشد. این محدودیت به علت محصور بودن منطقه تانک، آکواریوم و مخزن‌ها در شرایط کنترل شده توسط دیواره‌های شیشه‌ای یا با جنس‌های دیگر می‌باشد. بنابراین شرایط صوتی در محیط‌های کنترل‌شده آزمایشگاهی متفاوت با شرایط صوتی در محیط واقعی و نامحصور می‌باشد [۴۲-۴۴]. موضوع دیگر قابل طرح در این مقایسه، محدودیت‌های اعتبار رفتاری پاسخ‌های مشاهده شده در شرایط کنترل‌شده آزمایشگاهی می‌باشد. این محدودیت‌ها حتی می‌تواند برای مطالعات بر آبزیانی که در محیط‌های محصور آزمایشی در زیستگاه خودشان نگهداری می‌شوند نیز وجود داشته باشد. به‌طوری‌که علی‌رغم شرایط صوتی طبیعی در زیستگاه‌شان آنها در پاسخ‌گویی رفتاری‌شان به‌واسطه اندازه، محیط محصور و محل مورد نظر محدود شده می‌باشند. البته نحوه پاسخ‌های رفتاری آبزیان در این شرایط به اینکه آیا در همین محل‌ها تولیدمثل کرده و رشد نموده‌اند و یا از محیط‌زیست طبیعی‌شان صید شده و به این مناطق محصور انتقال داده شده‌اند می‌تواند کاملاً متفاوت باشد. علاوه‌بر این به‌علت تجربه قرارگیری در شرایط محدود و محصور برای شناگری و فرار، شاید مانع از بروز الگوهای پاسخ رفتاری و حتی بروز پاسخ‌های رفتاری غیرطبیعی نیز گردد. در نتیجه در تفسیر[7] نتایج مشاهده شده آبزیان تحت شرایط کنترل شده آزمایشگاهی و تعمیم آن به محیط طبیعی حتما باید نکات بیان شده در نظر گرفته و در نتیجه‌گیری علمی با احتیاط عمل گردد. در مرحله اول، آبزیان در این زیستگاه‌ها و محیط‌های آبی به دلیل کمبود شفافیت آب و کدروت بالا به‌راحتی قابل‌مشاهده و بررسی نمی‌باشند. اگرچه تصاویر اولتراسونیک[8] و تکنیک‌های نشانه‌گذاری پیشرفته[9] می‌توانند تا حدود زیادی امکان بررسی و شناسایی حرکات کوتاه مدت و تاحدودی بلند مدت آبزیان را فراهم نمایند. ولی همچنان بسیاری از پاسخ‌های رفتاری وابسته به صوت که دارای اهمیت زیستی می‌باشند در این روش‌ها قابل‌بررسی و اندازه‌گیری نمی‌باشند. همینطور اندازه‌گیری‌های شاخص‌های رشدی[10]، اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیک[11] و روند تولیدمثل[12] و بقا[13] نیز آسان نمی‌باشد. همینطور بسیاری از پارامترهای محیطی شامل دما، نور اکسیژن محلول در ساعات مختلف شبانه روزی متغیر بوده و قابل‌کنترل نمی‌باشند. بنابراین برای دانشجویان، محققین و علاقمندان به علم رفتارشناسی و بررسی پاسخ‌های رفتاری در آبزیان هم در محیط‌های کنترل‌شده آزمایشگاهی و هم در زیستگاه‌های طبیعی آبزیان، دانستن نکات و مباحث یاد شده لازم و ضروری می‌باشد.

مروری بر مطالعات رفتار شناسی: پاسخ‌های رفتاری آبزیان به صوت در ایران

---

[1] Design
[2] Inter species differences
[3] Relative and absolute sensitivity
[4] Sound pressure
[5] Particle motion
[6] Behavioural responses
[7] Interpretation
[8] Ultrasonic images
[9] Advanced tagging techniques
[10] Growth indices
[11] Physiological measurements
[12] Reproduction
[13] Survival

در طی سال‌های اخیر یکسری مطالعات پیوسته رفتارشناسی آبزیان در پاسخ به محرک‌های صوتی توسط نویسندگان مقاله در ایران انجام گرفت که عبارتند از: بررسی اثر همزمان صوت و نور بر رفتارهای شناگری دافنی آب شیرین [۴۵]. پاسخ‌های رفتاری ماهی زبرا به صوت با الگوهای زمانی متفاوت [۴۶]. تغیرات رفتاری پراکنش مکانی ماهی زبرا به‌عنوان شاخص استرسی در پاسخ به صوت [۳۴]. همچنین از نویسندگان، مطالعات بررسی پراکنش فشار صوت و شیب صوتی در شرایط آزمایشگاهی در تانک ماهی و بررسی زیست صوت در آبزیان درحال انجام می‌باشد. البته علی‌رغم پژوهش‌های علمی و پایه‌ای گسترده انجام شده و در حال انجام در دانشگاه‌های خارجی به صورت بین‌المللی متأسفانه دامنه تحقیق در این بخش در مراکز دانشگاهی و علمی ایران بسیار محدود بوده و سهم ناچیزی در تولید علم در این زمینه تخصصی دارا می‌باشد [۳].

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

گونه‌های جانوری به‌طور پیوسته با ادارک از طریق حواس مختلف خود در جهت شناخت محیط اطراف جهت زنده ماندن و بقا خود در تلاش می‌باشند و معمولاً بیشتر آنها شکارچیان موفقی در جهت حفظ بقا خود می‌باشند. مطالعات پژوهشی نوین در شرایط کنترل‌شده محیط آزمایشگاهی و محیط طبیعی زیست آبزیان می‌توانند به درک بهتر مفاهیم علمی و کاربردی زیست این گونه‌ها و نحوه پاسخگویی‌شان به محرک‌های طبیعی و تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی میسر گردد. همچنین با توجه به اهمیت الگوبرداری از پاسخ‌های رفتاری آبزیان، نحوه و روش‌های استفاده از اصوات زیستی و لزوم بهره‌مندی از جدیدترین فناوری‌های به روز جهان در جهت حل مسائل و مشکلات انسانی گام برداریم. این مهم به واسطه علم طراحی و الگوبرداری با استفاده از طبیعت به نوعی که با بهره‌گیری از ساختارهای زیست‌شناختی، مکانیسم‌ها و برهمکنش‌ها بتوانیم مدل‌ها و راه کارهایی برای حل مشکلات و مسائل انسانی میسر خواهد گردید. امروزه همچنین شاخه جدید و نوین از علم تحت عنوان بیومیمتیک (علم طراحی با الهام از طبیعت و با بهره‌گیری از ساختارهای زیست شناختی) متداول گردیده که جهت نیل به این اهداف مهم که در پیشرفت آینده بشری نقش مهمی خواهد داشت و به واسطه استفاده از علوم به روز گسترش توسعه مرزهای دانش میسر می‌گردد. همچنین توجه ویژه و سرمایه‌گذاری جهت تشکیل گروه‌های تحقیقاتی- پژوهشی در مراکز علمی و آکادمی ایران، بسترسازی جهت تبادل نظرهای پژوهشی و کرسی‌های علمی مشترک بین‌دانشگاهی و بین‌رشته‌ای و استقرار و شروع به فعالیت هسته‌های پژوهشی و علوم نوبنیاد همراه با برنامه‌ریزی در راستای رفتارشناسی گونه‌های جانوری هم ساکن در خشکی و هم آبی پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

در پایان نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از داوران محترم که در بهبود و ارتقای علمی و ساختاری این مقاله کمک شایانی داشتند اعلام می‌دارند.

منابع و مؤاخذ

[1]. Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. (2010). A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. Trends in ecology & evolution, 25(7), 419-427.
[2]. Shafiei Sabet, S. (2018). Effects of sound pollution on predatory behaviour strategies in aquatic animals. Veterinary Researches & Biological Products, 31(2), 25-33.
[3]. Shafiei Sabet, S. (2017). Biological effects of anthropogenic noise on fish: a review. Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No, 115, 213-223.
[4]. Hildebrand, J. A. (2005). Impacts of anthropogenic sound. Marine mammal research: conservation beyond crisis, 101-124.
[5]. Shafiei Sabet, S., Neo, Y. Y., & Slabbekoorn, H. (2016). Impact of anthropogenic noise on aquatic animals: from single species to community-level effects. In The effects of noise on aquatic life II (pp. 957-961). Springer, New York, NY.
[6]. Slabbekoorn, H., & Halfwerk, W. (2009). Behavioural ecology: noise annoys at community level. Current biology, 19(16), R693-R695.
[7]. Slabbekoorn, H., Dalen, J., de Haan, D., Winter, H.V., Radford, C., Ainslie, M.A., Heaney, K.D., van Kooten, T., Thomas, L. and Harwood, J., 2019. Population-level consequences of seismic surveys on fishes: An interdisciplinary challenge. Fish and Fisheries, 20(4), pp.653-685.
[8]. Shafiei Sabet, S., Neo, Y. Y., & Slabbekoorn, H. (2015). The effect of temporal variation in sound exposure on swimming and foraging behaviour of captive zebrafish. Animal Behaviour, 107, 49-60.
[9]. Magnhagen, C., Johansson, K., & Sigray, P. (2017). Effects of motorboat noise on foraging

behaviour in Eurasian perch and roach: a field experiment. Marine Ecology Progress Series, 564, 115-125.

[10]. Voellmy, I. K., Purser, J., Flynn, D., Kennedy, P., Simpson, S. D., & Radford, A. N. (2014). Acoustic noise reduces foraging success in two sympatric fish species via different mechanisms. Animal Behaviour, 89, 191-198.

[11]. Hughes, A. R., Mann, D. A., & Kimbro, D. L. (2014). Predatory fish sounds can alter crab foraging behaviour and influence bivalve abundance. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 281(1788), 20140715.

[12]. Purser, J., & Radford, A. N. (2011). Acoustic noise induces attention shifts and reduces foraging performance in three-spined sticklebacks (Gasterosteus aculeatus). PLoS One, 6(2), e17478.

[13]. Hubert, J., van Bemmelen, J. J., & Slabbekoorn, H. (2021). No negative effects of boat sound playbacks on olfactory-mediated food finding behaviour of shore crabs in a T-maze. Environmental Pollution, 270, 116184.

[14]. Shafiei Sabet, S. (2020). The Effects of Anthropogenic Noise on Aquatic Animals: With an Emphasis on Foraging Behaviour. Journal of Environmental Science and Technology, 21(11), 49-61.

[15]. Shafiei Sabet, S., Wesdorp, K., Campbell, J., Snelderwaard, P., & Slabbekoorn, H. (2016). Behavioural responses to sound exposure in captivity by two fish species with different hearing ability. Animal Behaviour, 116, 1-11.

[16]. Neo, Y. Y., Parie, L., Bakker, F., Snelderwaard, P., Tudorache, C., Schaaf, M., & Slabbekoorn, H. (2015). Behavioral changes in response to sound exposure and no spatial avoidance of noisy conditions in captive zebrafish. Frontiers in behavioral neuroscience, 9, 28.

[17]. Hubert, J., Campbell, J. A., & Slabbekoorn, H. (2020). Effects of seismic airgun playbacks on swimming patterns and behavioural states of Atlantic cod in a net pen. Marine Pollution Bulletin, 160, 111680.

[18]. Parmentier, E., Berten, L., Rigo, P., Aubrun, F., Nedelec, S. L., Simpson, S. D., & Lecchini, D. (2015). The influence of various reef sounds on coral-fish larvae behaviour. Journal of Fish Biology, 86(5), 1507-1518.

[19]. Neo, Y. Y., Hubert, J., Bolle, L., Winter, H. V., Ten Cate, C., & Slabbekoorn, H. (2016). Sound exposure changes European seabass behaviour in a large outdoor floating pen: Effects of temporal structure and a ramp-up procedure. Environmental Pollution, 214, 26-34.

[20]. Fewtrell, J. L., & McCauley, R. D. (2012). Impact of air gun noise on the behaviour of marine fish and squid. Marine pollution bulletin, 64(5), 984-993.

[21]. Neo, Y. Y., Ufkes, E., Kastelein, R. A., Winter, H. V., Ten Cate, C., & Slabbekoorn, H. (2015). Impulsive sounds change European seabass swimming patterns: Influence of pulse repetition interval. Marine Pollution Bulletin, 97(1-2), 111-117.

[22]. Campbell, J., Sabet, S. S., & Slabbekoorn, H. (2019). Particle motion and sound pressure in fish tanks: a behavioural exploration of acoustic sensitivity in the zebrafish. Behavioural processes, 164, 38-47.

[23]. de Jong, K., Forland, T. N., Amorim, M. C. P., Rieucau, G., Slabbekoorn, H., & Sivle, L. D. (2020). Predicting the effects of anthropogenic noise on fish reproduction. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 30(2), 245-268.

[24]. Sivle, L. D., Vereide, E. H., de Jong, K., Forland, T. N., Dalen, J., & Wehde, H. (2021). Effects of Sound from Seismic Surveys on Fish Reproduction, the Management Case from Norway. Journal of Marine Science and Engineering, 9(4), 436.

[25]. McCloskey, K. P., Chapman, K. E., Chapuis, L., McCormick, M. I., Radford, A. N., & Simpson, S. D. (2020). Assessing and mitigating impacts of motorboat noise on nesting damselfish. Environmental Pollution, 266, 115376.

[26]. Sivle, L. D., Vereide, E. H., de Jong, K., Forland, T. N., Dalen, J., & Wehde, H. (2021). Effects of Sound from Seismic Surveys on Fish Reproduction, the Management Case from Norway. Journal of Marine Science and Engineering, 9(4), 436.

[27]. De Jong, K., Amorim, M. C. P., Fonseca, P. J., Fox, C. J., & Heubel, K. U. (2018). Noise can affect acoustic communication and subsequent spawning success in fish. Environmental Pollution, 237, 814-823.

[28]. de Jong, K., Amorim, M., Fonseca, P. J., & Heubel, K. U. (2018). Noise affects multimodal communication during courtship in a marine fish. Frontiers in Ecology and Evolution, 6, 113.

[29]. de Jong, K., Amorim, M. C. P., Fonseca, P. J., Klein, A., & Heubel, K. U. (2016, July). Noise affects acoustic courtship behavior similarly in two species of gobies. In Proceedings of Meetings on Acoustics 4ENAL (Vol. 27, No. 1, p. 010018). Acoustical Society of America.

[30]. Filiciotto, F., Vazzana, M., Celi, M., Maccarrone, V., Ceraulo, M., Buffa, G., Di Stefano, V., Mazzola, S. and Buscaino, G., (2014). Behavioural and biochemical stress responses of Palinurus elephas after exposure to boat noise pollution in tank. Marine pollution bulletin, 84(1-2), pp.104-114.

[31]. Wysocki, L. E., Dittami, J. P., & Ladich, F. (2006). Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes. Biological conservation, 128(4), 501-508.

[32]. Debusschere, E., Hostens, K., Adriaens, D., Ampe, B., Botteldooren, D., De Boeck, G., De Muynck, A., Sinha, A.K., Vandendriessche, S., Van Hoorebeke, L. and Vincx, M., (2016). Acoustic stress responses in juvenile sea bass Dicentrarchus labrax induced by offshore pile driving. Environmental Pollution, 208, pp.747-757.

[33]. Shafiei Sabet, S. (2019). Noise pollution as a stressor in aquatic animal species. Iranian Journal of Biology, 2(3), 130-134.
[34]. Mohsenpour, R., & Shafiei Sabet, S. (2021). Spatial distribution of zebrafish (Danio rerio) as a behavioral index of stress in response to sound. Aquatics Physiology and Biotechnology, 9(4), 23-46.
[35]. Myrberg Jr, A. A. (1997). Underwater sound: its relevance to behavioral functions among fishes and marine mammals. Marine & Freshwater Behaviour & Phy, 29(1-4), 3-21.
[36]. Montgomery, J. C., & Radford, C. A. (2017). Marine bioacoustics. Current Biology, 27(11), R502-R507.
[37]. Slabbekoorn, H. (2016). Aiming for progress in understanding underwater noise impact on fish: complementary need for indoor and outdoor studies. In The effects of noise on aquatic life II (pp. 1057-1065). Springer, New York, NY.
[38]. Wysocki, L. E., Codarin, A., Ladich, F., & Picciulin, M. (2009). Sound pressure and particle acceleration audiograms in three marine fish species from the Adriatic Sea. The Journal of the Acoustical Society of America, 126(4), 2100-2107.
[39]. Ladich, F., & Schulz-Mirbach, T. (2013). Hearing in cichlid fishes under noise conditions. PLoS One, 8(2), e57588.
[40]. Radford, C. A., Montgomery, J. C., Caiger, P., & Higgs, D. M. (2012). Pressure and particle motion detection thresholds in fish: a re-examination of salient auditory cues in teleosts. Journal of Experimental Biology, 215(19), 3429-3435.
[41]. Shafiei Sabet, S. (2021). Sound impacts on the behaviour of zebrafish and Lake Victoria cichlids under laboratory conditions.
[42]. Akamatsu, T., Okumura, T., Novarini, N., & Yan, H. Y. (2002). Empirical refinements applicable to the recording of fish sounds in small tanks. The Journal of the Acoustical Society of America, 112(6), 3073-3082.
[43]. Parvulescu, A. (1967). The acoustics of small tanks. Marine Bio Acoustics, 2, 7-13.
[44]. Rogers, P. H., & Cox, M. (1988). Underwater sound as a biological stimulus. In Sensory biology of aquatic animals (pp. 131-149). Springer, New York, NY.
[45]. Shafiei Sabet, S., Karnagh, S. A., & Azbari, F. Z. (2019, July). Experimental test of sound and light exposure on water flea swimming behaviour. In Proceedings of Meetings on Acoustics 5ENAL (Vol. 37, No. 1, p. 010015). Acoustical Society of America.
[46]. Mohsenpour, S. R., & Shafiei Sabet, S. (2021). The effect of increased sound levels with different temporal patterns on swimming behaviour of Zebrafish (Danio rerio). Journal of Natural Environment, 73(4), 805-818

معیارهای آرامش در انتخاب مسکن

صائمه هادی زاده[1]

چکیده

انسان موجودی اجتماعی بوده و یکی از مهم‌ترین نیازهای او تعامل با همنوعان است. نخستین ارتباط افراد در خانواده شکل می‌گیرد که در مأمنی به نام خانه، بیشترین زمان را در کنار هم روزگار می‌گذرانند. در این میان آنچه برای انسان‌ها بالاترین ارزش را دارد، آرامش است. چرا که خانه برای انسـان‌ها معنی فراتر از یک سرپناه دارد و به‌تبع آن، طراحـان سعی می‌کنند تا با راه‌حـل‌های مؤثر در رفع نیازهای انسان، محیطی را بیافرینند که آرامش در آن تبلور یابد. پس برای رسیدن به این مهم، ارزش‌ها و باورهای انسان‌ها، از نکات مهم در طراحی قرار می‌گیرد. تا محیط مسکونی که معمولاً با هویت اشخاص مرتبط است بتواند پاسخگوی فعالیت‌هایشان باشد.

پاسخ به سه سؤال مهم رویکرد این مقاله است:

چرا می‌خواهم بسازم؟ کجا می‌خواهم بسازم؟ و برای چه کسانی می‌خواهم بسازم؟

در طراحی مسکن هم به فضاهای داخلی و هم به فضاهای بیرونی توجه می‌شود، تا رضایت افراد از مکان مسکونی و به‌تبع آن آرامش حاصل آید. در فضاهای داخلی به مؤلفه‌های فرهنگ، اقلیم، نیازها و هندسه توجه می‌شود و در فضاهای بیرونی مؤلفه‌های منظر و مکان‌یابی مورد توجه است. متناسب با هر بوم و بستر هرکدام از مؤلفه‌ها و به‌تبع آن زیرمؤلفه‌ها می‌توانند اولویت‌بندی شوند.

