بنیاد پیشبرد علم و فناوری
fast-Iran

پایگاه استنادی علوم جهان اسلام
ISC
Islamic World Science Citation Center

مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری

رهیافت

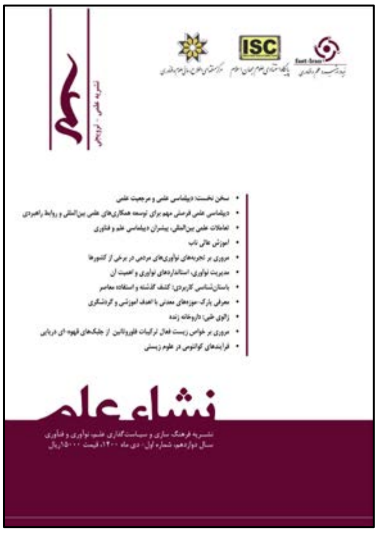
نشریه علمی - ترویجی

- سخن نخست: دیپلماسی علمی و مرجعیت علمی
- دیپلماسی علمی فرصتی مهم برای توسعه همکاری‌های علمی بین‌المللی و روابط راهبردی
- تعاملات علمی بین‌المللی، پیشران دیپلماسی علم و فناوری
- آموزش عالی ناب
- مروری بر تجربه‌های نوآوری‌های مردمی در برخی از کشورها
- مدیریت نوآوری، استانداردهای نوآوری و اهمیت آن
- باستان‌شناسی کاربردی؛ کشف گذشته و استفاده معاصر
- معرفی پارک-موزه‌های معدنی با اهدف آموزشی و گردشگری
- زالوی طبی: داروخانه زنده
- مروری بر خواص زیست فعال ترکیبات فلوروتانین از جلبک‌های قهوه‌ای دریایی
- فرآیندهای کوانتومی در علوم زیستی

نشاء علم

نشـــریه فرهنگ سازی و سیـاست‌گذاری علـم، نوآوری و فنآوری
ســال دوازدهم، شماره اول- دی ماه ۱۴۰۰، قیمت ۱۵۰۰۰۰ریال

بسم الله الرحمن الرحیم



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

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

عنوان　　صفحه

دیپلماسی علمی و مرجعیت علمی

در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اطاق فکر دیپلماسی علمی و مرجعیت علمی تشکیل شده است. مفهوم دیپلماسی روابط دوستانه بین کشورها است. دیپلماسی علمی، استفاده از همکاری‌های علمی بین کشورها برای رسیدگی به مشکلات مشترک و ایجاد مشارکت‌های سازنده بین‌المللی برمبنای خرد، علم، نوآوری، فناوری برای مقابله با معضلات ملی و جهانی مانند تغییرات آب و هوا یا بیماری‌های همه‌گیر جهانی اختصاص دارد. لذا دیپلمات‌ها که راهکارهای برقراری روابط سیاسی بین کشورها را می‌دانند و دانشگران که با ریشه مشکلات علمی و فنی و اجتماعی آشنایی دارند شایسته است که با هم پیوند داشته باشند و از همدیگر بیاموزند تا زمینه را برای دیپلماسی علمی بهینه فراهم سازند. دیپلماسی علمی هنوز فاقد یک مسیر آموزشی رسمی است، لذا هم‌اکنون می‌باید فرصت را مغتنم شمرد و زمینه را برای همکاری‌های علمی و مهارتی بین‌الملل برنامه‌ریزی نمود تا جوامع از دانش و مهارت‌های همدیگر بهره‌مند شوند.

مرجعیت علمی به مفهوم سلطنت علمی است بدین معنی که دسترسی و استفاده بهینه از شبکه جهانی دانش است. کسی و یا کشوری می‌تواند علم را بهتر استفاده نماید که خود تولید کننده علم باشد. قدم اول کشورهای پیشرو در علم، گسترش مرزهای دانش است؛ سپس برحسب قابلیت علمی می‌توانند از شبکه جهانی دانش استفاده نمایند. به تعبیری اسطرلاب مرجعیت علمی، رصدخانه علمی است که جهان را دیده‌بانی می‌نماید. هرچه قابلیت بیشتر داشته باشد در عمق جهان بیشتر و بهتر غواصی انفس و افاق نموده و گوهرهای اصیل کشف می‌نماید. اساس مرجعیت علمی توانایی کشف‌های بزرگ و بکر است که نظریه‌های آن را منتشر می‌کند. **کشف و نشر گوهر اصلی دانش است.** اگر سلطنت علمی حاصل شود سایر امور کشور داری تسهیل و رفاه مردم تأمین خواهد شد، توانا بود هرکه دانا بود.

ارتباط دیپلماسی علمی با مرجعیت علمی دو طرفه است هرکدام می‌تواند تقویت‌کننده و ترقی‌دهنده همدیگر باشند. البته شایان ذکر است که بی‌مایه فطیر است. این حرفها زده و یا نوشته می‌شود تا دولتمردان و بزرگان ملت از این مسیر آگاهی یابند و دست به عمل نیکو بزنند و توسعه علمی را پشتیبانی و زمان را تصرف نمایند و سرعت بخشیدن در این موضوع بهترین کار خیر است.

علی‌اکبر موسوی‌موحدی
سردبیر

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.1.7

دیپلماسی علمی فرصتی مهم برای توسعه همکاری‌های علمی بین‌المللی و روابط راهبردی

رضا یوسفی*[۲،۱]، علی اکبر موسوی موحدی[۱]

چکیده

در دنیای کنونی بسیاری از مشکلات نظیر پاندمی‌های مرگبار که علم به‌دنبال حل آنهاست ماهیت بدون مرز دارد و غلبه بر چنین چالش‌هایی از مسیر همکاری بین دانشمندان رشته‌های مختلف و سیاستگذارانی می‌گذرد که در فراسوی مرزهای ژئوپلیتیکی فعالیت می‌کنند. طی چند دهه گذشته به موازات دیپلماسی سنتی نوع جدیدی از دیپلماسی در حوزه روابط بین‌الملل موسوم به دیپلماسی علمی جریان یافته است که دارای ویژگی‌های مهمی همچون تنوع، چند جانبه‌گرایی فراگیر، در برگیرنده جامعه مدنی و شهروندان و قدرت اثرگذاری بالایی است. در واقع دیپلماسی علمی برای توصیف انواع مبادلات در حوزه‌های علمی، فناوری و نوآوری و مشارکت کشورها در برنامه‌های آموزشی و تحقیقات پیشرفته به‌کار می‌رود. با وجود تنوع بالا، این حوزه به سه بخش عمده شامل علم در دیپلماسی، دیپلماسی برای علم و علم برای دیپلماسی تقسیم می‌شود. طی چند دهه گذشته، کشورهایی که در علم و فناوری‌های کلیدی پیشتاز بوده‌اند از ظرفیت بالقوه دیپلماسی علمی نیز به‌میزان زیادی بهره برده‌اند. همچنین تجارب گذشته نشان می‌دهد که توسعه روابط علمی راهبردی و همکاری‌های علمی بین کشورها و یا حتی بلوک‌های رقیب می‌تواند از شکست‌های دیپلماتیک جلوگیری کند و احتمال درگیری‌ها و تنش‌های ویرانگر را در عرصه جهانی کاهش دهد. از طرف دیگر در شرایط امروزی، جهان با معضلات متعدد و متنوعی روبه‌رو است که در مواردی حل آنها از ظرفیت و توان علمی و فنی یک کشور به‌تنهایی خارج است و به‌کارگیری ظرفیت‌های دیپلماسی علمی امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. این نوشتار بر اهمیت، مصادیق، دستاوردها و تجارب برخی کشورها و تعدادی از نهادهای بین‌المللی در حوزه دیپلماسی علمی و مرجعیت علمی می‌پردازد.

واژگان کلیدی: دیپلماسی سنتی، روابط بین‌الملل، همکاری‌های علمی و فناوری، علم برای دیپلماسی، چندجانبه‌گرایی فراگیر، مرجعیت علمی

* عهده‌دار مکاتبات، استاد، آدرس الکترونیکی yousefi.reza@ut.ac.ir, ryousefi@shirazu.ac.ir