واژگان کلیدی: معماری، مسکن مطلوب، آرامش، انسان، تعاملات

---

* عهده‌دار مکاتبات: مربی، نشانی الکترونیکی: saemeh.hadizade@gmail.com

۱ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، رشت، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.12.4

مقدمه

هنگامی‌که سخن از مسکن وخانه به‌میان می‌آید، منابع مختلفی را با رویکردهای گوناگون مانند زمینه‌گرایی، زیبایی شناختی، پایداری و... می‌توان یافت. همچنین دیدگاه‌های مختلفی از افراد دیده می‌شود؛ به‌عنوان مثال **نوربرگ شولنز** [۱] براین باور است که «خانه» مبدأ و مقصد زندگی روزانه انسان است و بعد کسب تجربه ابعاد مختلف جهان و فعالیت‌های اجتماعی بعدی، به آن بازمی‌گردد و برای او بسیار حائز اهمیت است، چرا که دنیای فردی او را به تصویر می‌کشد.

راپاپورت اعتقاد دارد که شکل و سازمان فضایی خانه، به‌شدت تحت تأثیر فرهنگی است که به آن تعلق دارد [۲].

از آنجایی که خانه محل آرامش و استراحت افراد در نظر گرفته می‌شود، «مسکن نامناسب عامل مؤثری در پیدایش افسردگی و اختلالات رفتاری، مشکلات شخصیتی و نیز کاهش مقاومت فرد در برابر مشکلات است» [۳].

رابرت ونتوری نیز به این موضوع اشاره دارد که: «مسکن، پیچیده‌ترین نوع بنایی است که معماری می‌شود، چرا که طراحی این کاربری، امری فراتر از پاسخ به برنامه است. مسکن چهره‌ای عمومی و در عین حال زندگی خصوصی ساکنین را به‌نمایش می‌گذارد که برای هر فرد متغیر خواهد بود»[۴]. بنابراین نیاز افراد برای خانه متفاوت است و طراحان می‌بایست به این موضوع توجه نمایند، البته ممکن است خانه‌ای از نظر «طراحان» خوب و «مطلوب» باشد [۵] ولی ساکنان بر این باور نباشند؛ بنابراین باید سعی گردد که قبل و حین ساختِ بنا به شکل آن متناسب با نیازها و الزامات و... اندیشه کرد تا به بهترین نحو ساخته شود که لازمه آن می‌تواند به‌طور مثال استفاده از سبک معماری و مصالح بومی باشد، تا «هویت‌بخشی» به مکان [۶] به‌ثمر رسد و با جان و روح مخاطب انس گیرد، بعد از ساخت، بنا می‌تواند انسان را شکل دهد.

اگر افعال بشری از یک منظر به سه دسته تقسیم‌بندی شود: دسته اول انتظار آثار مادی، دسته دوم انتظار آثار معنوی و روحی و دسته سوم انتظار آثار مادی و معنوی می‌باشد، معماری در دسته سوم قرار می‌گیرد که از انجام آن تأثیر «مادی و معنوی» دیده می‌شود [۷]. در مورد مسکن و خانه، هم استفاده‌کننده را از سرما، گرما و ... به‌عنوان سرپناه نجات می‌دهد و هم برایش آرامش می‌آفریند. در اصل مسکن اسم مکان است بر وزن مَفعَل به معنای محل آرامش و سکونت که از ماده سَکَن به معنی آرامش می‌آید و در اصطلاح به مکانی می‌گویند که انسان در آن زندگی می‌کند. [۲] هر ناحیه مسکونی می‌بایست با توجه به ساختارهای گوناگون خانوادگی و نیازهای مکانی و اجتماعی مختلف ساخته شده و با داشتن ویژگی‌های فضایی و اجتماعی خاص خود، محیطی منحصربه‌فرد را ایجاد نماید [۸]. چراکه در محیط‌های مسکونی، رضایت از محل زندگی بسیار مهم است، اگر ساخت بنا با شناخت کافی از استفاده‌کننده همراه نباشد، آن بنا خوب مورد استفاده ساکنین آن قرار نمی‌گیرد. در طراحی خانه‌ها دو بخش مدِّنظر قرار می‌گیرد: یکی فضاهای درونی که بالطبع می‌بایست پاسخگوی نیازهای اولیه و فطری ساکنین باشد و جزءِ دیگر فضاهای بیرونی متمّم و مکمّل طرح معماری خواهد بود؛ بر همین اساس مطالعه حاضر معیارهای آرامش در انتخاب مسکن را بیان می‌کند. از آنجایی‌که ساختن یک بنا مستلزم صرف نیروی انسانی، وقت، مصالح و هزینه فراوان می‌باشد پس معمار مسئولیت سنگینی به‌عهده خواهد داشت که براصول و فنون معماری مسلط بوده و از علوم مختلف به‌ویژه انسان‌شناسی آگاهی داشته باشد. برای مثال: مقاومت مصالح، فیزیک ساختمان، محاسبات، هندسه معماری، مصالح‌شناسی و اقلیم و اثرات آن بر ساختمان و... [۹] و نهایتاً با دیدگاه عقلانیت کل نگر باشد [۱۰] و بهترین شکل تجسم کالبدی را طراحی نماید.

طراحی خانه از آنجایی حائز اهمیت است، که بتواند آرامش را برای افراد حاصل نماید، همچنین خانهٔ با کیفیت بر سلامتی افراد تأثیر به‌سزایی دارد [۱۱].

طراحی مسکن

طراحی، پاسخگویی به یک‌سری نیازها و بیان راه‌حل است. طراحانِ موفق برای حل مسئله ابتدا به آنچه تاکنون انجام شده، رجوع و ادبیاتِ موضوع را با استناد به پژوهش‌های اولیه آغاز می‌کنند. در مطالعات بسیاری به کیفیت و ویژگی‌های خانه، همچنین معیارهای بهینه مسکن و ارزیابی دیدگاه ساکنان پرداخته شده است.

به‌عنوان مثال کیفیت و ویژگی خانه، با روش ساختاری برای دستیابی به یک رتبه‌بندی کیفیت زندگی در دو منطقه به‌دست آمد و مشخص شد که کیفیت زندگی مسکونی، تابعی از ویژگی‌های مسکن و محله است. (بهداشت، امکانات اولیه و...) [۱۲] و یا در پژوهش [۱۳] به ویژگی‌های مسکن ایرانی در سه سطح کالبد بیرونی، چیدمان داخلی و نحوه استفاده از فضا اشاره شده است. در پژوهشی در خصوص با تکنیک DEMATEL و روش فازی کیفیت محیط مسکونی در یک شهر نمونه مورد ارزیابی قرار گرفته و پیشنهادهایی مانند دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و استفاده از مصالح با کیفیت مطرح شده است [۱۴].

از زاویه دیگر پژوهش‌هایی در زمینه خانه و ارزیابی مطلوب بودن و یا رضایت‌مندی به‌دست آمده است؛ به‌عنوان مثال تنوع فضایی مطلوب از منظر ساکنان خانه‌های شهری تهران، البرز و قزوین بررسی انسان شناختی شده است [۱۵]. این مطالعه به‌صورت میدانی و کیفی انجام شده است و در نتیجه‌گیری این سؤال مطرح شد که ساکنان به لحاظ فرهنگی چه مدلی از تنوع فضایی را برای خانه مطلوب تلقی می‌کنند؟ در مدل بیان شده ارتباط با ماوراالطبیعه، طبیعت، جامعه، خانواده، اشیا و زمان مهم تلقی شد.

با توجه به اینکه طراحی خانه باعث رضایت افراد می‌شود، در پژوهشی میزان رضایت‌مندی ساکنان از مجتمع‌های مسکونی مهر ارزیابی شد، از جمله شاخص‌های این پژوهش دید و منظر، کالبدی و دسترسی است [۱۶].

اما به جهت تمرکز اصلی مطالعه حاضر بر بهبود طراحی، به بازتعریف الگوهای طراحی مسکن مطلوب ایرانی- اسلامی معاصر با ارزیابی کیفی خانه‌های سنتی پرداخته شده است [۸]. این مطالعه به روش کیفی و کمی و از نوع کاربردی- توسعه‌ای می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که رابطه معناداری بین کیفیت خانه‌های سنتی، انسان، معماری و سبک زندگی گذشته وجود دارد و به‌ترتیب اولویت، شاخص نیازهای انسان در درجه اول و شاخص‌های محیطی، کالبدی-فضایی، عملکردی و ساختاری در درجه‌های بعدی اهمیت قرار دارد.

در پژوهشی به ارزیابی مطلوبیت مسکن از دیدگاه ساکنان شهرک اندیشه شهر سبزوار پرداخته شد [۳]. روش تحقیق این پژوهش به‌صورت توصیفی-تحلیلی بود؛ در این مطالعه با روش میدانی، پرسش‌نامه‌ای در اختیار افراد قرار گرفت و نتیجه این شد که ساکنین کیفیت محیط مسکونی‌شان را نسبتاً رضایت‌بخش دانستند و شاخص محیطی-کالبدی در پایین‌ترین رتبه قرار داشت.

در پژوهشی به فهم و بازنمایی مطلوبیت تجربه زیسته در خانه پرداخته شده است [۱۷]. این مطالعه از طریق بحث و استدلال منطقی پیش رفت و در نهایت روش روایی به‌عنوان پاسخ پرسش اصلی تحقیق پیشنهاد شد، از جمله مواردی که در نتیجه‌گیری بیان گردید: توجه به خانه به‌عنوان جایی برای بودن و نه صرفاً چیزی برای دیدن بود.

در پژوهشی، به سنجش و تحلیل قواعد نظری مسکن مطلوب با تکیه بر آرای مردم پرداخته شد [۴]. بخش کیفی این مطالعه به صورت کتابخانه‌ای و میدانی بود. نتایج این تحقیق بیانگر این محتوای کلی بود که مردم در سنجش خوب بودن خانه خود به‌ترتیب بیشترین اهمیت را برای مؤلفه‌های اجتماعی، فرهنگی، کالبدی و کارکردی قائلند.

در پژوهش دیگری [۱۸]، طراحی و شکل‌گیری خانه روستایی به روایت معماران قدیمی و به‌طور مطالعه موردی در روستاهای شهر گرمسار مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه به روش تحقیق کیفی و مشاهده میدانی به همراه مصاحبه‌های عمیق و نیمه ساختاریافته انجام شد. از معیارهایی که جهت تطبیق بین معماری قدیم و جدید مورد بررسی قرار گرفت، شامل: طراحی و تهیه نقشه، مشارکت مالک یا کارفرما، فرآیند و روش اجرای ساختمان، مصالح مورد استفاده، هویت و اصالت، آسایش اقلیمی، تناسب مسکن با سبک زندگی، اجزای تشکیل‌دهنده خانه می‌شوند. همچنین در پژوهش [۱۹] به مؤلفه‌های مسکن مطلوب پرداخته شد. در این مطالعه از نظریه داده بنیاد متنی بهره گرفته شد. نتایج تحقیق نشان داد که چهار اصل وحدت‌گرایی، تعادل، ارتباط با طبیعت، ایمان و تدین اصول اساسی در دستیابی به تعامل با محیط هستند که باید در طراحی مسکن مدنظر قرار گیرند.

به جهت حسن ختام می‌توان به دو پژوهش داخلی و خارجی که بحث اثرات کیفیت مسکن بر سلامت را مطرح کرده‌اند، اشاره نمود. در پژوهش[۱۱] به کیفیت مسکن و سلامت افراد پرداخته شده است؛ در این مطالعه شرایط مسکن با سلامتی و ایمنی بدن، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش

نشان داد که رویکردهای ارزیابی می‌بایست عوامل محلی مانند آب و هوا، جغرافیا، فرهنگ، شیوه‌های غالب ساختمانی، مسائل مهم بهداشتی مربوط به مسکن و آیین‌نامه‌های موجود ساختمان را در نظر بگیرند.

و در پژوهش[۲۰] بیان شده است که بهبود و ارتقای کیفیت مسکن، باعث بهبود سلامت روحی و جسمی روستاییان می‌شود.

با توجه به مطالعاتی که ذکر شد، معیارها برای مطلوبیت مسکن و آرامش ساکنان، به‌طور خلاصه براساس پژوهش‌ها طبق جدول ۱ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱: جمع‌بندی عوامل مطلوبیت مسکن

	مؤلفه‌ها	زیرمؤلفه‌ها	منبع
فضای داخلی	فرهنگ	اشرافیت نداشتن همسایه‌ها (بصری و سمعی) نحوه ورود به خانه	۷,۱۱,۱۵ ۲۱,۲۲,۲۳
	اقلیم	متناسب با هر شرایط آب‌وهوایی مثلاً برای مناطق معتدل و مرطوب: ایوان امنیت از باران و رطوبت نورگیری تهویه و حرارت	۸,۱۸ ۲۲,۲۳,۲۴
	نیازها	سلیقه افراد استانداردها و حقوق افراد مکان‌یابی هر فضا	۳,۴ ۱۲,۱۷,۲۵
	هندسه	آرامش فرد ارتباط فضایی و عمکردی	۶, ۸, ۹ ۱۳, ۲۶
فضای بیرونی	منظر	جداسازی ورودی‌ها پارکینگ حیاط	۲,۶ ۲۷,۲۹
	مکان‌یابی	کاربری‌های اطراف دسترسی به مکان	۲۳,۲۹

مسکن مطلوب

مسکن یک نیاز است، اما هر مسکنی نیاز انسان‌ها نیست، آنچه ایده‌آل آدمی است دستیابی به مسکنی مطلوب است. هدف از دستیابی به مطلوبیت، رسیدن به حال خوب و آرامش است؛ جهت کسب آرامش، انسان سعی می‌کند محیط خود را مطلوب و زیبا نماید. محیط به هر آنچه در پیرامون انسان قرار دارد و به‌صورت بالقوه با وی در ارتباط است، اطلاق می‌شود [۳۰]. افراد در انتخاب مسکن مطلوب نیازها و میزان تأمین آنها را مورد بررسی قرار می‌دهند. زمانی که یک خانه‌ای به گونه‌ای ساماندهی شده باشد که نیازهای افراد را برطرف نماید، نسبت به خانه احساس رضایت می‌کنند [۳۱]. رضایت‌مندی از مسکن بسیار مهم است و معیارهای سنجش کیفیت محیط و رضایت افراد را می‌توان اینگونه بیان کرد:

۱- دارا بودن ساختار و شکل مناسب
۲- وجود تنوع و گوناگونی در کارکردها و عملکردها
۳- وجود سرزندگی و جذابیت در فضا
۴- داشتن هویت و ویژگی منحصربه‌فرد
۵- وجود تناسبات بصری و غنای حسی [۶]

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با نگاه به هستی وتفکر در آنچه بزرگ معمار جهان، پروردگارِ عالمیان آفریده، نظم و توازن به بهترین شکل ممکن دیده می‌شود؛ انسان[۲] نیز به‌عنوان جانشین او بر روی زمین نظم را، سرلوحه خویش قرار می‌دهد، و در حد توان، در راستای اراده خداوند «اتقان صنع» را در آفرینش خود به‌کار می‌بندد. طراحی که با اندیشه در جهان هستی آغاز به انجام هر ایده‌ای می‌نماید، با ۳ پرسش اساسی همراه می‌شود: چرا می‌خواهم بسازم؟ کجا

۲ انسان‌شناسی از جنبه‌های گوناگونی اهمیت دارد. در فرهنگ اسلامی نیز، بر دو هدف مهم در انسان‌شناسی تأکید می‌شود: اول این که شناخت انسان راهی است برای خداشناسی. دوم آنکه لازمه برآوردن نیازهای مادی و معنوی انسان، شناخت ویژگی‌های وجودی اوست. انسان از ریشه «نِسیان» به معنای فراموشی است. نیز گفته‌اند: انسان مصدر «اُنس» و «اِنس» و به معنای رام بودن و خو گرفتن و الفت و ملاطفت داشتن و ضد توحّش است؛ لذا یک مرحله بالاتر از بشر است. یعنی بشری که یک مرحله از کمال را پشت سر گذاشته و به همدمی و همزیستی و همکاری خو گرفته است. انسان از ماده «انس»، اسم جنس است. وجه نام‌گذاری انسان به‌خاطر زیادی اُنس او، و به جهت آن است که آفرینش او به گونه‌ای است که قوام زندگی او با انس با انسان‌های دیگر است. از این‌رو انسان مدنی بالطبع می‌باشد.«Hawzah.ir»

می‌خواهم بسازم؟ و برای چه کسانی می‌خواهم بسازم؟ تا بتواند کیفیت محیط مطلوب رافراهم نماید.

پیرو مطالعات انجام شده، یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان و طراحان، بهبود کیفیت زندگی ساکنان در محیط است. مسکن، کوچک‌ترین شکل رابطه متقابل انسان، محیط و خصوصی‌ترین فضای زندگی انسان است. تأثیر محیط بر انسان موضوع جدیدی نیست و از قدیم الایام از محیط برای تأثیرگذاری بر رفتار انسان‌ها استفاده می‌شده است. از آنجایی‌که مهم‌ترین مسئله برای انسان‌ها آرامش، خصوصاً در حیطه مسکن است، ارتباط معماری خانه و نیازهای روانشناختی انسان، جهت حصول امنیت روانی، بسیار حائز اهمیت است.

همچنین در پیِ نگاه به خانه‌های سنتی این مرزوبوم، حتی در جهت‌گیری مساکن نقش ارزش و باورها دیده می‌شود. در حقیقت معمار سنتی تا حد امکان به اصول و روش‌های ساخت خانه بر مبنای آرامش توجه می‌نمود، به‌عنوان مثال جهت‌گیری ساختمان‌ها در مناطق شمالی کشور، معمولاً اگر محدودیت فضایی وجود نداشت، بیشتر به سمت قبله یا مشرق بوده است و یا بحث محرمیت و امنیت دیده می‌شود. از این‌رو، مشخص است که اعتقادات مذهبی از قدیم در ساخت بناها نشان داده شده است .

یکی از رسالت‌های طراحان و معماران، ایجاد رابطه‌ای متناسب بین انسان‌ها و کالبد اطرافشان است. برای نیل به این هدف، باید درک صحیحی از رفتار انسان در محیط‌های متفاوت داشته باشند، به‌نحوی که پیوند انسان و مکان قوی‌تر نمود یابد [۲۷]. هرچه نیازهای افراد شامل نیاز معلولین، جانمایی فضاها طبق نظر افراد و همچنین نیازهای اقلیمی شامل فضاهای واسط چون ایوان، رطوبت و تهویه بهتر ساماندهی شود، خانه برای افراد مطلوب‌تر خواهد بود. براساس جمع بندی که در جدول ۱ ارائه شد، مؤلفه‌ها در هر بستر می‌توانند در اولویت‌های مختلف باشند و طراحان در هر بوم و بستر مشخص، مطابق با نیاز خانواده‌ها می‌توانند معیارهای آرامش را در طرح‌هایشان مدنظر قرار دهند. نهایتاً اینکه محیط‌های فیزیکی اطراف ما نقش مهمی را در معنادهی و سازمان‌بخشی به زندگی‌مان بازی می‌کنند. جای تعجب ندارد که حس مکانی که در آن زندگی می‌کنیم آنقدر با هویت شخصی ما مرتبط است که ما را به‌شدت به آن مکان و تجارب موجود درآن وابسته می‌کند [۳۲]. در پایان باید افزود همه موارد ذکر شده می‌تواند در رضایت‌مندی و به‌تبع آن آرامش افراد تأثیرگذار باشد، چرا که رضایت‌مندی جنبه‌های مختلف محیطی را شامل می‌شود، بنابراین طراحان با سنجش کیفیت محیط و رضایت افراد می‌توانند در آرامش خانواده‌ها و افراد استفاده کننده، نقش به‌سزایی داشته باشند.