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

۲ دانشکده علوم ، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.2.8

مقدمه

اگرچه دیپلماسی علمی[1] (SD) استفاده از همکاری‌های علمی برای حل مشکلات مشترک و ایجاد مشارکت‌های سازنده بین‌المللی است ولی تاکنون کمتر تعریف واضحی از آن و اجماع در مورد جامعه ذینفعانش ارائه شده است. در واقع این حوزه به عنوان یک گفتمان جدید توجه بازیگران اجتماعی متعددی را به خود جلب نموده است که تفسیرهای متنوعی از آن ارائه می‌دهند. به عبارت دیگر دیپلماسی علمی نوع جدیدی از دیپلماسی در حوزه روابط بین‌الملل است که به چتری برای توصیف انواع مبادلات علمی، فناوری و نوآوری[2] (STI) و همچنین بیان مشارکت کشورها در برنامه‌های آموزشی پیشرفته[3] (HE) به‌کار می‌رود. در همین راستا علم به‌عنوان جایگاهی برای دیپلماسی از چندین دهه پیش به‌وسیله بسیاری از کشورهای جهان مورد استفاده قرار گرفته است. دیپلماسی علمی یک حوزه مشارکت تحقیقاتی و آموزشی در حال رشد است که به درک بهتر و تقویت ارتباطات علمی، فناوری و امور بین‌المللی برای مقابله با معضلات ملی و جهانی اختصاص دارد [۱-۶](۱). دیپلماسی علمی یک حوزه نوظهور در تقاطع روابط بین‌الملل و سیاست علمی است که همکاری‌های علمی کشورها را به‌ویژه از طریق نهادهای سازمان ملل متحد نظیر سازمان یونسکو[4] را نیز دربرمی‌گیرد [۷]. همچنین دیپلماسی علمی مبتنی بر چندجانبه‌گرایی فراگیر است که شهروندان و جامعه مدنی را شامل می‌شود. این نوع دیپلماسی به همراه دیپلماسی اقتصادی، دیپلماسی دیجیتال یا پارا دیپلماسی[5] زیرشاخه‌ای از دیپلماسی به اصطلاح جدید در مقابل دیپلماسی سنتی و قدیمی است که تا به امروز شناخته شده است. پیش از آنکه اصطلاح دیپلماسی علمی وضع و در جوامع علمی و سیاسی به‌کار گرفته شود به چنین ابتکاراتی در برخی از کشورها اصطلاحا «قدرت هوشمند[6]» یا «قدرت نرم[7]» گفته می‌شد [۸]. تجارب گذشته همچنین نشان داده است که در مواردی که معضلات بزرگ پیشرفت و تحقق دیپلماسی سنتی را متوقف می‌کند دیپلماسی علمی همچنان ادامه می‌یابد. در واقع جایی که دیپلمات‌ها تشخیص می‌دهند که دیپلماسی سنتی (کلاسیک) به پایان رسیده است، دیپلماسی علمی همچنان ادامه می‌یابد و استمرار همکاری‌های علمی کشورها در شرایط دشوار همراه با تنش‌های شدید، به‌طور بالقوه از بروز جنگ و دیگر مشکلات خسارت‌بار جلوگیری می‌نماید. در این جهت نقش فرهنگ نیز در دیپلماسی علمی به عنوان یک ویژگی با ارزش جهت برقراری ارتباط با جوامع دیگر اهمیت زیادی دارد. در واقع علم و تحقیق صدای عقل را ارائه می‌دهند، در حالی که هنر و فرهنگ احساساتی را به‌ارمغان می‌آورد که برای متقاعد کردن طرف مقابل بسیار کارآمد است [۹].

ضرورت استفاده از دیپلماسی علمی در توسعه روابط راهبردی بین کشورها

تجارب گذشته نشان می‌دهد که توسعه روابط علمی راهبردی و همکاری‌های علمی بین کشورها و یا حتی بلوک‌های رقیب می‌تواند از شکست‌های دیپلماتیک جلوگیری کند و احتمال درگیری‌ها و تنش‌های در عرصه جهانی را کاهش دهد. همچنین در شرایط امروزی، جهان با معضلات متعدد و متنوعی روبه‌رو است که در مواردی حل آنها از ظرفیت و توان علمی و فنی یک کشور به‌تنهایی خارج است [۱۰].

بزرگ‌ترین چالش‌های پیش رو اغلب چندوجهی هستند و دامنه آثارشان از مقیاس محلی تا جهانی گسترده است. از جمله این چالش‌های اساسی می‌توان از بیماری‌های همه‌گیرو خطر آنها برای سلامت انسان، مشکلات آب، مشکلات اقتصادی که منجر به نابرابری و فقر بیشتر می‌شود، تبعیض نژادی گسترده، امنیت سایبری، بحران‌های آب‌وهوایی، تنوع زیستی و سلامت محیط زیست نام برد [۱۱، ۱۲]. اعتقاد بر آن است که با استفاده از علم و تقویت همکاری‌های علمی جهانی می‌توان راه‌حل‌های بهتر و سریع‌تری برای غلبه بر این مشکلات پیچیده فراهم نمود. در شرایط کنونی همکاری‌های علمی بین‌المللی به یک ضرورت

---

[1] Science Diplomacy
[2] Science, Technology & Innovation (STI)
[3] Higher Education (HE) Science, Technology & Innovation (STI)
[4] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)
[5] Paradiplomacy
[6] Smart power
[7] Soft power

اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است. دانشمندان در سراسر جهان هنجارها و ارزش‌هایی را ایجاد و توسعه داده‌اند که به میزان زیادی مشترک می‌باشند. زمانی که دانشمندان در سرتاسر جهان با هدف هم‌افزایی تخصص‌های متنوع و دسترسی به پدیده‌ها، داده‌ها و امکانات توزیع شده در سطح جهانی با یکدیگر همکاری می‌کنند، تخصص‌های علمی جمعی به مراتب بزرگ‌تر و کارآمدتری حاصل می‌شود که می‌تواند بهتر و مؤثرتر بر مشکلات غلبه کند و از آینده جهان به شیوه مطمئن‌تری محافظت نماید. راه‌حل بسیاری از مشکلات پیچیده جهانی و حتی ملی از مسیر همکاری بین سیاست‌گذاران و دانشمندان رشته‌های مختلف می‌گذرد که در فراسوی مرزهای ژئوپلیتیکی و در سطوح مختلف فعالیت دارند. موضوع دیگری که به نفع دیپلماسی علمی است، ماهیت بدون مرز بسیاری از مشکلاتی است که علم به دنبال حل آنهاست. برای مثال بیماری‌های عفونی مرز نمی‌شناسند. بنابراین توانایی به اشتراک گذاشتن دستاوردهای پژوهشی برای حفظ سلامت مردم در هر سوی مرز سیاسی حیاتی است [۱۳].

با هدف توسعه همکاری‌های علمی و روابط راهبردی، دیپلماسی علمی عمدتاً در بسترهای زیر واجد ظرفیت‌های مهمی برای تحقق است. یک بستر مهم آن دیپلماسی رسمی است که از این رهگذر کشورها شرایطی را فراهم می‌کنند تا دانشمندان به‌طور موقت یا دائم به‌عنوان همکار و فرستاده علمی موجب تقویت پایه‌های علمی سیاست خارجی و گشودن راه‌های همکاری علمی بین‌المللی در کشورهای میزبان شوند. مسیر دوم بهره‌برداری از ظرفیت دیپلماسی علمی در مشارکت دادن مؤثر دانشمندان کشور در پروژه‌های مهم بین‌المللی در حوزه علم و فناوری است که گاهاً با همراهی نهادهای وابسته به سازمان ملل متحد نظیر یونسکو و با مشارکت کشورهای مختلف همراه است. همچنین اعزام دانشجویان و اعضای علمی به کانون‌های مهم علم و فناوری جهان برای دیپلماسی مردمی از طریق برنامه‌های علمی مشترک مسیر سومی را در دیپلماسی علمی می‌گشاید. در کنار موارد ذکر شده میزبانی دانشمندان برجسته و تأثیرگذار دنیا و دانشجویان سایر کشورها مسیر مهمی برای تقویت همکاری‌های مشترک در حوزه دیپلماسی علمی است و بالاخره حمایت از برنامه‌ها و فعالیت‌های علمی مشترک اعضای علمی و دانشجویان در حوزه‌های پژوهش و آموزش و برگزاری نشست‌ها، کارگاه‌ها و کنفرانس‌های مشترک علمی قلمروی مهمی برای شروع و یا تداوم دیپلماسی علمی فراهم می‌سازد. در واقع تبادل همتا با همتا، از جمله حضور در کنفرانس‌ها، رایج‌ترین و پایه‌ای‌ترین سطح دیپلماسی علمی است. در همین راستا برخی کشورها مشوق‌هایی برای اعضای هیئت علمی و دانشجویان جهت حضور و مشارکت فعال در برنامه‌هایی دارند که در حوزه دیپلماسی علمی می‌گنجد. همچنین کشورها در قالب برنامه و طرح راهبردی از دیپلمات‌ها و دانشمندان خارجی برای ایجاد روابط و همکاری‌های بین‌المللی در زمینه‌های مورد علاقه علمی متقابل به دانشگاه‌ها دعوت می‌نمایند؛ علاوه‌بر اینها با توسعه دوره‌ها و فعالیت‌های عملی مبتنی بر پروژه، به دانشجویان مهارت‌هایی را می‌آموزند که مشاغل مرتبط با دیپلماسی علمی را پشتیبانی می‌کند. این کشورها همچنین با هدف همکاری‌های علمی و فنی روابط راهبردی با سفارتخانه کشورهای مشخص که دارای دارایی‌های ارزشمندی نظیر دانش آموختگان برتر، تجهیزات علمی پیشرفته و برتری علمی و فنی هستند برقرار می‌نمایند. در کنار همه اینها ضروری است تا ضمن گسترش روابط و همکاری‌های علمی بین‌المللی از استعدادها و سرمایه‌های انسانی برتر نیز به‌خوبی پشتیبانی شود تا زمینه مهاجرت آنها به کشورهای پیشرو در علم و فناوری فراهم نگردد. تجارب گذشته نشان می‌دهد که با وجود آنکه اکثر دانشمندان دانشگاهی فاقد آموزش کافی در فرآیند سیاستگذاری و قرار گرفتن در معرض دیپلماسی علمی هستند ولی مشارکت در پیوند بین علم و دیپلماسی در سراسر جهان رو به افزایش است. روابط علم و سیاست فراتر از پارادوکس دوگانه سیاسی شدن علم و علمی شدن سیاست است و از این‌رو تعامل دانشمندان با سیاستمداران برای آماده‌سازی بهتر نسل‌های آینده جهت رسیدگی مؤثرتر به مشکلات جهانی ضروری است [۱۴، ۱۵].

دیپلماسی علمی که یک حوزه جدید و بین‌رشته‌ای است در برخی کشورهای دنیا تاکنون عمدتاً از طریق دوره‌ها و کارگاه‌ها به دانشجویان و دیگر مخاطبان آموزش داده شده است ولی با توجه به اهمیت زیاد این حوزه در دنیای کنونی ضروری است آموزش دیپلماسی علمی نیز در برنامه‌های درسی دانشجویان همه رشته‌ها گنجانده شود تا به این ترتیب دانش و مهارت‌های کلیدی جهت مشارکت فعالانه در فعالیت‌های علمی بین‌المللی به نسل‌های بعدی منتقل گردد [۱۶].