منابع و مؤاخذ

[۱]. ضرغامی، اسماعیل، (۱۳۸۹) اصول پایداری اجتماعی مجتمع‌های مسکونی در شهرهای ایرانی–اسلامی، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، ۱(۲).۱۰۳ – ۱۱۸

[۲]. قلمبر دزفولی، مریم, نقی زاده, محمد, ماجدی, حمید. (۱۳۹۷). تبیین مبانی عوامل مؤثر بر شاخص‌های کیفی مسکن. هویت شهر ۱۲(۴). ۹۷–۱۱۰.

[۳]. جمال آبادی جواد، زنگنه مهدی، روحی فرشید، حبیب زاده زهرا. (۱۳۹۷)تحلیل مطلوبیت مسکن از دیدگاه ساکنان (مطالعه موردی: شهرک اندیشه،شهر سبزوار). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ۸ (۳۱).۴۳–۵۶

[۴]. پوردهقان حافظه، شاهچراغی آزاده، مختاباد امرئی سیدمصطفی. (۱۳۹۸)سنجش و تحلیل قواعد نظری مسکن مطلوب با تکیه بر آرای مردم. مسکن و محیط روستا.; ۳۸ (۱۶۵).۸۱–۹۶

[۵]. لنگ جان، (۱۳۹۳)آفرینش نظریه معماری، ترجمه علیرضا عینی فر، چاپ هفتم ، انتشارات دانشگاه تهران.

[۶]. ترابی، زهره و یلدا سیما، (۱۳۹۳). طراحی ورودی شهر با رویکرد هویت بخشی به فضای شهری، نمونه موردی ورودی شرقی شهر زنجان ، فصل‌نامه مدیریت شهری، ۱۳ (۳۶). ۸۳–۱۰۴

[۷]. اژدر، سوسن و غلام رضا دهقان منشادی (۱۳۸۹) نگرشی بر اصول و مبانی معماری و شهرسازی ، چاپ اول، موسسه انتشارات ستایش

[۸]. آصفی، مازیار، الناز ایمانی. (۱۳۹۵)باز تعریف الگوهای طراحی مسکن مطلوب ایرانی– اسلامی معاصر با ارزیابی کیفی خانه‌های سنتی. مجله پژوهش‌های معماری اسلامی; ۴ (۲).۵۶–۷۴

[۹]. عظمتی، علی اکبر و حسین حسینی، (۱۳۹۲) بررسی تأثیر جهت‌گیری ساختمان‌های آموزشی بر بارهای حرارتی و برودتی در اقلیم‌های مختلف، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست،۱۵(۲). ۱۴۷– ۱۵۷

[۱۰]. نقره کار و همکاران، (۱۳۹۲). منابع قطب علمی معماری اسلامی، دانشگاه علم و صنعت ایران.

[11]. Keall, M., Baker, M. G., Howden-chapman, P., Cunningham, M., & Ormandy, D. (2010). Assessing housing quality and its impact on health, safety and

sustainability. Journal of Epidemiology & Community Health, 64(9), 765-771.

[12]. Owei, O B. Wokekoro, E. (2014). An Assessment of Residential Quality of Life in the Indigenous Enclaves in Port Harcourt. Developing Country Studies.14(6): 90-105

[۱۳]. شصتی, شیما, فلامکی, محمد منصور. (۱۳۹۳). رابطه میان سبک زندگی و مسکن ایرانی (با تکیه بر نظریهٔ «جامعه کوتاه مدت» و نظریه «راهبرد و سیاست سرزمینی جامعه ایران»). فصل‌نامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی,۶(۳). ۱۱۷-۱۳۷

[۱۴]. آروین, محمود, پوراحمد, احمد. (۱۳۹۸). ارزیابی کیفیت محیط مسکونی با استفاده از تکنیک DEMATEL و روش فازی (نمونه موردی: شهر اهواز) *.آمایش محیط*.۲۰-۱ ,(۴۴)۱۲ ,

[۱۵]. فکوهی, ناصر, غزنویان, زهرا. (۱۳۹۱). بررسی انسان‌شناختی – تنوع فضایی مطلوب از منظر ساکنان خانه‌های شهری تهران، البرز و قزوین. پژوهش‌های انسان‌شناسی ایران, ۲(۲): ۵۲-۲۹

[۱۶]. یزدانی، م.، و سلمانی، ه.، و پاشازاده، ا. (۱۳۹۶). بررسی رضایت‌مندی ساکنان مجتمع‌های مسکن مهر مطالعه موردی: مجتمع‌های مسکن مهر اوشیب و مهر ولایت بابل. جغرافیا و توسعه, ۱۵(۴۷), ۲۵۳-۲۷۰.

[۱۷]. طباطبایی ابراهیمی سید علی، تفضلی زهره. (۱۳۹۷)روایتِ خانه: روشی برای فهم و بازنمایی مطلوبیتِ تجربهٔ زیسته در خانه. مطالعات معماری ایران.; ۱ (۱۴).۱۲۵-۱۴۷

[۱۸]. زرگر اکبر، سرتیپی پور محسن، میری سید حسن، شیخ طاهری حامد. (۱۳۹۶)طراحی و شکل‌گیری خانه روستایی به روایت معماران قدیمی (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان گرمسار) . مسکن و محیط روستا.; ۳۶ (۱۵۸).۳-۲۰

[۱۹]. غفاری جباری شهلا، کی نژاد محمدعلی، ملکی آیدا. (۱۳۹۶). مؤلفه‌های مسکن مطلوب در تعامل با محیط زیست مبتنی بر اندیشه‌های اسلامی .فرهنگ معماری و شهرسازی اسلامی. ۳ (۱) :۱۳-۲۴

[۲۰]. صادقلو، ط.، و احمدی، س.، و محمودی، ح. (۱۳۹۸). تحلیل و بررسی اثرات کیفیت مسکن بر سلامت (جسم و روان) روستاییان (مطالعهٔ موردی: روستاهای بخش شاندیز شهرستان بینالود). پژوهش و برنامه ریزی روستایی

[۲۱]. یزدان فر ،عباس و باقر حسینی و مصطفی زرودی، (۱۳۹۲). فرهنگ و شکل خانه (نمونه موردی خانه‌های سنتی شهرستان تنکابن و رامسر) ، مجله مسکن و محیط روستا ، ۳۲(۱۴۴). ۱۷ – ۳۲

[۲۲]. غیائی, محمد هادی, عظیمی, شراره, شهابیان, پویان. (۱۳۹۲). سنجش میزان ارتباط رضایتمندی سکونتی با متغیرهای مسکن، واحد همسایگی و محله (مطالعه موردی : مجتمع مسکونی پزشکان فارابی). هویت شهر, ۷(۱۵): ۴۹-۶۰

[23]. Lee, Y. J. (2008). Subjective quality of life measurement in Taipei. Building and Environment, 43(7), 1205-1215.

[۲۴]. معماریان، غلامحسین، (۱۳۹۳) سیری در مبانی نظری معماری، چاپ نهم، انتشارات سیمای دانش.

[۲۵]. بهرام پور, عطیه, مدیری, آتوسا. (۱۳۹۴). مطالعه رابطه میان رضایت‌مندی ساکنان از محیط زندگی و میزان حس تعلق آنها در مجتمع مسکونی بلند مرتبه شهرک کوثر تهران. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی, ۲۰(۳), ۸۵-۹۴

[۲۶]. نقی زاده, محمد. (۱۳۹۶). مسکن اسلامی (مبانی نظری تا جلوه‌های عینی در گذشته و حال)، نشریه علمی اندیشه معماری, ۱(۲). ۴۷-۶۷

[۲۷]. بهزادفر, مصطفی, قاضی زاده, سیده ندا. (۱۳۹۰). حس رضایت از فضای باز مسکونی نمونه مورد مطالعه: مجتمع‌های مسکونی شهر تهران. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی, ۳(۴۵). ۱۵-۲۴

[28]. Adriaanse C. C. M. 2007. Measuring residential satisfaction: a residential environmental satisfaction scale (RESS). Journal of Housing Built Environ (2007) 22:287–304

[۲۹]. شکری, پری, احمدی, حسن, مهدوی, مائده, خسروی, عباس. (۱۳۹۶). سنجش میزان رضایتمندی سکونتی شهروندان از کیفیت محیط در محله‌های شهری (مطالعه موردی: محلات شهر بابلسر). مطالعات ساختار و کارکرد شهری, ۴(۱۴). ۳۱-۵۲

[۳۰]. اعرابی ، جعفر،۱۳۹۴ ، آفرینش فرم ،چاپ هشتم،انتشارات کتابکده کسری

[۳۱]. حیدری، علی اکبر. (۱۳۹۷) بررسی معیارهای مطلوبیت سکونتی در سه مقیاس واحد آپارتمانی،

ساختمان مسکونی و محله (نمونه موردی: شهر مشهد)، نشریه مطالعات محیطی هفت حصار، ۲۳(۶): ۱۹-۳۰

[۳۲]. فرانسیس تی. مک اندرو، روانشناسی محیطی، ترجمه غلامرضا محمودی، چاپ چهارم، ۱۳۹۵

اندازه‌شناسی چیست و چرا مهم است؟

هدی آل علی[1,*]

چکیده

اندازه‌شناسی، علم اندازه‌گیری و کاربرد آن بوده و به سه زیرشاخه اندازه‌شناسی علمی، صنعتی و قانونی تقسیم می‌شود. استقرار یکاهای اندازه‌گیری، ایجاد روش‌های جدید، ساخت تجهیزات اندازه‌گیری و انتقال قابلیت‌ردیابی از فعالیت‌های اندازه‌شناسی علمی به‌شمار می‌آیند. اندازه‌شناسی صنعتی کاربرد اندازه‌گیری در تولید و سایر فرآیندها، و اندازه‌شناسی قانونی، مقررات و الزامات قانونی مرتبط با اندازه‌گیری را پوشش می‌دهند. دولت‌ها بایستی با ایجاد زیرساخت اندازه‌گیری در کشور و با توسعه و حفظ استانداردها و شیوه‌های اندازه‌گیری شناخته شده بین‌المللی، سیستم اندازه‌گیری یکپارچه و قابل اطمینان را فراهم نمایند. بررسی‌ها نشان می‌دهند، در صورتی‌که کشورهای مختلف زیرساخت سیستم اندازه‌گیری را برقرار کرده باشند در آن صورت به‌راحتی می‌توانند با هم معاملات تجاری و توسعه فناوری خود را انجام دهند. این مقاله علاوه‌بر معرفی اندازه‌شناسی، بر اهمیت آن با تکیه بر اهداف و مباحث اندازه‌شناختی از جمله کالیبراسیون و قابلیت‌ردیابی برای دستیابی به اندازه‌گیری با دقت و اطمینان بالا، تأکید می‌کند.

واژگان کلیدی: اندازه‌شناسی، قابلیت‌ردیابی، استانداردهای مرجع، کالیبراسیون، عدم قطعیت، زیرساخت اندازه-گیری، کیفیت

* عهده‌دار مکاتبات: استادیار، نشانی الکترونیکی: hoda.aleali@gmail.com

[1] گروه پژوهشی اندازه‌شناسی، پژوهشکده ارزیابی کیفیت و سامانه‌های مدیریت، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.13.5

مقدمه

«فضای اندازه‌گیری» در علم و فناوری بسیار بزرگ است. تقریباً تمام زندگی روزمره، شامل اندازه‌گیری است که ما برای سلامتی، رفاه تجاری، کیفیت زندگی و حفاظت از محیط زیست به آنها تکیه می‌کنیم. «اندازه‌گیری»، فرآیند به‌دست آوردن مقدار تجربیِ حداقل یک کمیت است که به‌طور منطقی به یک ویژگی نسبت داده می‌شود و مهم است که دقت اندازه‌گیری برای هدف مورد نظر مناسب باشد. پیشینه فعالیت‌های اندازه‌گیری دقیق به زمان‌های بسیار دور برمی‌گردد. مخازن و آبراه‌های قدیمی در سریلانکا، تعیین موقعیت زمانی در تمدن بین‌النهرین و پیدا شدن یک شاهین ترازو در مصر با قدمت حدود پنج هزار سال قبل از میلاد مسیح، نشان از وجود سیستم اندازه‌گیری کاملی در آن زمان‌ها دارد [۱]. اندازه‌گیری دقیق مستلزم ایجاد ساختاری به نام «اندازه شناسی» است که ضامن پایداری، درستی و اطمینان از نتیجه یک اندازه‌گیری باشد. هنگامی که این ویژگی‌ها با اندازه‌گیری همراه باشد، تجارت تسهیل می‌شود، زیرساخت‌ها به درستی کار خواهند کرد، فناوری، تجارت جهانی و اقتصاد پیشرفت می‌کند و سلامت، ایمنی و کیفیت زندگی ما را تضمین می‌کند. به‌طور خلاصه، اندازه‌شناسی سیستم‌ها و چارچوب‌هایی را برای کمی‌سازی، فراهم و از این طریق ثبات و اطمینان را در همه اندازه‌گیری‌ها پایه‌ریزی می‌کند[۲].

چگونگی اندازه‌گیری کمیت‌های اصلی فیزیکی و پارامترهای شیمیایی برای تولید و کنترل کیفیت محصولات از وظایف مهم اندازه‌شناسی است به گونه‌ای که با سنجش میزان پیشرفت آن می‌توان میزان پیشرفت صنعت را سنجید. سیستم اندازه‌گیری با ایجاد آزمایشگاه‌های مرجع آزمون و کالیبراسیون که به‌ترتیب وظیفه کنترل کیفیت آزمایشگاه‌های صنعتی و کنترل دقت و صحت دستگاه‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری را به عهده دارند، نقش اساسی در نظام استانداردسازی و تضمین کیفیت دارد [۳].

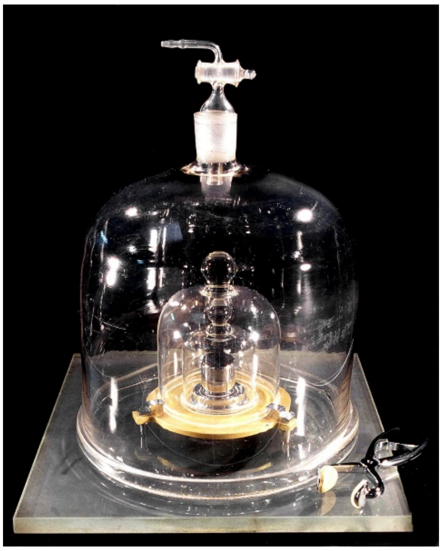
از وظایف اندازه‌شناسی مشخص است که دامنه کاربرد آن بسیار وسیع است. با این حال، این اصطلاح به‌دلیل زیربنایی بودن آن به‌طور گسترده مورد استفاده قرار نگرفته و شناخته نشده باقی مانده است.

اندازه‌شناسی

مطابق با تعریف دفتر بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها، اندازه‌شناسی، علم اندازه‌گیری است که عموم جنبه‌های تجربی و نظری اندازه‌گیری را در هر سطح از عدم قطعیت و در هر زمینه‌ای از علم و فناوری در برمی‌گیرد [۲]. اندازه‌شناسی شامل تعریف و تحقق یکاهای اندازه‌گیری، ساخت و کنترل عملکرد ابزارهای اندازه‌گیری و حفظ حقوق مصرف‌کننده می‌باشد. این علم مانند دستور زبان که برای توصیف ویژگی‌های زبانِ «ساده» به‌کار می‌رود، ویژگی‌های اندازه‌گیریِ «عادی» را توضیح می‌دهد و به سه شاخه تقسیم می‌شود.

شاخه اول «اندازه‌شناسی علمی» می‌باشد که شامل تحقق و استقرار یکاهای اندازه‌گیری، ایجاد روش‌های جدید اندازه‌گیری و انتقال قابلیت ردیابی از استانداردهای مرجع به کاربرها در جامعه است. تعریف و تحقق کمیت‌های اندازه‌گیری در دفتر بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها (BIPM) انجام می‌شود که وظیفه آن اطمینان از یکنواختی جهانی اندازه‌گیری‌ها است [۴]. تحقق یکای اندازه‌گیری، به معنی تبدیل تعریفِ آن به واقعیت است [۵]. به‌عنوان مثال شکل ۱ نمونه اولیه بین‌المللی کیلوگرم (IPK)، ساخته شده از آلیاژ ۹۰ درصد پلاتین و ۱۰ درصد وزنی ایریدیم به‌عنوان استاندارد اندازه‌گیری تحقق جرم در BIPM را نشان می‌دهد که اندازه‌گیری جرم هر جسم در تمام دنیا با مقایسه با این شیء مادی انجام می‌گردد [۶]. برای یکپارچه نمودن مقایسه‌های اندازه‌گیری، مقیاس‌های بین‌المللی اندازه‌گیری در عهدنامه متر پاریس در BIPM تعیین شده و به‌دنبال آن سیستم بین‌المللی یکاها (SI) تعریف شده است تا به این طریق از قابل‌مقایسه بودن اندازه‌گیری‌ها در هر جای جهان که انجام می‌شود، اطمینان حاصل کرد. SI شامل هفت یکای اصلی متر (طول)، کیلوگرم (جرم)، ثانیه (زمان)، آمپر (جریان)، کلوین (دما)، کاندلا (روشنایی) و مول (مقدار ماده) است. هر کدام از این یکاها که به یک کمیت فیزیکی اصلی مربوط می‌شود با عملیات دقیق آزمایشگاهی تعریف و به‌عنوان مرجع استاندارد بین‌المللی محسوب می‌شوند تا بتوان روش‌هایی را برقرار کرد که مقدار کمیت مورد اندازه‌گیری از طریق مقایسه با مرجع استاندارد بین‌المللی اندازه‌گیری شود (یکنواختی اندازه‌گیری). اگر انجام اندازه‌گیری‌ها و تبادل نتایج اندازه‌گیری مانند ترافیک باشد،

اندازه‌شناسی علمی مانند شبکه جاده‌ای است که امکان عملکرد روان و بدون ترمز را فراهم می‌کند.



شکل ۱: نمونه اولیه بین‌المللی کیلوگرم (IPK) در دفتر بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها

«اندازه‌شناسی صنعتی»، کاربرد اندازه‌شناسی در ساخت ابزار اندازه‌گیری و به‌کارگیری آن در جامعه، نگهداری، تضمین کیفیت این ابزار، کالیبراسیون قابل‌ردیابی و کنترل کیفیت اندازه‌گیری‌ها در تولید و سایر فرآیندهای جامعه است. اندازه‌گیری‌های درست می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی افزایش ارزش، کارایی و کیفیت محصول را دربرداشته باشد. تضمین اطمینان از نتایج اندازه‌گیری از طریق صدور گواهینامه، استانداردسازی، اعتبارسنجی و کالیبراسیون، که اغلب به‌عنوان «اندازه‌شناسی صنعتی» یا «اندازه‌شناسی کاربردی» شناخته می‌شود، میسر می‌باشد [۴]. الزامات فنی که در استاندارد IEC/ISO 17025 با عنوان «الزامات کلی برای تأیید صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون» داده شده در حوزه اندازه‌شناسی صنعتی به‌شمار می‌رود. در این استاندارد و استاندارد ISO 9001 (مدیریت کیفیت) کالیبراسیون دوره‌ای تجهیزات از الزامات اساسی می‌باشد [۷–۸]. فعالیت آزمایشگاه‌ها که بر طبق استانداردهای فوق‌الذکر به تأیید صلاحیت رسیده باشد (کنترل قانونی) به معنای اطمینان از درستی نتایج اندازه‌گیری آن آزمایشگاه‌ها می باشد. بنابراین این بخش از اندازه‌شناسی ضامن پیشرفت صنعت در سطح ملی و بین‌المللی برای تجارت جهانی در هر کشور است.

سومین شاخه، «اندازه‌شناسی قانونی» است که منشأ شکل‌گیری آن نیاز به اطمینان از کسب و کار منصفانه می‌باشد. اندازه‌شناسی قانونی برای رسیدگی به اعمال قانون در اندازه‌گیری وجود دارد [۴]. اگر اندازه‌شناسی علمی شبکه جاده‌ای و اندازه‌گیری جریان ترافیک باشد، اندازه‌شناسی قانونی علائم جاده، محدودیت‌های سرعت و چراغ‌های راهنمایی است که ضامن حرکت روان و ایمن و بدون ازدحام ترافیک است. هدف اصلی این بخش از اندازه‌شناسی حفظ حقوق مصرف‌کننده و اطمینان شهروندان از درستی نتایج اندازه‌گیری در معاملات تجاری است. به‌عنوان مثال در اروپا مقررات مربوط به ابزارهای اندازه‌گیریِ سنجش مصرف آب، گاز مصرفی، دقت ترازوها و غیره، توسط اتحادیه اروپا در حوزه اندازه‌شناسی قانونی وضع می‌شوند.

قابلیت ردیابی اندازه‌شناختی

هدف از بنای علم اندازه‌شناسی اطمینان از پایداری اندازه‌گیری‌ها در طول زمان، قابل مقایسه بودن و قابل اطمینان بودن نتیجه یک اندازه‌گیری می‌باشد. به‌عبارت دیگر، نتیجه اندازه‌گیری یک کمیت در طول زمان تغییر نکند و از یک آزمایشگاه به یک آزمایشگاه دیگر و یا از یک روش به روش دیگر، نتایج اندازه‌گیری یکسانی حاصل گردد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این اهداف از طریق برقراری قابلیت ردیابی اندازه‌گیری میسر می‌شود [۲].

قابلیت ردیابی، زنجیره پیوسته‌ای از کالیبره شدن‌ها که توسط آن می‌توان نتیجه اندازه‌گیری را به یک استاندارد مرجع ارتباط داد [۶]. کالیبراسیون عبارت است از مقایسه یک ابزار اندازه‌گیری با یک استاندارد مرجع معتبر، تعیین میزان خطای این ابزار نسبت به استاندارد مرجع و در صورت لزوم تنظیم یا تعمیر مجدد دستگاه. به زبانی ساده، کالیبراسیون کنترل صحت وسیله اندازه‌گیری با مرجعی تأیید شده، است [۹]. استانداردهای مرجع (یا استانداردهای کالیبراسیون) عناصر حیاتی تمام تکنیک‌های اندازه‌گیری هستند که برای تضمین کیفیت نتایج و کمی‌سازی، عموما باید قابل‌ردیابی به استاندارد بین‌المللی یا ملی اولیه باشند. به‌عبارت دیگر اندازه‌گیری‌ها باید از طریق کالیبراسیون‌های زنجیروار از طریق مرکز ملی اندازه‌شناسی هر کشور به سیستم بین‌المللی یکاها در BIPM که بالاترین مرجع اندازه‌گیری است،

قابل ردیابی باشند. قابلیت ردیابی به صورت یک هرم عمل می‌کند (شکل ۲ (الف)). در بالاترین سطح هرم یکاها و استانداردهای بین‌المللی تعریف می‌شود [۱۰-۱۱]. همانطور که در این هرم مشاهده می‌شود در سلسله مراتب اندازه‌شناسی سه سطح استاندارد اندازه‌گیری وجود دارد: استانداردهای اولیه، ثانویه و استانداردهای کاری. استانداردهای اولیه بالاترین کیفیت را دارند و به هیچ استاندارد دیگری ارجاع داده نمی‌شوند. استانداردهای ثانویه با ارجاع به یک استاندارد اولیه کالیبره می‌شوند. استانداردهای کاری که برای کالیبراسیون (یا بررسی) ابزار اندازه‌گیری استفاده می‌شود، با مقایسه با استانداردهای ثانویه کالیبره می‌شوند. از طریق کالیبراسیون بین مراکز ملی اندازه‌شناسی، آزمایشگاه‌های کالیبراسیون و آزمایشگاه‌های صنعت، تحقق تعریف یکا از طریق این هرم منتشر می‌شود. به‌عنوان مثال شکل ۲ (ب) زنجیره قابلیت‌ردیابی اندازه‌گیری طول را نشان می‌دهد [۱].

دستگاه‌های اندازه‌گیری باید به‌طور دوره‌ای کالیبره شوند. گذشت زمان، فرسودگی، حوادث غیرقابل پیش‌بینی، باعث می‌شوند تا قابلیت ردیابی نتایج آنها زیرسؤال رفته و نیازمند تأیید مجدد باشند. برای تجهیزات کالیبره شده گواهی کالیبراسیون صادر شده و ضمیمه دستگاه می‌گردد.

عدم قطعیت اندازه‌گیری

اندازه‌گیری‌های صنعتی معمولاً شامل اندازه‌گیری پارامترهایی است که برای اطمینان از مطابقت یک محصول با ویژگی‌های استاندارد آن در نظر گرفته می‌شوند. از این‌رو، نیاز به اندازه‌گیری دقیق پارامترها و کنترل درستی آنها در قسمت‌های مختلف صنعتی همواره وجود دارد. از موارد مهم در کنترل کیفیت اندازه‌گیری‌ها، کمی‌کردن عدم قطعیت اندازه‌گیری است [۷]. عدم قطعیت اندازه‌گیری یک کمیت، پارامتری غیرمنفی است که در هر اندازه‌گیری، میزان شک و تردید در اندازه‌گیری را نشان می‌دهد [۹، ۱۲]. به‌عنوان مثال ممکن است بگوییم که طول چوبی برابر ۲۰ سانتی متر و عدم قطعیت آن ۱ می باشد. این نتیجه را می‌توان به‌صورت مقابل نوشت: $20 \pm 1\ cm$. این عبارت بدین معنی است طول چوب بین ۱۹ و ۲۱ سانتی‌متر خواهد بود. تنها هنگامی می‌توان به نتیجه یک اندازه‌گیری اطمینان کرد که عدم قطعیت آن اندازه‌گیری بیان شده باشد. یک تصمیم‌گیری درست

شکل ۲: الف) هرم زنجیره قابلیت ردیابی اندازه‌گیری‌ها؛ ب) زنجیره قابلیت‌ردیابی اندازه‌گیری طول. * در این شکل منظور از بلوک سنجه، جسم فلزی توپر مکعبی شکل می‌باشد که برای کالیبراسین طول استفاده می‌شود.

در تأیید انطباق یک محصول با ویژگی‌های ذکر شده در استاندارد مربوطه، جهت ورود به بازار، نیاز به اطلاعات کافی از نتیجه اندازه‌گیری و عدم قطعیت آن دارد [۱۳]. حدود عدم قطعیت داده‌های اندازه‌گیری از دغدغه‌های هر دو گروه مترولوژیست‌ها و کاربرهای اندازه‌گیری است. در حقیقت،

قدرت یا ضعف هر اندازه‌گیری با این پارامتر ارزیابی می‌شود. در گزارش کالیبراسیون، مقدار عدم قطعیت اغلب به‌عنوان نشانه‌ای از کیفیت آزمایشگاه در نظر گرفته می‌شود و مقادیر عدم قطعیت کوچکتر ارزش بیشتر و هزینه‌های بالاتری دارند [۱۳]. گزارش عدم قطعیت همراه با نتیجه اندازه‌گیری و یا کالیبراسیون ضروری می‌باشد زیرا محدوده مقادیری را معین می‌کند که نتیجه اندازه‌گیری می‌تواند داشته باشد [۱۲].

زیرساخت اندازه‌گیری

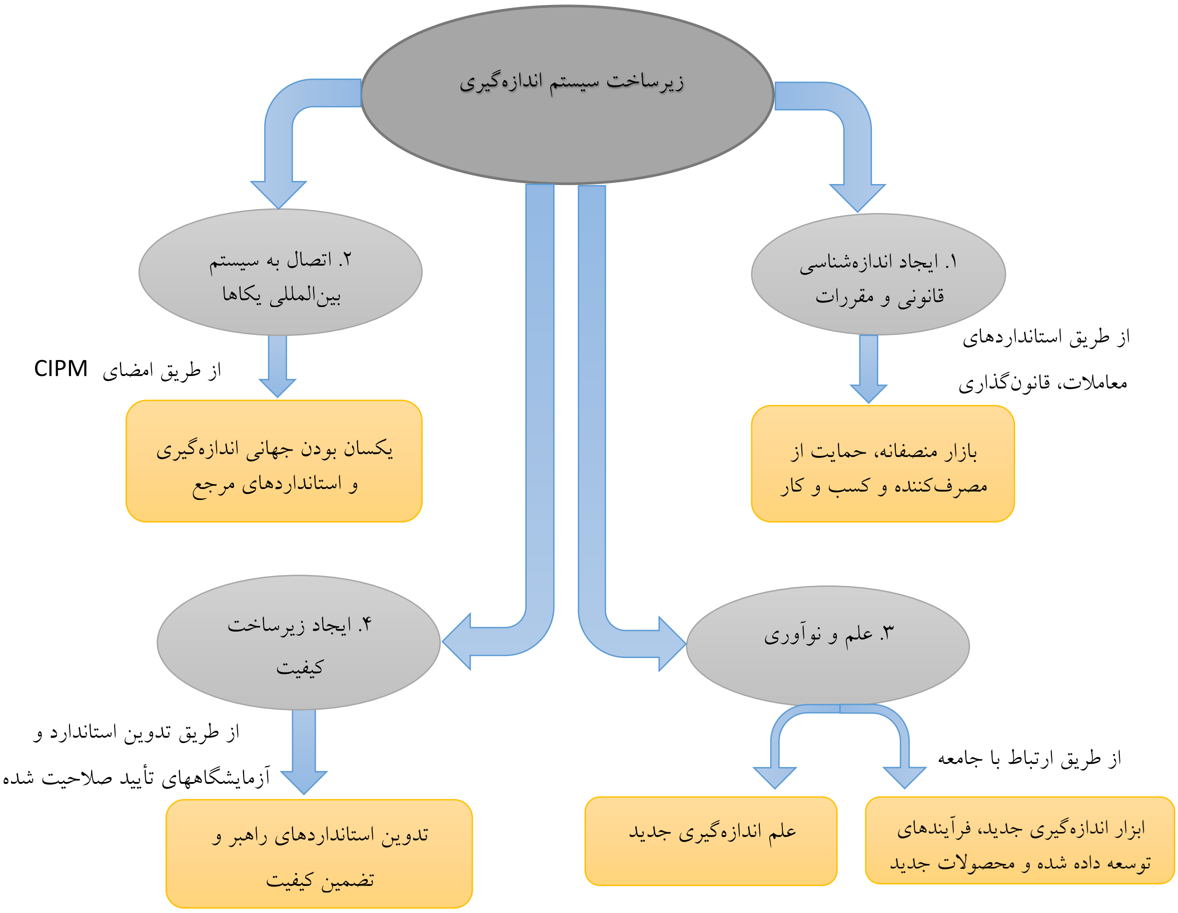
تولیدکنندگان هر کشور از طریق یک زیرساخت شناخته شده بین‌المللی که در شکل ۳ نشان داده شده است، می‌توانند محصولات خود را به دنیا عرضه کنند [۱۴–۱۵]. این زیرساخت شامل شبکه‌ای از اندازه‌شناسی علمی، آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون، ویژگی‌های استاندارد شده، به‌کارگیری علم و فناوری، قوانین و اعتباربخشی است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود. این زیرساخت، استانداردهای اندازه‌گیری را تعیین می‌کند و از دقت، سازگاری، مقایسه و قابلیت اطمینان اندازه‌گیری‌های انجام شده در کشور اطمینان حاصل می‌کند[۱۶]. مهمترین نقش مرکز ملی اندازه‌شناسی (NMI) در سیستم اندازه‌گیری یک کشور، برقراری اندازه‌شناسی علمی از طریق تحقق یکاهای پایه و حفظ استانداردهای ملی اولیه است [۴]. این مرکز قابلیت ردیابی به استانداردهای بین‌المللی را فراهم و سلسله مراتب کالیبراسیون ملی آن را تثبیت می‌کند. مرکز اندازه‌شناسی کشور ایران، با نام «مرکز ملی اندازه‌شناسی» فعالیت می‌کند و در سازمان ملی استاندارد ایران مستقر است.

موافقت‌نامه» ترتیبات شناسایی متقابل کمیته بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها (CIPM MRA)، نقطه آغاز اتصال هر کشور به سیستم اندازه‌گیری جهانی می‌باشد و نتیجه آن برقراری قابلیت ردیابی نتایج اندازه‌گیری و کالیبراسیون در سطح کشور خواهد بود [۱۷]. اندازه‌گیری‌های کشورهای عضو CIPM MRA توسط سایر کشورهای عضو به رسمیت شناخته می‌شود و می‌توانند با ثبت قابلیت کالیبراسیون و اندازه‌گیری خود در این سازمان علاوه‌بر برقراری قابلیت‌ردیابی اندازه‌گیری‌ها، بازار جهانی برای ارائه خدمات خود پیدا کنند. BIPM، پایگاه داده مقایسه‌ای و فهرستی از قابلیت‌های کالیبراسیون و اندازه‌گیری کشورهای شرکت‌کننده در CIPM MRA را نگهداری می‌کند [۱۸].

یک آزمایشگاه اندازه‌گیری زمانی معتبر شناخته می‌شود که یک نهاد اعتباربخشی، با ارزیابی پرسنل و سیستم‌های مدیریتی آن بر اساس استانداردهای بین‌المللی مانند الزامات عمومی استاندارد ISO/IEC 17025، صلاحیت ارائه خدمات آن را تأیید کند. برای به رسمیت شناختن بین‌المللی، نهاد اعتباربخشی یک کشور نیز باید با الزامات بین‌المللی مطابقت داشته باشد که هدف نهایی آن پذیرش نتایج آزمایشگاه‌های معتبر، از جمله نتایج آزمایشگاه‌های سایر کشورها توسط صنعت و دولت است. به این ترتیب، هدف تجارت آزاد یعنی«محصولی که یک بار آزمایش شده، در همه جا پذیرفته شود»، قابل‌تحقق است. نهاد اعتباربخشی کشور ایران، با نام «مرکز ملی تأیید صلاحیت ایران» فعالیت می‌کند و در سازمان ملی استاندارد ایران مستقر است.

برای ایجاد زبان مشترک و وحدت جهانی باید سیستمی از استانداردهای مکتوب، معیارها، قوانین برای فهم عبارات، تشریح اطلاعات کمی و کیفی را تنظیم و تدوین کرد. از این‌رو سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO) از طریق اعضای خود، کارشناسان را گردهم آورده تا دانش را به اشتراک بگذارند و استانداردهای بین‌المللی، مبتنی بر اجماع را جهت حمایت از نوآوری و ارائه راه‌حل‌هایی برای چالش‌های جهانی، توسعه دهند. ISO یک سازمان بین‌المللی مستقل و غیردولتی برای تدوین استاندارد، با عضویت ۱۶۷ سازمانِ استاندارد ملی در ۱۶۷ کشور مختلف است.

ایجاد آزمایشگاه‌های ملی جامع یا مؤسسات تحقیقاتی در حوزه‌های مختلف علم و فناوری جهت پشتیبانی از انتقال فناوری به بازار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۹]. هر کشور بایستی دارای یک پایگاه علمی برای ایجاد یک زیرساخت اندازه‌گیری باشد که با محققان برجسته و امکانات پشتیبانی شده توسط بخش‌های دولتی، مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌ها جهت تقویت ابزار اندازه‌گیری جدید، توسعه فرآیندهای اندازه‌گیری و محصولات جدید همکاری کند. به‌عنوان مثال نانومواد، محصولات جدیدی هستند که فقدان عدم قطعیت اندازه‌گیری در اکثر گزارش‌های اندازه‌گیری مشخصه‌های آنها، نیاز به تحقیق و استقرار مدل‌های جدید تخمین عدم قطعیت را آشکار می‌سازد. به‌علاوه، ویژگی‌های تجهیزات مورد استفاده در حوزه نانومقیاس به اندازه دستگاه‌های مورد استفاده در مقیاس معمولی شناخته



شکل۳: زیرساخت سیستم اندازه‌گیری

شده نیستند. بنابراین یکی از زمینه‌های مهم تحقیق و پژوهش در دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی پرداختن به‌تعیین عدم قطعیت و ساخت ابزار اندازه‌گیری در صنعت فناوری نانو است.

مثالی از تجارت بین‌المللی: تجارت بین کشور هندوستان و اندونزی

یک شرکت سازنده قطعات خودرو در کشور اندونزی برای خرید استیل شرکت «آهن و استیل پوهانگ» واقع در هندوستان مدرکی جهت اثبات قابل‌اطمینان بودن استیل آن شرکت، تقاضا می‌کند. استیل شرکت پوهانگ توسط آزمایشگاه آزمونِ همان شرکت، جهت انطباق با استاندارد بررسی می‌شود. به‌منظور اطمینان از اعتبار نتایج اندازه‌گیری آزمایشگاه آزمون، این آزمایشگاه باید گواهی تأیید صلاحیت از یک نهاد اعتباربخشی معتبر را دارا باشد. آزمایشگاه آزمونِ شرکت پوهانگ گواهی تأیید صلاحیت از سازمان اعتبارسنجی آزمایشگاه کره‌جنوبی (KOLAS) که خود تأیید صلاحیت شده یک سازمان معتبر بین‌المللی می‌باشد، را دارد. از طرفی کالیبراسیون‌هایی که شرکت هندی انجام می‌دهد قابلیت ردیابی به مرکز اندازه‌شناسی کره‌جنوبی را نیز دارد که موافقت‌نامه «ترتیبات شناسایی متقابل» کمیته بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها را امضا و در مقایسه‌های بین‌المللی شرکت کرده است. بنابراین استیل شرکت هندی مورد قبول بین‌المللی است و نیازی به تست دوباره این استیل‌ها در کشور اندونزی و کشور هند نمی‌باشد که در نتیجه منجر به ۵ میلیون دلار ذخیره ارزی گردید [۱۶].

اهمیت اندازه‌گیری و نقش آن در جامعه

اقتصاد، جامعه و شهروندان هر کشور بیش از هر زمان دیگری به اندازه‌گیریِ درست به همراه زیرساخت ملی و بین‌المللی نیاز دارند. با توجه به اینکه «علم اندازه‌گیری» در مورد بررسی دقیق فرآیندهای اندازه‌گیری است، بدون آن نمی‌توان هر چیزی را

به‌طور ایمن و قابل‌اعتماد کشف، طراحی، آزمایش، اثبات و یا تولید کرد. از پر کردن خودرو با بنزین گرفته تا عکس‌برداری با اشعه ایکس در بیمارستان؛ زندگی با اندازه‌گیری احاطه شده است.