انواع مهم دیپلماسی علمی

از منظر مواجهه کشورهای جهان با تهدیدات مشترک، این برهه زمانی نظیر هیچ دوره دیگری در تاریخ بشر نیست. جهانی شدن، از نظر ارتباط آنی و حمل و نقل سریع، شرایطی را ایجاد کرده است که دیگر محدود به مرزهای سیاسی نیستند. همچنین مشکلات جهانی از جمله تغییرات آب‌وهوایی، امنیت غذایی و انرژی، و بیماری‌های همه‌گیر، نیازمند پاسخی فراملی است که اساساً برای حل آنها به علم و فناوری و همکاری‌های علمی بین‌المللی نیاز است. با این حال، برای گرد هم آوردن دولت‌ها جهت رسیدگی به مشکلات فراملی اقدامات سیاسی جهانی لازم است. همانطور که در فوق اشاره شد حوزه دیپلماسی علمی دارای تنوع زیادی است. با این حال در ژانویه ۲۰۱۰ انجمن سلطنتی انگلستان[1] و انجمن پیشرفت علم آمریکا[2] (AAAS) «دیپلماسی علمی» را برای انعکاس کاربردهای مختلف آن در سطوح داخلی، دوجانبه و چندجانبه در سه شاخه کلی مطابق زیر تعریف کرده است: شاخه اول علم در دیپلماسی[3] است که بر اساس آن علم می‌تواند توصیه‌هایی برای اطلاع‌رسانی و حمایت از اهداف سیاست خارجی ارائه دهد، شاخه دوم دیپلماسی برای علم[4] است که طی آن دیپلماسی می‌تواند همکاری علمی بین‌المللی را تسهیل بخشد، و بالاخره شاخه سوم علم برای دیپلماسی[4] است که مطابق آن همکاری علمی می‌تواند باعث بهبود و ارتقای سطح روابط بین‌الملل گردد [۱۷]. پیشتازی در علم، فناوری و نوآوری در عرصه جهانی و در دست داشتن فناوری کلیدی به‌خودی‌خود قدرت نرم و تأثیرگذاری را برای کشورها ایجاد می‌کند. به بیان دیگر از آنجایی‌که علم به‌عنوان یک منفعت جهانی شناخته می‌شود و اغلب از منافع سیاسی دولت‌ها فراتر می‌رود قدرت علمی قدرت نرم است که جایگاه منحصربه‌فردی در تعاملات فراملی دارد. همچنین اعتبار و شهرت حاصل از علم قابل اعتماد می‌تواند با برداشت‌های منفی از یک کشور در سطح جهانی مقابله کند و منجر به افزایش حسن نیت سیاسی در میان کشورهای متخاصم گردد. وقتی دیپلماسی علمی مورد حمایت قرار می‌گیرد، علی‌رغم وجود نگرش‌های منفی گسترده در مورد یک کشور، می‌تواند بر دیدگاه شهروندان کشورهای خارجی تأثیر مثبت بگذارد [۱۸، ۱۹]. در مقابل، وقتی دیپلماسی علمی پشتیبانی نمی‌شود، می‌تواند حتی بر روابط مشترک در سطح دوجانبه نیز اثرگذار باشد. دیپلماسی علمی می‌تواند سازوکاری را برای ایجاد اعتماد، ایجاد گفتگو و اجازه دسترسی بین کشورها فراهم کند. برای مثال، در طول جنگ سرد دیپلماسی علمی مؤثر در اوج خود جریان داشت به‌طوری‌که در زمان تشدید تنش‌های آمریکا و شوروی، تعداد بسیار کمی از شهروندان ایالات متحده اجازه ورود به اتحاد جماهیر شوروی را داشتند، ولی علم مجرای سفر و کار در کنار روس‌ها را برای محققان آمریکایی فراهم کرده بود و این روابط برای ایجاد اعتماد و حفظ ارتباطات ضروری که مانع تنش‌های بیشتر و درگیری‌های مخرب شود محوری تلقی می‌شد [۲۰]. با همه مزایایی که برای دیپلماسی علمی در نظر گرفته می‌شود، این حوزه با معضلات مهمی نیز مواجه است. معضلات دیپلماسی توسط جهت‌گیری کلی اهداف سیاست خارجی داخلی دیکته می‌شود و موفقیت دیپلماسی علمی به سیاست خارجی خاصی بستگی دارد که دولت‌ها انتخاب کرده‌اند. یکی از معضلات مهم در همکاری‌های مشترک علمی، نحوه تعیین اهداف سیاست خارجی دولت‌ها و بودجه‌ای است که برای فعالیت‌های مرتبط در اختیار می‌گذارند. تغییر دولت‌ها یا تغییر اولویت‌های داخلی یک دولت بر دستور کار دیپلماسی علمی بین‌المللی تأثیر می‌گذارد. دولت‌ها اهداف همکاری‌های علمی و کاربرد آن را بر اساس منافع ملی و گاهاً «محلی» تعریف می‌کنند. بررسی سال ۲۰۱۲ از دیپلماسی علمی در شش کشور نشان داده است که منطق اساسی کشورها برای مشارکت در دیپلماسی علمی یکسان نیست. گسترش نفوذ سیاسی، حفظ برتری و مرجعیت علمی و اعتبار بین‌المللی یک عامل محرک کلیدی برای کشورهای بریتانیا و ایالات متحده آمریکا در همکاری‌های علمی بین‌المللی بوده است، در حالی‌که که سوئیس، فرانسه، آلمان و ژاپن عمدتاً از علم و فناوری به‌عنوان راهی برای دسترسی به بازارهای جدید و پیشرفت‌های نوآورانه در تحقیق و توسعه و تولید و ترویج محصولات با فناوری پیشرفته خود استفاده می‌کنند [۱۹].

همچنین نبود سازوکارهایی برای ایجاد گفت‌وگوی مؤثر بین دانشمندان و سیاستمداران در سطح داخلی، دستیابی به اهداف

[1] The Royal Society
[2] The American Association for the Advancement of Science (AAAS)
[3] Science in Diplomacy
[4] Diplomacy for Science
[5] Science for Diplomacy

دیپلماسی علمی را تضعیف می‌کند. در کنار همه اینها حوزه‌های تحقیقاتی خاص وجود دارد که می‌تواند منشأ نگرانی‌های امنیتی برای کشورهای میزبان باشد. پژوهش درحوزه‌هایی نظیر فیزیک هسته‌ای و میکروبیولوژی که کاربردهای بالقوه‌ای برای سلاح‌های شیمیایی یا بیولوژیکی یا حتی تروریسم دارند برای برخی کشورها مایه نگرانی است و در مواردی سطح تمایل به همکاری‌های گسترده جهانی را در این حوزه‌ها کاهش می‌دهد. همچنین وضع تحریم‌های تجاری در کنار مشکلات ویزا و سایر مشکلات سیاست خارجی سفر و تبادل دانشمندان و محققان را به طور فزاینده ای با مشکلات جدی مواجه می‌سازد. در مواردی نیز تمایل اندکی در برخی دولت‌ها جهت مشارکت دادن دانشمندان و محققان خود در برنامه‌های مشترک بین‌المللی دیده می‌شود که دلیل آن عمدتاً ترس از فاش شدن برخی اطلاعات مربوط به کشورشان و یا نگرانی از عدم بازگشت دانشمندان به کشور خود است. همچنین دیپلماسی علمی به دلیل عدم ثبات و اجماع در تعریف و کاربرد آن، در تضاد کامل با حوزه‌های سیاست متعارف است. ابزارها، رویکردها و پروژه‌های انجام شده به اندازه فرهنگ سیاسی داخلی و سیاست‌های علمی دولت‌ها در سراسر جهان متنوع است. در نتیجه، تلاش‌ها برای ایجاد الگوها یا حمایت از «بهترین شیوه» برای دیپلماسی علمی در نهایت بیهوده است.

دستاوردهای دیپلماسی علمی به موازات دیپلماسی سنتی

تبادلات علمی غیرنظامی بین ایالات متحده و اتحاد جماهیر شوروی در طول جنگ سرد نمونه برجسته‌ای از دیپلماسی علمی را ارائه می‌دهد. این همکاری‌ها هنگامی که ارتباطات دیپلماتیک رسمی متوقف شد، دو کشور را همچنان به هم متصل می‌کرد. امروزه ایالات متحده و روسیه با هم در ایستگاه فضایی بین‌المللی و در پروژه تحقیقاتی و مهندسی گداخت هسته‌ای بین‌المللی[1] (ITER) همکاری می‌کنند [۲۱]. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اولین اجلاس گورباچف-ریگان در سال ۱۹۸۵ هیچ توافق ملموسی سیاسی به‌همراه نداشت ولی به موازات این نشست یک پروژه تحقیقاتی مشترک توسط دو فیزیکدان از دو طرف، آلوین تریولپیوس[2] و اوگنی ولیخوف[3] ، بی سر و صدا بررسی شد. نتایج این پروژه اینک به بزرگترین مرکز آزمایش فیزیک پلاسما در محدوده مغناطیسی جهان (ITER) تبدیل شده است که از آن به ابتکار ریگان – گورباچف یاد می‌شود (۲، ۳)[۲۲]. همچنین بر سر این پروژه یک نبرد اداری بزرگ در دولت آمریکا درگرفت و استدلال مخالفان علیه این همکاری آن بود که شوروی از آن برای سرقت فناوری و دانش آمریکا استفاده خواهد کرد ولی در نهایت این پروژه به تصویب طرفین رسید.