نقش حیاتی اندازه‌شناسی در تولید را نمی‌توان دست کم گرفت. تضمین کیفیت در پشت فرآیندهای تولید مدرن، مدیون این علم است. اندازه‌شناسی علمی است که خطوط تولید را قادر می‌سازد هزاران قطعه یکسان از تجهیزات پیچیده تولید کنند. بدون قطعات استاندارد شده‌ای که اندازه‌شناسی امکان ایجاد آن را فراهم می‌کند، ما تولید انبوه نخواهیم داشت و جهان مکانی بسیار متفاوت خواهد بود. در تولید مدرن، هر هفته میلیون‌ها قطعه تولید می‌شود. در صنعت، از پیچ و مهره و قطعات ماشین‌کاری شده دقیق روی موتورها گرفته تا ساختارهای کوچک روی اجزای میکرو و نانو، همه به اندازه‌گیری دقیقی نیاز دارند. اکثر آنها در خطوط تولید خودکار با تعامل انسانی بسیار کم تولید می‌شوند. هر دستگاه در خط تولید قطعه خاصی را با مشخصات دقیق تولید می‌کند. بنابراین اندازه‌شناسی به تولیدکنندگان این امکان را می‌دهد که محصولات خود را با دقت بیشتر، سریعتر و با استانداردهای بالاتر تولید کنند. این مزایا با ارزان‌تر شدن محصولات و بالارفتن کیفیت به مصرف‌کنندگان منتقل می‌شود. همانطور که واضح است، علم اندازه‌گیری صرفاً در اختیار دانشمندان نیست. شبکه پیچیده اما نامرئی خدمات، تامین‌کنندگان و ارتباطات که همه ما به آن وابسته هستیم، برای عملکرد کارآمد و قابل اعتماد خود به اندازه‌شناسی متکی هستند. جهان برای مقابله با چالش‌های COVID-19، بهبود اقتصادی و بازگشت به رویارویی با چالش‌های بزرگ جهانی مانند تغییرات آب و هوا، دستیابی به انتشار خالص کربن صفر و پیری جمعیت، بهره‌برداری از فناوری‌های نوظهور مانند نانوفناوری، داده‌های بزرگ و دنیای دیجیتال، هوش مصنوعی، ارتباطات آینده و پزشکی به این فناوری نیاز دارد [۲].

تأثیرات اندازه‌شناسی بر تجارت و اقتصاد دو مورد از آشکارترین تأثیرات اجتماعی آن است. برای تسهیل تجارت منصفانه و دقیق بین کشورها، باید یک سیستم اندازه‌گیریِ مورد توافق وجود داشته باشد [۱۸]. اندازه‌گیری و تنظیم دقیق مصرف آب، سوخت، غذا و برق برای حمایت از مصرف‌کننده و ترویج جریان کالاها و خدمات بین شرکای تجاری حیاتی است [۲۰]. یک سیستم اندازه‌گیری مشترک و استانداردهای کیفیت، به نفع هر دو گروهِ مصرف‌کننده و تولیدکننده است. تولید محصول با یک استاندارد مشترک، هزینه و ریسک مصرف‌کننده را کاهش می‌دهد و تضمین می‌کند که محصول مورد نظر، نیازهای مصرف‌کننده را برآورده می‌کند. چندین مطالعه نشان داده‌اند که افزایش استانداردسازی در اندازه‌گیری تأثیر مثبتی بر تولید ناخالص داخلی دارد. در بریتانیا، حدود ۲۸.۴ درصد از رشد تولید ناخالص داخلی از سال ۱۹۲۱ تا ۲۰۱۳، نتیجه استانداردسازی و اندازه‌شناسی بوده است. در کانادا بین سال‌های ۱۹۸۱ و ۲۰۰۴ حدود ۹ درصد رشد تولید ناخالص داخلی مربوط به استانداردسازی بود و در آلمان سود اقتصادی سالانه استانداردسازی ۰.۷۲ درصد از تولید ناخالص داخلی تخمین زده می‌شود [۲۰].

اندازه‌شناسی قانونی با بهبود کارایی و قابلیت اطمینان، مرگ‌ها و جراحات تصادفی را با وسایل اندازه‌گیری، مانند دوربین‌های کنترل سرعت و تست سنجش الکل کاهش داده است. سیاست زیست‌محیطی مبتنی بر داده‌های تحقیقاتی است و اندازه‌گیری‌های دقیق برای ارزیابی تغییرات آب و هوا و مقررات زیست محیطی مهم هستند [۲۱]. جدای از مقررات، اندازه‌شناسی در حمایت از نوآوری نیز ضروری است. توانایی اندازه‌گیری، زیرساخت‌های فنی و ابزارهایی را فراهم می‌کند که می‌توان از آن برای نوآوری بیشتر استفاده کرد.

تاریخچه سه انقلاب صنعتی شامل انقلاب ماشین، انقلاب نیمه‌رسانا و انقلاب نانوتکنولوژی نشان می‌دهد که اندازه‌شناسی کلیدی برای قدرت انطباق فناوری‌های جدید با نیازهای صنعت است. مقایسه مشخصات سه انقلاب صنعتی که تاکنون رخ داده در جدول ۳ نشان داده شده است [۲۳].

نتیجه‌گیری

با توجه به ظهور فناوری‌های جدید در عرصه علم و مهندسی، جهان بیش از هر زمان دیگری به اندازه‌گیریِ «درست» برای افزایش امنیت اقتصادی، بهبود کیفیت زندگی و تسهیل تجارت جهانی نیاز دارد. منظور از اندازه‌گیری درست، اندازه‌گیری است که پایدار، مقایسه‌پذیر

جدول ۳: مقایسه مشخصات سه انقلاب صنعتی رخ داده

	انقلاب ماشین: ۱۹۲۰- ۱۸۰۰	انقلاب نیمه‌رسانا: ۲۰۱۰- ۱۹۵۰	انقلاب نانوتکنولوژی: ۲۰۰۰ تاکنون
بعد شاخص	میلی (1 mm = 1000 µm)	میکرو (1 µm = 1000 nm)	نانو (1 nm = 10^{-9} m)
تولید انبوه	اسلحه گرم، ماشین‌های دوزندگی، اتومبیل و ...	مدارهای نیمه‌رسانا	محصولات در مقیاس نانومتر شامل محصولات الکترونیکی، مغناطیسی، فوتونیکی، مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی
فرآیندها	تراشکاری، قالب گیری، ریخته گری، آهنگری و ...	لیتوگرافی مسطح، لیتوگرافی سه بعدی	لیتوگرافی مسطح، لیتوگرافی سه بعدی، خودآرایی نانواشیاء
الزامات اساسی	برش دقیق، بخشهای ماشینی قابل تعویض	برش دقیق، چیدن الگوی مدارهای الکتریکی	برش دقیق، چیدن الگوی مدارهای الکتریکی و نانواشیاء
استاندارد مرجع کالیبراسیون	بلوک سنجه (~ 1mm)	تداخل‌سنج‌های لیزری (~ 0.1 µm)	-
مثالی از ابزار اندازه‌گیری	کولیس	تصویربرداری نوری و الکترونی	تصویربرداری نوری و الکترونی، میکروسکوپی نانوتیپ

با دقت قابل‌اثبات و بیان عدم قطعیت باشد. برای اندازه گیری با کیفیت بالا و مورد اطمینان لازم است زیرساخت-های مورد نیاز از جمله برقراری قابلیت‌ردیابی اندازه‌گیری-ها همراه با بیان عدم قطعیت، کالیبراسیون و آزمون، تحت‌عنوان فعالیت‌های اندازه‌شناسی ایجاد گردند. بررسی-ها نشان می‌دهند، شرکت در مقایسه‌های بین‌المللیِ قابلیت‌های اندازه‌گیری و کنترل قانونی، روش‌های آزمون معتبر، سیستم کیفیت استقراریافته از دیگر موارد مهم زیرساخت سیستم اندازه‌گیری یک کشور به‌شمار می‌آیند. بنابراین دولت‌ها، دانشمندان، آزمایشگاه‌های ملی و صنعت با توجه به فرصت‌ها و نیازها در حوزه‌های مختلفِ این علم، باید روی تحقیقات، استقرار سیستم اندازه‌گیری، استانداردسازی و معرفی این علم در دانشگاه‌های کشور، تمرکز داشته باشند.

لازم به ذکر است قدرت اندازه‌گیری هر کشور بستگی به توسعه علمی آن دارد. کشورهای پیشرو در علم دارای قدرت اندازه-گیری بسیار دقیق با ابزارهای بسیار دقیق و پیشرفته دارند که حتی می توانند در زمان‌های بسیار کوتاه مانند زیپتو ثانیه (۱۰ به توان ۲۱ ثانیه) در اشیا نفوذ نمایند. لذا اداره موفق کشورها بستگی به حضور تجهیزات اندازه‌گیری دقیق و آزمایشگاه‌های ملی برای توسعه اندازه‌گیری‌های دقیق دارد.

منابع و مؤاخذ

[۱]. جی. ام. اس. سیلوا، مترجم: جواد آذرپرا، مبانی مترولوژی، صفحه ۱.

[2]. R. J. C. Brown, Measuring measurement- What is metrology and why does it matter, Measurement, 168 (2021) 108408.

[۳]. فرزین انتصاریان، گزارش طرح مطالعاتی بازنگری قانون موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران،فصل پنجم، ۱۳۹۰.

[4]. H. Czichos, Springer Handbook of Metrology and Testing, (2011) 3-22.

[5]. "Realise". Oxford English Dictionary, Oxford University Press.

[6]. Kilogram: Introduction, Available at: https://www.nist.gov/si-redefinition/kilogram, (2019).

[7] .ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, (2017).

[8]. ISO 9001, Quality management systems – Requirements, (2015).

[۹]. واژه نامه اندازه شناسی، مفاهیم پایه و عمومی و اصطلاحات مربوط، استاندارد ملی ایران به شماره ۴۷۲۳ سال ۱۳۹۰.

[10]. M. A. Lombardi, Traceability in Time and Frequency Metrology, NCSL Workshop & Symposium, Available at: https://tf.nist.gov/general/pdf/1297.pdf, (1999).
[11]. G. M. S. de Silva, Basic Metrology for ISO 9000 Certification, Routledge publication,(2016).
[۱۲]. تعریف عدم قطعیت، سال ۱۴۰۱، قابل مشاهده در:
http://iran-ppm.com/component/content/article
[۱۳]. اولین همایش ملی اندازه شناسی و نقش آن در توسعه ملی، سال۱۳۸۷، عدم قطعیت اندازه گیری در آزمایشگاههای آزمون، احد محمدی لیواری، صفحه ۳۵.
[14]. UK measurement strategy, Department for business, energy and industrial strategy, (2017).
[15]. Guidance on UK National Measurement System Available in: https://www.gov.uk/government/publications/national-measurement-system/uk-national-measurement-system#statutory-and-policy-obligations, (updated 5 January 2021).
[16]. M. Milton, Metrology at the service of the economy, society and citizens, International Bureau of Weights and Measures (2013).
[17]. E. Molloy, A. Koo, B. D. Hall and R. Harding, The Statistical Power and Confidence of Some Key Comparison Analysis Methods to Correctly Identify Participant Bias, Metrology, (2021). 52–73,
[18]. The BIPM key comparison database, Bureau International des Poids et Mesures, (2017).
[۱۹]. رضا یوسفی و علی اکبرموسوی موحدی، نقش آزمایشگاه‌های ملی و مؤسسات تحقیقاتی ماموریت‌گرا در توسعه علم و فناوری، نامه علوم پایه (فرهنگستان علوم)، مجلد ۲-۳ ، صفحات ۹۴-۱۰۱، سال ۱۴۰۰.
[20]. K. Robertson, Jan A. Swanepoel, The economics of metrology, Australian Government, Department of Industry, Innovation and Science, (2015).
[21]. Bruno A. Rodrigues Filho, Rodrigo F Gonçalves, Legal metrology, the economy and society: A systematic literature review, Measurement. 69: (2015).155–163, (2015).
[22] .Metrology for Society's Challenges – Metrology for Environment, EURAMET.
[23]. R. Bogue, Nanometrology: a critical discipline for the twenty-first century, Sensor Review, 27/3 (2007) 189–196.

زندگی‌نامه پنج آماردان بزرگ: از پیرسن تا افرون

مهدی شمس[۱،*]، زهرا احمدی[۲]

چکیده

در این مقاله ابتدا تاریخچه‌ای در مورد علم آمار و احتمال و همچنین چگونگی پیدایش و روند پیشرفت این علوم مطرح می‌شود. سپس زندگی‌نامه پنج آماردان بزرگ که نقش اساسی در تحول آمار و احتمال داشته‌اند مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. کارل پیرسون بنیان‌گذار آمار مدرن و از توسعه‌دهنگان نظریه ریاضی تکامل است. رونالد فیشر ریاضی‌دان و آماردان برجسته است و به‌عنوان پدر علم آمار مفاهیم مهمی مانند اطلاع فیشر، توزیع Z، توزیع F و آماره کمکی را معرفی کرد. جرزی نیمن یکی از بزرگان آمار مدرن است که به‌کمک پسر کارل پیرسون یعنی ایگون پیرسون مفاهیم جدیدی در آزمون فرضیه‌های آماری مثل فرضیه ساده، فرضیه مرکب، خطای نوع اول و دوم، توان آزمون، ناحیه بحرانی، سطح معنی‌داری را تعریف کردند. دبابراتا باسو یکی از آماردانان برجسته است که در بیشتر شاخه‌های آمار سهم مهمی ایفا می‌کرد. او طی ملاقات با فیشر دیدگاه بیزی را جایگزین دیدگاه نیمن-پیرسون یعنی چارچوب آمار کلاسیک کرد. قضیه اساسی او در مورد ارتباط بین بسندگی، آماره‌های کمکی و استقلال یکی از برجسته‌ترین مفاهیم آمار ریاضی است. بِرَدلی افرون به‌دلیل تکنیک‌های آماری رایانه‌ای نظیر روش نمونه‌گیری بوت‌استرپ و روش جک‌نایف مشهور است. این دانشمَند تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف آمار از جمله اخترفیزیک، آزمایشات بالینی، هندسه دیفرانسیل، بیز تجربی، استنباط داده‌های مربوط به ژن، نظریه احتمال، تحلیل بقا، نمونه‌گیری انجام داده است.

واژگان کلیدی: آمار، احتمال، فرایندهای تصادفی، ریاضی‌دان

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن: ۰۹۱۳۱۲۷۷۴۳۸، آدرس الکترونیکی mehdishams@kashanu.ac.ir

[۱] گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه کاشان

[۲] گروه آمار، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.14.6

مقدمه و تاریخچه‌ای پیرامون علم آمار و احتمال

آمار و احتمال شاخه‌هایی از ریاضی هستند که به قوانین حاکم بر پیشامدهای شانسی یا تصادفی شامل تجزیه و تحلیل، تفسیر و نمایش داده‌های عددی بستگی دارند. برخی حوادث به‌طور تصادفی رخ داده و برخی دیگر که انتظار وقوع آن هست رخ نمی‌دهد. علم احتمال از نتایجی که در آنها شانس دخالت می‌کند و قطعی نیستند ناشی شده است. به عقیده بسیاری از دانشمندان، علم احتمال از بازی‌های شانسی، قماربازی و بیمه در قرن ۱۷ سرچشمه گرفته شده است. شاید بتوان گفت که مبدأ آمار در سرشماری‌های اجرا شده در هزاران سال پیش باشد، هر چند که آمار به‌عنوان یک رشته علمی مشخص، در اوایل قرن ۱۹ به‌عنوان مطالعه جمعیت‌ها، اقتصاد و رفتارهای اجتماعی توسعه یافت و بعدها در همان قرن به‌عنوان ابزار ریاضی برای تحلیل چنین اعدادی به کار برده می‌شد [۱]. تولد احتمال با مکاتبه بین پاسکال[1] و فرما[2] آغاز می‌شود که به دیدگاه کلاسیک برای محاسبه احتمالات معروف است. در حقیقت فرض کنید یک بازی دارای n نتیجه هم‌شانس است که برای هر کدام از این نتایج m نتیجه متناظر با برد موجود است، آنگاه احتمال برنده شدن m/n است. روش دیگری که به روش فراوانی مشهور است مبتنی بر تکرار یک بازی به تعداد دفعات زیاد تحت شرایط یکسان است. احتمال برنده شدن به‌طور تقریبی برابر با نسبت بردها روی تکرارها هست. بنا به قانون اعداد بزرگ، وقتی یک آزمایش به تعداد دفعات بسیار تکرار شود، متوسط پیش‌آمدها به امید ریاضی متغیر تصادفی مربوطه بسیار نزدیک می‌شود. برای مثال وقتی یک سکه ۱۰۰۰ بار پرتاب شود، آمدن ۵۰۰ بار خط بسیار محتمل است و هر چه تعداد دفعات پرتاب بیشتر باشد، احتمال آمدن شیر یا خط بیشتر نزدیک ۰/۵ می‌شود. در قرن ۲۰، آمار و احتمال بر اساس تحقیقاتی که توسط فیشر و نیمن بر روی آزمون فرضیه‌ها انجام شد به هم متصل شدند، به‌طوری که امروزه به‌طور وسیع از این علم در آزمایشات زیستی و روان‌شناختی و بالینی داروها، اقتصاد، علوم اجتماعی و طبیعی استفاده می‌شود [۲]. برای مثال، اگر فرضیه این که دارو معمولاً مؤثر است، صحیح باشد، توزیع احتمال متناظر با آن افزایش می‌یابد. اگر مشاهدات تقریباً با فرضیه موافق باشد، فرضیه تأیید شده و در غیر این صورت رد می‌شود. نظریه فرایندهای تصادفی در شاخه‌هایی نظیر فرایندهای مارکف و حرکت براونی، حرکات تصادفی ذرات کوچک معلق در مایع وسعت یافت که یک مدل برای مطالعه نوسانات تصادفی در بازارهای سهام، منجر به استفاده از مدل‌های پیچیده احتمال در ریاضیات مالی بود [۳].

در این مقاله زندگی‌نامه پنج آماردان بزرگ که نقش مهمی در تحول آمار و احتمال داشته‌اند مورد بررسی قرار می‌گیرد. دانشمندانی که در این مقاله زندگی و آثار و رویکردهای علمی آنها مورد تحلیل قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از پیرسون، فیشر، نیمن، باسو و افرون که همگی این افراد جزو تأثیرگذارترین محققانی بوده‌اند که باعث پیشبرد علم آمار و احتمال شده‌اند.

کارل پیرسون

کارل پیرسون[3] در ۲۷ مارس ۱۸۷۵، در انگلستان متولد شد. این آماردان انگلیسی، بنیان‌گذار آمار مدرن و طرفدار برجسته اصلاح نژاد و مفسر فلسفه بود. پیرسون که در یکی از کلیساهای انگلستان بزرگ شده بود، پایبند آزاداندیشی بود. پیرسون بورسیه دانشکده کینگ، دانشگاه کمبریج را دریافت کرد. او در آلمان به‌مدت یک سال در فلسفه، فیزیک و حقوق مطالعه کرد و در بازگشت به لندن، در مورد تاریخ و فولکلور آلمان سخنرانی کرد. وی در سال ۱۸۸۵ باشگاه زنان و مردان را تأسیس کرد تا از دیدگاه مردم‌شناسی و تاریخی، موقعیت اجتماعی زنان و معاشرت آنان با مردان را مورد بحث قرار دهد. پس از انحلال گروه در سال ۱۸۹۰، با منشی باشگاه، ماریا شارپ[4] ازدواج کرد. این زوج دارای سه فرزند بودند که یکی از فرزندان آنها به اسم ایگون شارپ پیرسون[5] راه پدر را ادامه داد و یک آماردان برجسته شد و جانشین پدرش به‌عنوان رئیس بخش آمار کاربردی در دانشگاه شد. ماریا در سال ۱۹۲۸ در گذشت و در سال ۱۹۳۰ کارل با مارگارت ویکتوریا چایلد[6] یکی از همکاران آزمایشگاه زیست‌سنجی ازدواج کرد [۴].