سازمان تحقیقات هسته‌ای اروپا موسوم به سرن[4] (CERN) مثال برجسته دیگری از نتایج بارز دیپلماسی علمی است. این سازمان پس از مجموعه‌ای جلسات با همکاری یونسکو و تصویب رسمی ۱۲ کشور عضو شامل بلژیک، دانمارک، فرانسه، آلمان، یونان، ایتالیا ، هلند، نروژ، سوئد، سوئیس، انگلستان و یوگسلاوی ایجاد شد. در حال حاضر، سرن توسط ۲۰ کشور عضو اروپایی اداره می‌شود اما بسیاری از کشورهای غیراروپایی نیز به روش‌های مختلف درگیر آن هستند. در مجموع دانشمندان حدود ۶۰۸ مؤسسه و دانشگاه در سراسر جهان از امکانات سازمان سرن بهره‌برداری می‌کنند (۴). شبکه جهانی آموزش و پژوهش علمی که به اختصار یوسرن[5] (USERN) خوانده می‌شود نیز در سال ۲۰۱۵ و به ابتکار ایران تأسیس شده است. یوسرن با هدف گسترش آموزش و پژوهش علمیِ اخلاق محور و بشر دوستانه و در نهایت پیشرفت علم برای اهداف غیرنظامی و مصالح عمومی در ۲۲ رشته علمی ایجاد شده است. مشاورین علمی این شبکه متشکل از دانشمندان برتر، برندگان جایزه نوبل و برندگان جایزه یوسرن می‌باشند (۵). مثال مهم دیگر در حوزه دیپلماسی علمی همکاری‌های علمی آمریکا و چین است که سرآغاز آن به زمان شروع تنش‌زدایی و برقراری مجدد روابط سیاسی بین دو کشور برمی‌گردد . در سال ۱۹۷۹ هنگامی‌که روابط دیپلماتیک

---

[1] ITER, International Nuclear Fusion Research and Engineering Megaproject
ITER یک پروژه کلان تحقیقاتی و مهندسی گداخت هسته‌ای بین‌المللی است که هدف آن تکرار فرآیندهای همجوشی خورشید برای ایجاد انرژی در زمین است.

[2] Alvin Triulpius
[3] Evgeny Velikhov
[4] CERN, the European Organization for Nuclear Research
[5] USERN, Universal Scientific Education and Research Network

رسمی بین چین و ایالات متحده مجدداً برقرار شد، علم نقش مهمی در شکل‌گیری این تلاش‌ها ایفا کرد. در آن هنگام هنری کیسینجر[1] چندین طرح علمی را برای مذاکرات خود با چین درخواست کرد که در نهایت تصویب گردید. این ابتکارات عمدتاً بر حوزه‌هایی تمرکز داشت که هر دو کشور می‌توانستند در آن شرکت کنند [۲۳].

همچنین طی چند دهه گذشته سازمان‌های جهانی، محققان، مقامات بهداشت عمومی، کشورها، مقامات دولتی و پزشکان برای ایجاد اقدامات مؤثر در کنترل عفونت و درمان بیماری‌ها با همدیگر همکاری‌های مثمر ثمر زیادی داشته‌اند. بدون این تلاش‌های مشترک بین‌المللی، امروزه جهان واکسن‌ها و درمان‌هایی را که در حال حاضر برای بیماری‌هایی که قبلاً کشنده بودند مانند سل، کزاز، فلج اطفال، آنفلوانزا و غیره در اختیار نداشت. از لحاظ تاریخی، دیپلماسی علمی در کنترل بیماری‌هایی مانند سارس، ابولا، زیکا و همچنان در طول همه‌گیری کووید -۱۹ نقش داشته است. همچنین اکتشافات و برنامه‌های فضایی حوزه مهمی است که دیپلماسی علمی در ان نقش برجسته‌ای را ایفا کرده است. در کنار موارد مطرح شده در فوق پروتکل ۱۹۸۷ مونترال در خصوص موادی که لایه اوزون را تخریب می‌کنند نمایش نمادینی از تأثیر علم به‌عنوان ابزار دیپلماتیک برای گفتگوی چندجانبه با هدف حفاظت از محیط زیست جهانی است. از زمان شروع آن، در نتیجه تلاش جمعی بین‌المللی برای حذف تدریجی استفاده از مواد تخریب‌کننده لایه اوزون، استفاده از این مواد مخرب به میزان چشمگیری کاهش یافته است [۲۴]. همچنین مذاکرات اتمی ایران و قدرت‌های بزرگ فرصتی را برای بهره‌برداری از ظرفیت‌های دیپلماسی علمی فراهم کرده است. از این‌رو می‌توان در کنار همه درخواست مشروع و قانونی طرح تکمیل و نهایی‌سازی چشمه نور ایران که قلب یک آزمایشگاه ملی جامع و مأموریت‌گرا نظیر آزمایشگاه‌های ملی آرگون یا بروکاون باشد را مطرح نمود. همچنین کشور ما به آزمایشگاه‌های ملی و مأموریت‌گرایی دیگری در حوزه‌های مهم علم و فناوری نظیر محاسبات کوانتومی، نوترینو و ماده تاریک، ارتباطات و هوش مصنوعی، علوم مغزی، سلول‌های بنیادی، انرژی‌های نوین و ژنومیکس نیز به‌شدت نیازمند است که می‌تواند به عنوان گزینه‌های مهمی جهت جلب و حمایت همکاری‌های بین‌المللی مطرح شود [۲۵].