[1]Blaise Pascal
[2]Pierre de Fermat
[3]Karl Pearson
[4]Maria Sharpe
[5]Egon Sharpe Pearson
[6]Margaret Victoria Child

در سال ۱۸۸۴ پیرسون به‌عنوان استاد ریاضیات کاربردی و مکانیک در دانشگاه لندن منصوب شد. او عمدتاً روش‌های گرافیکی را به دانشجویان مهندسی آموزش می‌داد و این کار باعث علاقه اولیه او به آمار شد. او در سال ۱۸۹۲ کتاب «دستور زبان علم» [۵] را منتشر کرد و در آن استدلال کرد که روش‌های علمی در اصل توصیفی است نه توضیحی. به‌زودی او همین استدلال را در مورد آمار ارائه کرد و به‌ویژه بر اهمیت کمی برای زیست‌شناسی، پزشکی و علوم اجتماعی تأکید کرد. مشکل اندازه‌گیری که توسط همکارش وِلدون[1] مطرح شد، پیرسون را مجذوب به این دانش کرد و باعث شد از دیدگاه آماری این مسئله را تجزیه و تحلیل کند. تحقیقات آنها مدیون پژوهش‌های فرانسیس گالتون[2] بود که به ویژه سعی کرد از استدلال آماری برای مطالعه تکامل زیستی و اصلاح نژادی استفاده کند. پیرسون، به‌همین ترتیب به توسعه نظریه ریاضی تکامل علاقه‌مند و هم‌چنین مدافع سرسخت نژادپرستی شد. او از طریق پژوهش‌های ریاضی خود و ایجاد مؤسسه، نقش اصلی در ایجاد آمار مدرن ایفا کرد. مبنای ریاضیات آماری او از روی روش تقریب حداقل مربعات، که در اوایل قرن ۱۹ به‌منظور تخمین مقادیر حاصل از اندازه‌گیری‌های مکرر نجومی و زمین‌شناسی با استفاده از نظریه احتمالات تهیه شده بود، ناشی شد. پیرسون از این مطالعات در ایجاد زمینه جدیدی استفاده کرد که نقش آن مدیریت و استنباط از داده‌ها در همه زمینه‌ها بود [۴].

پیرسون به‌عنوان یک آماردان بر اندازه‌گیری همبستگی‌ها و برازش منحنی‌ها به داده‌ها تأکید داشت و برای هدف دوم توزیع جدید مربع کای را توسعه داد. مقالات پیرسون به جای پرداختن به نظریه ریاضی، اغلب ابزارهای آمار را برای مسائل علمی به کار می‌برند.

پیرسون با کمک دستیار اول خود یول[3]، آزمایشگاه زیست‌سنجی را بر اساس مدل آزمایشگاه مهندسی در دانشکده ایجاد کرد و گروه متعهدی از دستیاران را به خدمت گرفت. آنها پس از اندازه‌گیری جمجمه‌ها، جمع‌آوری اطلاعات پزشکی و آموزشی و محاسبه جداول، ایده‌های جدید آماری را به‌دست آورده و به‌کار بردند. پیرسون در سال ۱۹۰۱ با کمک ولدون و گالتون، اولین جامعه آمار مدرن را تأسیس کرد.

ادعاهای بزرگ پیرسون در مورد آمار او را به یک سری جنجال‌های تلخ کشاند. او تجزیه و تحلیل منحنی‌های پیوسته ویلیام بیتسون[4] دانشمند پیشرو ژنتیک مندلی را مورد انتقاد قرار داد. پیرسون با پزشکان و اقتصاددانانی که بدون تسلط بر ریاضیات از آمار استفاده می‌کردند و یا برعلل ارثی محیط‌زیست تأکید داشتند، مبارزه کرد. همچنین با صف طولانی از آماردانان از جمله بسیاری از شاگردان خود و حتی آماردان بزرگ فیشر به مجادله و بحث پرداخت. در دهه ۱۹۲۰ با افزایش شهرت فیشر، اعتبار پیرسون کمرنگ شد. پس از بازنشستگی در سال ۱۹۳۳، موقعیت پیرسون در دانشگاه بین فیشر و پسر پیرسون، ایگون، تقسیم شد. قانون پیرسون درباره وراثت اجدادی بیان می‌کرد، پلاسم اصل شامل عناصر وراثتی است که از والدین و اجداد دورتر به ارث رسیده و نسبت آنها برای صفات مختلف متفاوت است [۶].

پیرسون از پیروان گالتون بود و اگر چه این دو در برخی جهات با هم تفاوت داشتند، ولی پیرسون در تدوین مکتب زیست‌سنجی برای وراثت، مانند قانون رگرسیون، از مقدار قابل‌توجهی مفاهیم آماری گالتون استفاده کرد. مکتب زیست‌سنجی، بر خلاف مندلیان، مکانیزمی برای وراثت ارائه نمی‌داد، بلکه روی ارائه توصیفی ریاضی برای وراثت که ماهیت علیتی ندارد، تمرکز کرد. در حالی‌که گالتون نظریه تکاملی ناپیوسته‌ای را پیشنهاد می‌کرد، که در آن گونه‌ها باید از طریق جهش‌های بزرگ و نه از طریق تغییرات کوچکی که در طول زمان ایجاد می‌شد، تغییر کند. پیرسون به نقص‌هایی در استدلال گالتون اشاره کرد و در واقع از ایده‌های گالتون عمدتاً برای نظریه تکامل استفاده کرد. مندلی‌ها از نظریه ناپیوسته حمایت می‌کردند. در حالی‌که گالتون عمدتاً بر کاربرد روش‌های آماری در مطالعه و وراثت تمرکز داشت. پیرسون و همکارش ولدون استدلال آماری در زمینه‌های وراثت، تنوع، همبستگی و انتخاب طبیعی و جنسی را گسترش دادند. برای پیرسون، قوانین طبیعت که به‌منظور پیش‌بینی دقیق و توصیف روند داده‌های مشاهده شده مفید بود، اهمیت داشت. علت مطالعه روند این بود که دنباله خاصی در گذشته رخ داده و تکرار شده است. بنابراین شناسایی مکانیزم خاصی از ژنتیک تلاش شایسته زیست‌شناسان نبود، بلکه آنها باید بر توصیفات

[1]Walter F. R. Weldon
[2]Francis Galton
[3]George Udny Yule
[4]William Bateson

ریاضی داده‌های تجربی تمرکز کنند. اگر چه رویکرد زیست‌سنجی در نهایت با رویکرد مندلی از بین رفت، اما تکنیک‌های پیرسون و زیست‌سنجی در آن زمان توسعه یافته و برای مطالعات زیست‌شناسی و تکامل امروزه حیاتی بود [۴].
کارل پیرسون در ۲۷ آوریل ۱۹۳۶ در انگلستان درگذشت.

رونالد فیشر

رونالد فیشر[۱] در ۱۷ فوریه سال ۱۸۹۰ در انگلستان متولد شد. او یک دانشمند، ریاضی‌دان، آماردان، ژنتیک‌شناس برجسته و مشهور بریتانیایی بود. به‌دلیل فعالیت در زمینه آمار، از او به‌عنوان نابغه‌ای که تقریباً به تنهایی پایه‌های علم آمار مدرن را ایجاد کرده و چهره برتر در آمار قرن بیستم یاد شده است. او در تحقیقات خود در علم ژنتیک، از ریاضیات برای ترکیب ژنتیک مندلی و انتخاب طبیعی استفاده کرده است. این امر به تجدید حیات داروینیسم در اوایل قرن ۲۰ در نظریه تکامل معروف به سنتز مدرن کمک کرد. به دلیل مشارکت فیشر در زیست‌شناسی، او را بزرگ‌ترین جانشین داروین[۲] می‌نامند که البته وی از کودکی نیز مجذوب به کار داروین در زمینه تکامل بود. فیشر نظرات قوی در مورد نژاد و اصلاح آن داشت و بر تفاوت‌های نژادی اصرار داشت. با این حال شواهد نشان می‌دهد، با وجود این که او یک نژادپرست بود، از نژادپرستی علمی حمایت نمی‌کرد. او در بیانیه یونسکو در سال ۱۹۵۰ مخالف نژادپرستی بود و بیان کرد که دانش علمی موجود، پایه محکمی برای این باور است که گروه های بشری از توانایی ذاتی فکری و عاطفی متفاوت برخوردار هستند. از سال ۱۹۱۹ به بعد ۱۴ سال در ایستگاه آزمایشی روتامستد کار کرد، در آنجا داده‌های بزرگ را از آزمایشات محصولات از دهه ۱۸۴۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و آنالیز واریانس را توسعه داد و شهرت خود را در آنجا به‌عنوان یک زیست–آماردان تثبیت کرد. فیشر به‌عنوان یکی از سه بنیان‌گذار اصلی ژنتیک جمعیت شناخته می‌شود. مشارکت‌های وی در آمارگیری شامل ترویج روش حداکثر درست‌نمایی و استخراج ویژگی‌های برآورد کننده حداکثر درست‌نمایی، اصول بنیادی طراحی آزمایش‌ها و موارد دیگر است. فیشر استفاده از آزمون T را توسعه داد و همچنین تفسیر صحیح برای استفاده از آزمون پیرسون به منظور مطلوب بودن آزمون را ارائه داد [۷].
اولین کتاب فیشر به نام «روش‌های آماری برای کارگران تحقیق» در سال ۱۹۲۵ منتشر شد [۸]. وی اولین فردی بود که رویکرد علمی را در زمینه طراحی و تجزیه و تحلیل آزمایش‌ها پیشنهاد کرد و در کتاب کلاسیک خود به نام «طراحی آزمایش‌ها» که برای اولین بار در سال ۱۹۳۵ منتشر شد، روش‌هایی برای افزایش قابلیت اطمینان استنباط‌ها بر اثرات تیمارها پیشنهاد کرد [۹]. وی خاطر نشان کرد که اطلاعات بیشتری را می‌توان از یک آزمایش با استفاده از ترکیب سطح‌های دو یا چند تیمار نسبت به زمانی که آزمایشات متوالی که هر یک در یک زمان و یک عامل را مورد بررسی قرار دادند، به‌دست آورد [۱۰].
فیشر به‌واسطه داشتن بینش هندسی فوق‌العاده، به مسائل چندبعدی علاقه داشت که امروزه به این شاخه تحلیل چندمتغیره گویند. به‌عنوان نمونه، پژوهش او در زمینه توزیع روی کره، برای محققانی که جهت مغناطیس در سنگ‌های زمین را به‌منظور درک رانش قاره‌ای مطالعه می‌کنند، مفید واقع شده است [۷].
کاربردهای گسترده تحولات آماری فیشر بدون شک در نجات جان میلیون‌ها نفر و بهبود کیفیت زندگی آنها نقش داشته است. هر کسی که حتی یک دوره ابتدایی را در آمار گذرانده باشد، به بسیاری از مفاهیم و آزمون‌هایی که فیشر در آنها پیشگام بوده، برخورد کرده است.
فیشر در ژنتیک و زیست‌شناسی تکاملی مشارکت‌های راهگشا داشته است. وی به‌عنوان دانشجوی کارشناسی در دهه ۱۹۱۰، با علم جدید ژنتیک آشنا شد. اولین مشارکت وی در ژنتیک مقاله مشهور او با عنوان «همبستگی بین خویشاوندان در فرض وراثت مندلی» [۱۱] است. او نشان داد که چگونه ژنتیک مندلی می‌تواند الگوهای همبستگی بین خویشاوندان را در ویژگی‌هایی مانند قد براساس این فرضیه که عوامل ژنتیکی مختلف به‌همراه عوامل غیرژنتیکی به چنین تغییرات کمّی کمک می‌کند، توضیح دهد.
فیشر همچنین ماشین ریاضی را معرفی کرد که این امر زمینه‌ساز تحقیقات در زمینه ژنتیک صفات پیچیده در صد سال گذشته با کاربردهای مهم در پرورش حیوانات و گیاهان و تجزیه و تحلیل ژنتیکی بسیاری از بیماری‌ها و اختلالات انسانی شده است. او

[۱] Ronald Fisher
[۲] Charles Robert Darwin

در طول دهه ۱۹۳۰، بیشتر توجه خود را به ژنتیک انسان معطوف کرد و روش‌های آماری مؤثر برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین ژن‌های انسان را توسعه داد. فیشر اولین فردی بود که مطالعه گروه‌های خونی انسان را در انگلستان به‌عنوان رویکردی در زمینه ژنتیک جمعیت انسانی آغاز کرد. نتیجه این تجزیه و تحلیل، سامانه گروه خونی رزوس بود که نظم در هرج و مرج داده‌ها را به ارمغان آورد. ناسازگاری بین رزوس مادر و جنین، علت اصلی بیماری همولیتیک نوزاد است. درک ژنتیکی رزوس باعث شده تا این بیماری تا حد زیادی قابل پیشگیری باشد [۱۲].

بعضی از دانشجویان دکترای فیشر مثل رائو[1] از مخالفان سرسخت و برجسته آمار بیزی بودند. فیشر اولین کسی بود که در سال ۱۹۵۰ از عبارت بیزی استفاده کرد. از مفاهیم مهمی که توسط فیشر بنیان‌گذاری شد، می‌توان به آزمایش دقیق فیشر، نابرابری فیشر، اصل فیشر، مدل هندسی فیشر، اطلاع فیشر، قضیه اساسی فیشر در انتخاب طبیعی، توزیع Z فیشر، توزیع F فیشر، آماره کمکی اشاره کرد.

فیشر در ۲۹ ژوئیه ۱۹۶۲ در استرالیا جان سپرد.

جرزی نیمن

جرزی نیمن[2] یکی از معماران اصلی آمار مدرن و مدیر آزمایشگاه آمار در دانشگاه کالیفرنیا، برکلی بود. او در ۱۶ آوریل ۱۸۹۴ در یک خانواده لهستانی در یکی از بنادر روسیه متولد شد. در زمان تولد او، لهستان به‌عنوان یک کشور مستقل وجود نداشت و بین آلمان، اتریش و روسیه تقسیم شده بود. وقتی نیمن ۱۲ ساله بود، پدرش که وکیل بود بر اثر سکته قلبی درگذشت. مادر دلسوز نیمن، خانواده‌اش را به خارکوف منتقل کرد و نیمن در همین مکان در مدرسه و دانشکده تحصیل کرد. نیمن اگر چه متولد لهستان بود، اما به زبان روسی، اوکراینی، آلمانی، فرانسوی و لاتین نیز مسلط بود. پس از فارغ‌التحصیلی از دبیرستان، با هماهنگی مادرش، در یک اردوی دانش‌آموزی برای دیدن اروپا سفر کرد. قبل از ورود به دانشکده در خارکف تصمیم گرفت به جای تحصیل در حرفه پدرش، ریاضیات را مطالعه کند. وی از حمایت و تشویق مادرش برخوردار بود. در سال ۱۹۲۱ پس از پیمان صلح لهستان و اتحاد جماهیر شوروی، نیمن در برنامه بازگشت اُسرای جنگی بین دو کشور به لهستان اعزام شد. وی سرزمین پدری خود را برای اولین بار در ۲۷ سالگی دید [۱۳].

علاقه نیمن به ریاضیات زمانی تقویت شد که او در دانشگاه خارکف با برنشتاین[3] احتمال‌دان روسی تحصیل کرد. نیمن مجذوب مجموعه‌ها، اندازه و ارقام شد. در ایامی که در دانشگاه تحصیل می‌کرد، ۵ قضیه در انتگرال لبگ را به تنهایی ثابت کرد. پایان‌نامه وی در دانشگاه خارکف در مورد انتگرال لبگ بود. در سال ۱۹۱۷، نیمن برای تحصیلات تکمیلی به دانشگاه بازگشت. در سال بعد، او دانشجوی دکترای مؤسسه فناوری خارکف بود. نیمن در دانشگاه ورشو ریاضیات را نزد سرپینسکی[4] آموخت. او دکترای فلسفه را نیز در دانشگاه ورشو در سال ۱۹۲۴ دریافت کرد. نیمن در اوقات فراغت دوره دانشجویی، مشغول تدریس ریاضیات و آمار برای تأمین معاش بود. او اولین بار با نام کارل پیرسون با خواندن کتاب «دستور زبان علم» [۵] آشنا شد. ظاهراً او تحت تأثیر دیدگاه‌های فلسفی پیرسون قرار گرفت. به نظر می رسد نیمن برنامه‌های کاربردی آمار ریاضی را با برنشتاین در دانشگاه خارکوف مطالعه کرده بود، اما او بیشتر آمار را از طریق تحقیقات فردی، به‌ویژه در آزمایشات کشاورزی، آموخت. او در سال ۱۹۲۱ در مؤسسه ملی کشاورزی در لهستان سمت دستیار ارشد آماری را داشت و در سال ۱۹۲۲ مدرس ویژه دانشکده کشاورزی در ورشو بود. در پاییز ۱۹۲۵، سرپینسکی و باسالیک[5]، مدیر مؤسسه ملی کشاورزی با پرداخت کمک مالی به دولت لهستان، این امکان را فراهم کردند که نیمن برای مطالعه آمار ریاضی نزد کارل پیرسون در لندن برود [۱۴].

نیمن در ریاضیات و آمار آمادگی مناسبی داشت. در لندن، نیمن و پسر پیرسون یعنی ایگون (که مرد جوانی در سن و سال خود او بود) دوستان خوبی بودند. در طول سال تحصیلی ۱۹۲۶ تا ۱۹۲۷ نیمن با بورسیه راکفلر تحصیل می‌کرد تا ریاضیات محض را در فرانسه مطالعه کند. او در سخنرانی‌های امیل بورل[6] در دانشگاه پاریس و همچنین سخنرانی‌های لِبگ[7] در دانشکده فرانسه شرکت کرد. به احتمال زیاد در این سال تحصیلی، وی با

---

[1]C. R. Rao
[2]Jerzy Neyman
[3]Sergei Natanovich Bernstein
[4]Waclaw Seirpinski
[5]Kazimierz Bassalik
[6]Emile Borel
[7]Henri Léon Lebesgue

مطالعه ریاضی در پاریس، خود را برای تحقیقات مشترک با ایگون در توسعه نظریه آماری در سال‌های آینده آماده کرده بود. کار مشترک نیمن و ایگون پیرسون به‌طور رسمی در بهار ۱۹۲۷ هنگامی که پیرسون از نیمن در پاریس دیدن کرد، آغاز شد. نیمن و پیرسون در توسعه نظریه خود، فرضیه‌های مقابل را گنجاندند و در آزمون فرضیه‌های مربوط به مقادیر نامعلوم جامعه آماری بر اساس مشاهدات نمونه که در معرض تغییرات هستند، دو نوع خطا را تعریف کردند و خطای رد یک فرضیه واقعی و خطای پذیرش یک فرضیه غلط را به ترتیب خطای نوع اول و دوم نامیدند. آنها به احتمال رد فرضیه در صورت نادرست بودن اهمیت می‌دادند و این احتمال را توان آزمون نامیدند. هم‌چنین اصطلاح «ناحیه بحرانی» را برای نشان دادن مجموعه‌ای از مقادیر آماری نمونه که منجر به رد فرضیه مورد آزمایش می‌شود، پیشنهاد کردند. اندازه یک ناحیه بحرانی، احتمال ایجاد اولین نوع خطا است که آن را سطح معنی‌داری نامیدند. آنها فرضیه‌ای که توزیع احتمال را کاملاً مشخص می‌کند، فرضیه ساده نامیدند. یک فرضیه که ساده نیست، مرکب است. برای مثال یک فرضیه در مورد میانگین توزیع نرمال با انحراف معیار معلوم، یک فرضیه ساده است و اگر انحراف استاندارد نامعلوم باشد، فرضیه مرکب است [۱۳].

نیمن فردی بسیار پویا و سرشار از ایده و انرژی بود. بلافاصله پس از تأسیس آزمایشگاه آماری و برنامه‌های آموزشی، برنامه‌های هم‌اندیشی آمار و احتمالات و ریاضی به‌منظور پایان جنگ و تحریک بازگشت به تحقیقات نظری ترتیب داد. مجموعه مقالات هم‌نشست ویرایش شده توسط نیمن، در سال ۱۹۴۹ برای تقویت همکاری و تحقیقات بین آزمایش‌گر و آماردان منتشر شد. موفقیت این هم‌نشست باعث شد تا نیمن هر ۵ سال یک‌بار یک سری هم‌نشست را سازمان‌دهی کند. ششمین هم‌نشست برکلی، که در سه دوره مختلف در سال‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ برگزار شد، با حضور ۲۴۰ نویسنده برجسته در ۳۳ زمینه موضوعی در زمینه نظریه احتمال، آمار ریاضی و زمینه‌های علمی با کاربرد آمار انجام شد [۱۴].

نیمن در طول ۴۰ سالی که در برکلی بود از دانشجویان سراسر دنیا خواسته بود تا در سخنرانی‌هایش شرکت کنند و روش مناسب تحقیق را بشناسند. وی مردی سخاوتمند بود و به هر طریقی که می‌توانست به دانشجویان کمک مالی می‌کرد. او هم‌چنین برای دانشجویان بورسیه دانشگاه، توصیه‌نامه علمی می‌نوشت و برای حمایت از آنها کمک‌های ملی دریافت می‌کرد و در مواقعی که نمی‌توانست منابع مورد نیاز را تأمین کند، هزینه را به صورت شخصی می‌پرداخت. نیمن می‌گفت: «آمار خدمتگزار همه علوم است». جرزی نیمن به طریق مختلف دامنه و کیفیت خدمات علمی را بهبود بخشید و بالاخره در ۵ اوت ۱۹۸۱ در کالیفرنیا درگذشت [۱۴].

دِبابراتا باسو

دبابراتا باسو[1] در سال ۱۹۲۵ در داکای هند (بنگلادش کنونی) متولد شد. ریاضیات را در دانشگاه داکا آموخت و آمار را به‌عنوان یکی از دروس ارائه شده در برنامه آموزشی رشته ریاضیات فرا گرفت [۱۵]. باسو پس از کسب درجه کارشناسی ارشد از دانشگاه داکا، در سال‌های ۱۹۴۷ و ۱۹۴۸ در همان دانشگاه مشغول به تدریس شد. او همواره آرزوی ریاضیدان شدن را در سر می‌پروراند، اما به‌دلیل اتفاقات حزن‌آور سیاسی در آن دوران این امر میسر نگردید و در سال ۱۹۵۰ برای همیشه به کلکته رفته و در آنجا به مؤسسه آمار هندوستان پیوست و به همراه رائو مشغول به تحقیق شد. باسو پس از دفاع از رساله خود در سال ۱۹۵۳ با استفاده از بورس تحقیقاتی فولبرایت به برکلی رفت و با دیدگاه نیمن–پیرسون (چارچوب آمار کلاسیک) آشنا شد. شک او در این زمینه وقتی آغاز شد که طی ملاقات با فیشر در مؤسسه آمار آمریکا در سال ۱۹۵۵ از پارادکس شرطی فیشر مطلع شد. پس از آن انجام تحقیقات، در سال ۱۹۶۸ دیدگاه بیزی را قبول کرده و افراد زیادی را متقاعد به پذیرفتن دیدگاه بیزی کرد. باسو اعتقاد کمی به آمار کلاسیک داشت و عقیده داشت که معمولاً اطلاعات کمی در داده‌ها وجود دارد و آن حرفه آماردان است که آن را از دل داده‌ها استخراج کند [۱۵].

باسو در برخی شاخه‌های آمار سهم مهمی ایفا می‌کند. قضیه باسو [۱۶] مثل لم نیمن–پیرسون، نامساوی کرامر–رائو و قضیه رائو–بلاکول هسته اصلی استنباط آمار کلاسیک را تشکیل می‌دهد [۱۵]. این قضیه باعث کشف ارتباط بین بسندگی، آماره‌های کمکی و استقلال می‌شود که البته قبل از آن چنین ارتباطی تصور

[1] Debabrata Basu

نمی‌شد. باسو در طول زندگی خود به استقلال شرطی توجه خاصی داشت [۱۵] و تخصص وی بیشتر در زمینه استنباط آماری و نمونه‌گیری بود. وی مثال‌های نقض زیبایی در بعضی شاخه‌های آمار دارد. همچنین مقالات زیادی در زمینه درست‌نمایی و نظریه اطلاع و آماره‌های کمکی و پیمایش‌های نمونه‌ای از دیدگاه بیزی، تحلیل‌های طرح–پایه و تحقیقاتی برای ارائه روش‌های جایگزین که با در اختیار داشتن داده‌ها دارای خواص فراوانی مناسب باشند ارائه کرد [۱۵].

باسو قبل از آمدن به دانشگاه فلوریدا در سال ۱۹۷۵ در ایالات متحده سمت‌های زیادی داشت [۱۷] و از اعضاء انتخابی مؤسسه بین‌المللی آمار و مؤسسه آمار ریاضی بود. وی تقریباً در ۱۲ دانشگاه ایالات متحده سخنرانی کرد. او در سمت اولین رئیس مطالعاتی در مؤسسه آمار به همراه رائو و هالدان[1] برنامه آموزشی جدیدی را در آمار بیز شروع کردند که یکی از دوره‌های مبتکرانه در دهه ۶۰ بود [۱۵]. وی سال‌های زیادی در مؤسسه آمار هند و دانشگاه فلوریدا تدریس کرد (۱۹۷۵ تا ۱۹۸۵) و در سال ۱۹۹۰ به درجه استادی این دانشگاه انتخاب شد و در همین سال از دانشگاه فلوریدا بازنشسته شد [۱۷].

باسو به کم کردن جزئیات غیرلازم و این که یک مطلب چگونه از یک تفکر ساده و روشن نتیجه می‌شود، معتقد بود [۱۷]. او همواره نسبت به تدریس و سنجش مناسب دانشجویان دغدغه خاطر داشت. باسو یک معلم بزرگ و یک اندیشمند و محقق واقعی بود [۱۸] و به دانشجویانش عشق می‌ورزید و دانشجویان وی نیز به او علاقه‌مند بودند [۱۷]. در سمینارهای او، استادان و دانشجویان به یک اندازه الهام می‌گرفتند. باسو به درختان، گل‌ها و بچه‌ها عشق می‌ورزید و در سرتاسر زندگی خود به باغبانی و بازی بریج علاقه داشت. خانواده او عقیده دارند که از بین همه صفات خوبش، مهربانی او نسبت به انسان‌های دیگر، مخصوصاً بچه‌ها و مستمندان بیش از همه بارز بود [۱۵]. باسو در اواخر عمر نابینا شد و در ۲۴ مارس سال ۲۰۰۱ بر اثر بیماری آلزایمر در کلکته جان سپرد.

بِرَدلی افرون

بِرَدلی افرون[2] در ۲۴ می ۱۹۳۸ در ایالات متحده متولد شد. او در سامانه مدارس دولتی سنت‌پل و سپس در دبیرستان مرکزی تحصیل کرد و همیشه بهترین دانش‌آموز ریاضی در کلاس بود. او مقطع کارشناسی خود را در رشته ریاضی در مؤسسه فناوری کالیفرنیا به پایان رساند و در سال ۱۹۴۶ دکترای خود را در رشته آمار دانشگاه استنفورد اخذ کرد و در همان سال به گروه آمار دانشگاه استنفورد پیوست. وی به ترتیب در سال‌های ۱۹۶۸ و ۱۹۷۲ به درجه دانشیاری و استادی ارتقا یافت. او از سال ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۲ عضو هیأت علمی دانشکده علوم انسانی و علوم، رئیس دانشکده، مدیر گروه آمار (سه دوره) در دانشگاه استنفورد بود [۱۹]. او به‌دلیل روش نمونه‌گیری بوت‌استرپ که اولین تکنیک‌های آماری رایانه‌ای است و تأثیر عمده‌ای در زمینه‌های کاربردهای آماری دارد، مشهور است. شایستگی بزرگ روش بوت‌استرپ این است که روش‌شناسی آماری را گسترش داده تا تجزیه و تحلیل مشکلات پیچیده، کاربردی‌تر شود. این روش در سه موقعیت زیر کاربرد دارد:

۱- وقتی توزیع نظری یک آماره پیچیده یا ناشناخته باشد.
۲- وقتی اندازه نمونه برای استنباط مستقیم آماری کافی نباشد.
۳- وقتی که محاسبات توان باید انجام شود و یک نمونه آزمایشی کوچک در دسترس باشد.

افرون مشارکت‌های پیشگامانه‌ای در زمینه‌های مختلف آمار از جمله اخترفیزیک، آزمایشات بالینی، هندسه دیفرانسیل، بیز تجربی، استنباط داده‌های مربوط به ژن، نظریه احتمال، تحلیل بقا، نمونه‌گیری و محبوب‌ترین آنها بوت‌استرپ و جک‌نایف داشته است. وی حدود ۱۵۰ مقاله علمی منتشر کرده و جوایز، افتخارات و بورسیه‌های متعددی از جمله بورسیه‌های دانشگاه استنفورد، آکادمی هنرها و علوم آمریکا، انجمن آمار آمریکا، مؤسسه آمار ریاضی، انجمن آمار سلطنتی را دریافت کرده است. او یکی از اعضای آکادمی ملی علوم ایالات متحده، برنده جایزه فورد انجمن ریاضی آمریکا، هر دو مدال ویلکس و جایزه نوتر طرح انجمن آمار امریکا و جایزه فیشر در سال ۱۹۹۵ است. وی دارای چندین دکترای افتخاری از چندین دانشگاه مانند شیکاگو و اسلو در نروژ است و همچنین جایزه فارغ‌التحصیلان برجسته مؤسسه کالیفرنیا را در سال ۲۰۱۰ دریافت کرد. افرون در بسیاری

[1] Haldane
[2] Bradley Efron

از کمیته‌های مهم در استنفورد و سایر دانشگاه‌ها از قبیل کمیته اجرایی مجمع علوم ریاضی و فیزیک، عضویت در کمیته علوم ریاضی، رئیس کمیته مشاوره خارجی آمار دانشگاه مریلند خدمت کرده است [۱۹].

از برجسته‌ترین دانشجوی دکترای افرون می‌توان به نورمن برسلو[1]، رابرت تیبشیرانی[2] اشاره کرد. کاکس و افرون مشهورترین مشارکت خود را در دهه ۱۹۷۰ منتشر کردند. کاکس[3] در [۲۰]، عملکرد یک ابزار قدرتمند را برای فاصله زمانی بین دو رویداد وابسته به عوامل قابل شناسایی توضیح می‌دهد. به‌عنوان مثال، مدل کاکس می‌تواند در مورد خطر مرگ‌ومیر بیماران تحت درمان، میزان ترک تحصیل در یک جمعیت معین، خطر ورشکستگی مشاغل و تحقیقات سرطان و اپیدمیولوژی و جامعه‌شناسی اطلاعات مفیدی بدهد [۱۹].

افرون، که علاقه‌اش به آمار ناشی از علاقه پدرش به رتبه‌های ورزشی بود، به‌دنبال راهی بود که بتواند بدون اندازه‌گیری‌های مکرر دقت نتیجه را کنترل کند که در بسیاری موارد مانند آزمایش های پزشکی این امر غیرممکن بود. راه حلی که وی پیدا کرد از نظر ظاهری بسیار ساده بود و در ابتدا با بی‌اعتمادی جامعه علمی روبه‌رو شد. چندی بعد، کاربرد این ایده در هزاران مقاله تأیید شد. نکته اصلی ایده او این بود که داده‌ها را باید به‌طور تصادفی از تنها نمونه موجود جمع‌آوری کرده و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و سپس همین فرایند بارها اجرا می‌شود. نمونه‌برداری مجدد می‌تواند مکرراً به کمک رایانه انجام شود و دقت نتایج را تنظیم کند. اصطلاح بوت‌استرپ، سرنخ استعداد جوشان افرون است. افرون در جستجوی نامی حداقل به اندازه ابزار آماری دیگر به نام جک‌نایف بود که از ماجراهای بارون منچوزن[4] الهام گرفت. در یک داستان، بارون با بالا کشیدن خود با بندهای چکمه‌اش، خود را از غرق شدن نجات داد، تصویری مناسب برای تکنیکی که به خودی خود بر داده‌ها، بدون ورودی خارجی تکیه می‌کند [۱۹]. از جمله کتاب‌های تألیف شده توسط افرون می‌توان به [۲۱،۲۲] اشاره کرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله پس از مروری کوتاه در مورد تاریخچه علم آمار و احتمال و چگونگی پیدایش و روند پیشرفت این علوم، زندگی و آثار پنج آماردان بزرگ که نقش اساسی در تحول آمار و احتمال داشته‌اند، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. دانشمندانی که در این مقاله به ذکر زندگی‌نامه و آثارشان پرداخته شد عبارت‌اند از کارل پیرسون بنیان‌گذار آمار مدرن، رونالد فیشر پدر علم آمار، جرزی نیمن از بزرگان آمار مدرن، دبابراتا باسو آماردان برجسته‌ای که قضیه اساسی او در مورد ارتباط بین بسندگی، آماره‌های کمکی و استقلال یکی از مهم‌ترین مفاهیم آمار ریاضی است و بالاخره بِرَدلی افرون خالق روش بوت‌استرپ و جک‌نایف. در پایان پیشنهاد می‌شود که در مورد زندگی و آثار دانشمندان آماری کشور ایران نیز تحقیقاتی انجام شود که این امر می‌تواند باعث آشنایی جوانان ایرانی با بزرگان علمی کشورشان شود.

منابع و مؤاخذ

[1]. Porter, T. M. (2020). The Rise of Statistical Thinking, 1820–1900, Princeton University Press.
[2]. Salsburg, D. (2001). The Lady Tasting Tea: How Statistics Revolutionized Science in the Twentieth Century, W. H. Freeman, New York.
[3]. Bernstein, P. L. (1996). Against the Gods: The Remarkable Story of Risk. New York: Wiley.
[4]. Pearl, R., (1936). Karl Pearson, 1857-1936, Journal of the American Statistical Association, Vol. 31, No. 196, PP. 653-664.
[5]. Pearson K. (1892). The grammar of science, Nature, Vol. 46, PP. 199–200.
[6]. Pearson, E. S. (1938). Karl Pearson: An appreciation of some aspects of his life and work, Cambridge, University Press.
[7]. Bodmer, W, Fisher, R. A. (2003). Statistician and geneticist, extraordinary: a personal view, International Journal of Epidemiology, Vol. 32, PP. 938–942.
[8]. Fisher, R. A. (1925). Statistical Methods for Research Workers. Edinburgh: Oliver & Boyd.
[9]. Fisher, R. A. (1935). The Design of Experiments. Edinburgh: Oliver & Boyd.
[10]. Fisher, R. A. (1930). The Genetical Theory of Natural Selection. Oxford: Clarendon Press.
[11]. Fisher, R. A. (1918). The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Trans Roy Soc Edinb, Vol. 52, PP. 399–433.

[1] Norman Breslow
[2] Robert Tibshirani
[3] David Roxbee Cox
[4] Baron Munchausen

[12]. Fisher, R. A. (1952). Statistical methods in genetics. Heredity, Vol. 6, PP. 1–12.
[13]. Gaina, A. (2003). Details on Biography of Jerzy Neyman., Moldavian Journal of the physical Sciences, Vol. 2, PP. 393-395.
[14]. Chiang, C. L. (2017). Jerzy Neyman (1894–1981), Statisticians in History, Amstat News, https://magazine.amstat.org/blog/2017/04/13/sih-neyman/.
[15]. Ghosh, J. K. (2002). Debabrata Basu: A Brief Life-Sketch, Sankhya, A, Vol. 64, PP. 1-2.
[16]. Basu, D. (1955). On Statistics Independent of a Complete Sufficient Statistic, Sankhya, Vol. 15, PP. 377-380.
[17]. Sethuraman, J. (2001). Debabrata Basu 1925-2001, Department of statistics Florida State University, Vol. 5, PP. 1-12.
[18]. Weschler, S. (2002). Carlinhos Pereira, The ISBA Bulletin, Vol. 9, PP. 6-9.
[19]. Golam Kibria, B. M. (2010). A Biographical Sketch Of Professor Bradley Efron: A Distinguished Statistician And The Star of the Science, Journal of Statistical Research, Vol. 44, No. 1, PP. 1-13.
[20]. Cox, D. R. (1972). Regression Models and Life-Tables, Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), Vol. 34, No. 2, PP. 187-202.
[21]. Efron, B. (2010). Large-Scale Inference Empirical Bayes Methods for Estimation, Testing, and Prediction, Cambridge Press, Cambridge.
[22]. Efron, B., Hastie, T. (2021). Computer age statistical inference, student edition: algorithms, evidence and data Science, Cambridge University Press.

Biography of Five Great Statisticians: From Pearson to Efron

Mehdi Shams*[,1], Zahra Ahmadi[2]

The purpose of this paper is to provide a history of statistics and probability, as well as how these topics originated and developed. The biographies of five great statisticians who have played a key role in evolution of statistics and probability are examined and analyzed. Karl Pearson is the founder of modern statistics and one of the developers of mathematical theory of evolution. Ronald Fisher is a prominent mathematician and statistician. He is known as the father of statistical science. He introduced some important concepts such as Fisher information, the Z-distribution, F- distribution and ancillary statistics. Jerzy Neyman is also one of the grandees of modern statistics whom with the help of Karl Pearson's son, Egon Pearson, defined some new concepts in the testing of statistical hypothesis such as simple hypothesis, compound hypothesis, type I and II errors, power of a test, critical region and significance level. Debabrata Basu is one of the leading statisticians who has played an important role in most branches of statistics. During his meeting with Fisher, he replaced the Bayesian approach with the Neyman-Pearson approach, the classical framework of statistics. His basic theorem on the relationship between sufficiency, ancillary statistics and independence is one of the most prominent mathematical concepts. Bradley Efron is known for his computer-aided statistical techniques, such as the bootstrap sampling and the Jackknife methods. This scientist has done research in various statistical fields such as astrophysics, clinical trials, differential geometry, empirical Bayes, inference for microarray gene expression data, probability theory, survival analysis, and sampling.

Keywords: Statistics, Probability, Stochastic Processes, Mathematician

*Author for Correspondence, Assistant Professor, Tel: 09131277438, E-mail: mehdi_shams1357@yahoo.com
[1] Department of Statistics, Faculty of Mathematical Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran
[2] Department of Statistics, Faculty of Science, University of Zanjan

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.14.6

What Is Metrology and Why Is It Important?

Hoda Aleali[*,1]

Metrology is the science of measurement and its application and is divided into three sub-branches of scientific, industrial and legal metrology. Establishment of measuring units, creation of new methods, construction of measuring equipment and transfer of traceability are among the activities of scientific metrology. Industrial metrology is the application of measurement in production and other processes, and legal metrology, covers the rules and legal requirements related to measurement. Governments should provide an integrated and reliable measurement system by establishing a measurement infrastructure in the country and by developing and maintaining internationally recognized standards and measurement methods. Studies show that if different countries have established a measurement infrastructure, then they can easily trade and develop their technology together. In addition to introducing metrology, this article emphasizes its importance by relying on metrological objectives and topics such as calibration and traceability to achieve high accuracy and reliability measurement.

Keywords: Metrology, Traceability, Measurement Infrastructure, Calibration, Reference Standards, Uncertainty, Quality.

[*] Author For Correspondence, Assistant Professor, E-mail: hoda.aleali@gmail.com
[1]Department of Metrology, Faculty of Quality Assessment and Management Systems, Karaj, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.13.5

Criteria for Peace in Choosing a Home

Saemeh Hadizade[*,1]

Man is a social being and one of his most important needs is to interact with fellow humans. The first communication of people is formed in the family, where they spend the most time together in a safe place called home. Meanwhile, what has the highest value for humans in peace. Because a house means more than a shelter for humans, and accordingly, designers try to create an environment where peace crystallizes with effective solutions to meet human needs. So, to achieve this goal, the values and beliefs of people are important points in the design. So that the residential environment, which is usually related to the identity of people, can respond to their activities.

The answer to three important questions is the approach of this article:

Why do I want to build? Where do I want to build? And for whom do I want to make it?

In the design of the housing, attention is paid to both the internal and external spaces, so that people's satisfaction with the residential place and, as a result, peace is achieved. In the interior spaces, attention is paid to the elements of culture, climate, needs, and geometry, and in the exterior spaces, the elements of landscape and location are considered. Each of the components and sub-components can be prioritized according to each canvas and substrate.

Keywords: Architecture, Desirable Housing, Peace, Human, Interaction

* Author for Correspondence, Instructor, E-mail: saemeh.hadizade@gmail.com

1 Young Researchers and Elite Club, Islamic Azad University, Rasht Branch, Rasht, Iran.

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.12.4

The Importance of Behavioral Studies and Bioacoustics of Aquatic Animals

Marziyeh Aminifard [1], Saeed Shafiei Sabet [*,1]

There are growing concerns about monitoring scientific developments, building scientific capacity, providing an introduction and overview of a new field of science for academia worldwide. The aim of this paper is to enhance promotion of science, steering undergraduate students and researchers in the field of behavioural studies, bioacoustics also cultivation of a new area of research. Although the technology to monitor acoustic changes and sound components is complex and limited, international scientific communications may play an important role and create the opportunity to overcome the limitations of this filed of research in Iran. In the other hand, cognitive processes and concepts such as perception, learning, memory and decision making play an important role in mate choice, foraging and many other behaviours of aquatic animals. Here, we classify underwater sound sources and describe underwater bioacoustics. Moreover, we review some of our recent behavioural study publications in the field of research; give an overview of other relevant research contributions also compare laboratory-based studies with field-based behavioural studies. The authors suggest sound-related behavioural studies and a series of continuous monitoring of underwater acoustics in real field conditions and habitats but also acoustic measurements under laboratory conditions.

Keywords: Monitoring, Bioacoustics, Sound, Fish, Science, Iran

* Author for Correspondence, Assistant Professor, Tel: +98 13 44323599, Fax: +98 13 44322102,
E-mail: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir
[1] Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.11.30

Emerging Microplastic Pollutants in The Aquatic Ecosystem of The Persian Gulf, Oman Sea and The Caspian Sea

Reza Kazemi Darsanaki[1], Sakineh Alijanpour[*,1]

The increase in plastic use in the world is considered a serious warning for the environment and the health of organisms and animals. Microplastic particles can be found everywhere in the environment, from the air we breathe to the food we eat. Microplastics refers to small pieces of plastic of various shapes, colors, sizes, and diameters less than 5 mm that may be ingested by aquatic birds, mammals, fish, reptiles, and other animals in aquatic ecosystems. Reports of microplastics are rapidly expanding geographically, marine habitats, and organisms affected by these materials. The World Health Organization has called these particles emerging pollutants due to their long shelf life and bioaccumulative properties. Various studies in Iran and the world in the last decade on the contamination of microplastics in aquatic environments; in this review study, the frequency of emerging microplastic pollution in aquatic, surface water and sediments of the Persian Gulf, Oman Sea and Caspian Sea is discussed.

Keywords: Microplastics, Sediments, Aquatic, Surface water, Persian Gulf, Oman Sea, Caspian Sea

* Author for Correspondence, Associate Professor, Email: Salijanpour@gmail.com
[1] Department of Marine Biology, Faculty of Basic Science and Engineering, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.10.2

A Review of The Destructive Effects of Free Radicals on Various Diseases

Alireza Rabiepour[1], Alireza Hodhodi[1]; Aria Babakhani[*,1]

The human body needs oxidants (free radicals) and antioxidants for normal metabolism, signal transduction, and regulation of cellular activity. Free radicals can be beneficial or harmful to the body. A balance between free radicals and antioxidants is essential for the body's physiological function, but sometimes the human antioxidant defense system in is unable to develop resistance to free radicals. Eventually the balance between free radicals and internal antioxidants is lost; This imbalance is called oxidative stress. The purpose of this study is to review free radicals and express the role of oxidative stress in causing human diseases. The results indicate that oxidative stress due to the imbalance of free radicals and antioxidants causes cardiovascular disease, neurosis, stroke, liver disease, reproduction, diabetes, autism, cancer, aging and so on. There are many factors involved in causing oxidative stress that by staying away from these factors, humans can play an important role in reducing the effects of free radicals.

Keywords: Free radical, Antioxidant, Oxidative stress, Disease

[*] Author for Correspondence, Associate Professor, Tel: +989113348019, E-mail: babakhani@guilan.ac.ir
[1] Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Gilan, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.9.1

Types of Medicinal and Therapeutic Salts in Iran

Mehdi Zarabi*[,1], Mahdieh Bakhshizadeh[1]

Nowadays, countries with salt resources pay attention to producing medicinal and therapeutic salts. Iran has hypersaline water resources and salt mines. These sources, which are sometimes unique, contain a variety of medicinal and therapeutic salts that have not yet been identified or standardized. Magnesium-containing salt is one of the edible-medicinal salts registered in the country. Most medicinal and therapeutic salts are obtained from sludge and salt water in hypersaline environments. Although salt beaches are important for salt therapy, the true value of their saltwater and sludge is in the manufacture of medicine and cosmetics products. Among the medical salt sources in the country, the most well-known is Urmia, and in addition to export of its sludge for making medicine and cosmetics, its shores are utilized for treating some diseases. Sea salt heat bag is the commercial production of standard medicinal salt in the country. In recent years, the sale of non-standard types called "sea salts" has also become common in the traditional medicine market. The diversity and high capacity of the country's salt resources have the potential to exploit and produce a variety of standard medicinal and pharmaceutical salts that are valuable resources of a sustainable economy. For this purpose, the effort of researchers to introduce Hi-tech products is essential. This article tries to introduce these sources and characteristics of salts in the country.

Keywords: Iranian hypersaline environment, Medicinal edible salt, Medicinal salts, Salt therapy

* Author for Correspondence, Assistant Professor, (+9821) 86093042, Fax: 88497324, Email: mzarabi@ut.ac.ir

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

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.8.0

Life Satisfaction and The Release of Oxytocin in The Brain as A Neurochemical Hormone

Somayyeh Gharaghomi[1], Thomas Haertle[1,2], Ali A. Moosavi- Movahedi [*,1]

Life satisfaction expresses a positive attitude towards the world in which one lives and depends on various variables, one of which is related to the community and the other to the individual. Various aspects of creating life satisfaction through various sciences have been studied, and each has identified basic and distinct bases in this direction. The study of biological systems indicates the existence of biochemical factors affecting the occurrence of behaviors that are effective in achieving life satisfaction and a sense of worth. Tracing the mechanisms of occurrence of specific features in people of different ages can be the basis for accurately identifying factors affecting these features.

Life satisfaction is related to brain neurochemicals. Oxytocin-Serotonin-Dopamine is known as happiness hormones, whose increase in social relationships makes a person receive a wave of positive emotions. Oxytocin (OT) is a nonapeptide hormone that is central in regulating parturition and lactation. Oxytocin receptor activation triggers several downstream signaling pathways and increases intracellular calcium in uterine myofibrils, ultimately strengthening and increasing the frequency of contractions.

This hormone as a multifunctional neuropeptide by reducing the level of stress and anxiety and creating physiological stability provides the basis for generosity, trust and altruistic behaviors that the product of these behaviors in old age is to induce life satisfaction and feelings of worth in people.

The multifaceted relationship between biological systems-spiritual beliefs and life satisfaction is an exciting issue that requires a complete approach to identify its various aspects. Identifying the neurochemical basis of social behaviors of people of different ages can pave the way for achieving precise results in how to create life satisfaction and its relationship with well-being.

Keywords: Life satisfaction, Spiritual beliefs, Oxytocin, Social manner, Well-being

[*] Author for Correspondence, Professor, Tel: +982161113381, E-mail: moosavi@ut.ac.ir

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

[2] French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE) | INRAE · Biopolymères, Interactions, Assemblages (BIA), Nantes, France

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.7.9

Market Development and Reviving Knowledge and Skills in Indigenous and Creative Industries

Mohsen Gharanfoli*[,1], Mohammadmahdi Rabbani[2]

Focusing on sustainable development in societies and the increasing development of creative and cultural industries provides an opportunity to revive and reproduce knowledge and skills, products and services. Nowadays, paying attention to and applying indigenous knowledge and skills in economic, social, cultural and environmental fields is considered as an important issue because expanding the use of indigenous products, in addition to reducing environmental costs, will strengthen the sense of self-confidence and reliance on domestic resources.The desirability of indigenous knowledge and skills in the process of sustainable development has been approved, and in this regard the successful application of agricultural knowledge and techniques in industry can be cited as a clear example.

Market development, Flourishing of production, consumption of creative products and services, are considered as very important factors in reviving indigenous knowledge and skills. Therefore, by adopting policies and mechanisms of incentives and effective contribution of government, the private sector and public institutions, indigenous knowledge and skills can be turned into economic, social and cultural opportunities.

Keywords: Knowledge, Creative Industries, Recreation, Indigenous Skills

* Author For Correspondence, Associate Professor, Tel: 02122303947, E-Mail: mgharanfoli@yahoo.Com
[1] Faculty of Basic Science and Biological Technology University of Science And Culture, Tehran, Iran
[2] Graduate School of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.6.8

An Overview of the Role of Governments in Broadband Development and Strategic Policy

Mahdi Roayaei[1], Ali Estaji[*,2]

Today, the importance of communication especially in cyberspace has grown rapidly so that it has been recognized as a strategy for development. Although there are controversies about the effectiveness of the speed of the internet and its new technologies on the economy, but dominance of positive economic effects on its negative ones, has made most countries, trying to increase the access of people and economic institutions to broadband technology. Among different factors affecting the development of this technology, many experts believe that the public sector plays the most important role in the production and use of broadband services. This study is aimed to study the experience of leading countries in the field of broadband technology and scrutinizing government policies in the development of broadband technology. Using analytic-descriptive methodology, the results of this study confirm the important role of governments' interest in the development of broadband technology and the need for policy-making in this technology. These policies can be grouped under three headings of public policies, supply-side policies and demand-side policies.

Keywords: Broadband, Government, Strategic Policy, Economic Development

* Author for Correspondence, Ph.D. in Economics, Tel: 09358672676, E-mail: ali.estaji@ut.ac.ir
[1] Economics Group, Research Institute of Hawzeh and University, Qom, Iran
[2] University of Tehran, Tehran, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.5.7

Cognitive Approach to Role of Creativity in Economic Development

Mohammad Eslahi *[,1] , Mahshad Pouromidi[2]

Economic development is one of the fundamental concerns of any society, and what it is and how to achieve it can be considered the most fundamental issue of development economics. Throughout the history of economics, great thinkers have theorized in this field. This article tries to explain this issue with a new approach. For this purpose, firstly, the evolution of development ideas has been discussed, in which the role of human capital has been explained from different perspectives.

The findings of this study show that cognitive science, as one of the new interdisciplinary sciences in the current era, has provided a new platform and capacity for analyzing the phenomenon of economic development. Considering that "creativity" originates from the "human brain," scientific findings can be used to explain the phenomenon of creativity and its role in economic development. In fact, creativity, innovation, and entrepreneurship arising from it is a powerful driving force for the economic development of societies, and economic development is by identifying creative and innovative people and entrepreneurs and creating a platform for nurturing and educating creative people and developing human capital, and consequently, creating employment based on innovation and knowledge. The foundation and increase in income are realized. In this study, an attempt has been made to explain the desired phenomenon, i.e., the role of creativity on economic development, with a cognitive science approach. The findings and experimental results of similar research and the recent experience of countries show that creativity is one of the most critical and fundamental components affecting the economic development of leading countries. Focusing on this perspective can provide policymakers and planners with remarkable scientific, technical, and practical capabilities.

Keywords: Economic Development, Creativity, Cognitive Science

* Author for Correspondence, Ph.D. Student, Email: eslahi.mohammad@ut.ac.ir

1 Faculty of Psychology and Educational Science, University of Tehran, Tehran, Iran

2 Department of Cognitive Rehabilitation, Institute for Cognitive and Brain Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.4.6

Status of the Pharmaceutical Production Industry in Iran and the World

Ahmad Shaabani[1]

The worldwide pharmaceutical industry market is more than 1.3 trillion dollars per year. With a fingertip calculation, Iran's share based on population percentage, without considering the diversity of plant species, which is twice the size of the European continent, second-largest gas reserves, and third-largest oil reserves, various and extensive petrochemical units in the country, significant mineral resources, 2% share in expanding the frontiers of knowledge and scientific documents and numerous pharmaceutical companies, the global pharmaceutical trade should be more than $ 13 billion per year. However, in the current situation, more than $ 2.5 billion is spent on imports of raw materials and active pharmaceutical ingredients, and Iran's exports are less than $ 100 million per year. According to an official report, about 1,500 molecules or chemical compounds are consumed as raw materials or active pharmaceutical ingredients in Iran, and about 13% (about 200 chemical compounds) of them are produced domestically. This amount of production is equivalent to about 25% by volume and 23% of the entire pharmaceutical industry in Iran. However, the current structural and missionary status of the country's higher education, no allocation research and development share of the cost from the trade of the pharmaceutical industry, the improper strategy of the pharmaceutical system and enjoy large profits, divergence in production processes to convergent and cyclic processes, lack of attention to national interests and the real potentials of the country in production, the incorrect cycle of academic research, are the main factors of the current challenges of the pharmaceutical industry in the country. The present work tries to describe the current state and development prospects of the pharmaceutical industry in Iran and the world and provide a way out of the current situation and achieve the desired status.

Keywords: Pharmaceutical, Raw Material, Active Pharmaceutical Ingredient, University, Industry, Ministry of Science, Ministry of Health, Government

*Author for Correspondence, Professor, Tel: +982129904362, Fax: +982122431663, E-mail: a-shaabani@sbu.ac.ir

[1] Faculty of Chemistry, Shahid Beheshti University, P. O. Box 19396-4716, Tehran, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.3.5

Evaluating of Iran Scientific Documents in 2021

Ali Akbar Saboury[*,1]

In 2021, according to the number of indexes recorded on the Web of Science of the Clarivate Analytics Institute of Scientific Information, in a total of three fields of science, social sciences and humanities and art, the top five countries in terms of their participation in the production of scientific documents are USA, China, England, Germany and Italy, respectively. China has a 24.1% contribution of scientific indexed documents in the field of top science from the US with a 23.1% contribution. Despite the dramatic growth of China, India and Saudi Arabia have had the largest growth in scientific documents in the last three years. The Islamic Republic of Iran, in 2019 and 2020, had a participation rate of 1.9 percent, but in 2021 it has decreased to 1.8 percent. The number of Iranian scientific documents was 50900 (2.05% of the world value and rank of 16) in science, 4296 (1.00% of the world value and rank of 29) in social sciences, 273 (0.27% of the world value and rank of 37) in art and humanities, and 5230 (1.89% of the world value and rank of 16) in total, in 2021. Compared to the previous year (2020), Iran's ranking has not changed. In Emerging Sources Citation Index (ESCI), by recording 12043 indexes and 3.0 percent of contribution in the World, Iran is located in 12 ranks as before. Iran, with 794 highly-cited articles and 73 hot articles published in 2021, had a global contributing of 3.4 percent and 3.2 percent, respectively. Iran ranks 16th in the total of most highly-cited and hot articles. Most of the publications with a large number of Iranian articles are in the first and second quarters (Q1 and Q2). The three internationally famous publishers Elsevier, Springer-Nature and Wiley, have published 16,549, 10847 and 4276 scientific documents of Iran, respectively. Tehran University of Medical Sciences with the publication of 4468 (8.5% of the country) and the University of Tehran with the publication of 4155 (0.8% of the country) scientific documents are ranked first and second in the country, respectively, in terms of quantity of scientific documents. The contribution of these two universities during the last five years has always been sixteen percent of the country's scientific documents. Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tarbiat Modares University and Iran University of Medical Sciences are ranked third to fifth, respectively.

Keywords: Quantitative of scientific documents, Qualitative of scientific documents, Scientific collaboration, Contribution of Universities, Web of Science, Clarivate Analytics

[*] Author for Correspondence, 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

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.2.4

The Reverse Migration of Brilliant Talents

A thermodynamic principle referred to Le Chatelier's principle was stated in 1884, which dealt with chemical equilibrium. This principle states that if a change (such as pressure, temperature, or the concentration of a reactant) is applied to a system at equilibrium, this will shift the reaction in the opposite direction. Some scientists consider this thermodynamics principle to be applied in humanities, social and economic sciences. This scientific principle teaches us that by applying a small change in a given process at its equilibrium state, the direction of that reaction process can be reversed. While such a small change may not be of high cost, the key point is to find it and implement it.

We must build Iran with Iranians, the main pillar of the sustainable development of the country is to develop and maintain knowledgeable human resources. Knowledge is considered to be the root source of ability and national resources. We note also that an important principle of life for longevity and sustained life, is to maintain sense of satisfaction and happiness. During times of difficult conditions, there is a need to flourish the inner body, as outside is the gate to the human inward. The great power for humans is to balance inner nature with outer real-world nature. One of the important aspects of biological life, is to maintain a lifestyle that can be characterized with having generous molecules that can be adapted to life conditions. Life satisfaction in its biological context, is highly dependent to neurochemical composition of the brain. Oxytocin-serotonin-dopamine are known to be the hormones of satisfaction and happiness where their increase in individual and social relationship causes a person to receive a wave of positive attitude towards life conditions. Oxytocin is a hormone that is secreted in the hypothalamus of the brain. This multipurpose hormone provides the basis for generosity, trust and altruistic behaviors by reducing the level of stress and anxiety and creating physiological stability. The multifaceted relationship between biological systems, spiritual beliefs and life satisfaction is highly interesting topic that requires a scientific approach to identify different aspects of such relationship. Identifying the neuro-chemical molecular bases of individual-social behaviors of different people at different ages, can pave the way to achieve clear understanding as to how it may be possible to create satisfaction with life and its relationship with well-being.

Every thinker and scientist should think about what is that small change that causes a reverse reaction and apply it with a positive attitude or suggest it to centers of influence in the country.

Ali A. Moosav-Movahedi
Editor-in-Chief

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.12.2.1.3

Contents

Science Cultivation

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

ISSN: X8003539

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

In the Name Of

God

Science Cultivation

Journal of Enculturation and Policy Making of Science, Innovation and Technology
Vol. 12, No. 2, June 2022
ISSN: 2008-935X

RICeST
ISC
Islamic World Science Citation Center
fast-Iran
Foundation for the Advancement of Science and Technology In Iran