نمایندگان دیپلماسی علمی در سفارتخانه‌ها

دیپلماسی علمی فضای پیچیده‌ای است که در آن افراد حرفه‌ای با پیشینه‌های مختلف برای ایجاد همکاری جمع می‌شوند و به‌طور بالقوه به‌دنبال علایق مشترک هستند. در یک طرف دانشمندانی قرار دارند که ممکن است محققان فعالی باشند که برخی از مسئولیت‌ها را به‌عنوان مشاور یا دیپلمات برای ایجاد مشارکت‌های بین‌المللی و تأثیرگذاری یا نمایندگی منافع کشور خود برعهده می‌گیرند (دانشمند دیپلمات[2]). از سوی دیگر ممکن است دیپلمات‌هایی باشند که در امور علم، فناوری و نوآوری تخصص دارند (دیپلمات دانشمند[3]) [۲۶]. چه دانشمندان دیپلمات و چه دیپلمات دانشمند همگی تلاش می‌کنند تا دانشمندان را با دیپلمات‌ها، مقامات دولتی و رهبران سیاسی مرتبط کنند تا حضور و نفوذ علم، فناوری و نوآوری را در امور بین‌الملل افزایش دهند. در کشورهای مختلف عناوین شغلی نمایندگان اعزامی دیپلماسی علمی به سفارتخانه‌ها بسیار متفاوت است. برای مثال در فرانسه به آنها مشاوران علمی[4]، در ایالات متحده آمریکا وابسته‌های علمی[5] یا فرستادگان علمی[6]، در اسپانیا مشاوران یا هماهنگ‌کنندگان علوم[7] و در هند بال‌های علم[8] می‌گویند (۶). این پست‌ها در سفارتخانه‌ها و نحوه پرکردن آنها توسط دانشمندان یا دیپلمات‌ها بین کشورها بسیار متفاوت است. در دهه ۱۹۵۰ ایالات متحده آمریکا برنامه وابسته‌های علمی را اجرا نمود. بر اساس این برنامه آن کشور به‌طور موقت دانشمندان را در سفارتخانه‌هایش مستقر کرد تا همکاری‌های علمی بین‌المللی را ارتقا و وجهه ایالات متحده را قبل از سایر کشورها بهبود بخشند. اندکی پس از آن، ایالات متحده به مدل دیگری روی آورد که در آن دیپلمات‌هایی با آموزش‌های تخصصی این سمت‌ها را پر می‌کردند. همچنین فرانسه و ایتالیا دانشمندان فعال را برای این مأموریت‌ها اعزام می‌کنند. دانشمندان ممکن است از مؤسسات اصلی خود (وزارتخانه‌ها، مراکز تحقیقاتی یا

---

[1] Henry Kissinger
[2] Diplomat Scientist
[3] Scientist Diplomat
[4] Science Counsellors
[5] Science Attachés or
[6] Science Envoys
[7] Science Advisers or Coordinators
[8] Science Wings

دانشگاه‌ها) به سفارتخانه‌ها اعزام شوند یا به‌صورت محلی در سفارتخانه‌ها استخدام گردند. این متخصصان مسئولیت برقراری ارتباط در موضوعات علم، تحقیق، فناوری و نوآوری را دارند. انگلستان اغلب از متخصصان محلی با پیشینه علمی به‌عنوان وابسته‌های علمی برای کار در کنار دیپلمات‌های شغلی استفاده می‌کند. چین نیز کارمندان دولتی را از وزارت علوم و فناوری و به‌ندرت از مؤسسات تحقیقاتی یا دانشگاه‌ها به‌کار می‌گیرد. همچنین این کشور به ندرت از دیپلمات‌های شغلی برای این نقش‌ها استفاده می‌کند.

چه کسی می‌تواند دیپلمات علمی شود؟

مشاوران یا وابستگان علمی برای تعامل بهتر با جامعه علمی کشور میزبان لازم است ضمن برخورداری مشروعیت علمی، دارای دانش علمی و مهارت مناسبی باشند تا مورد احترام جامعه دانشگاهی قرار گیرند. آنها می‌باید تجربه و مهارت در مذاکره و نهایی‌سازی برنامه مشارکت تحقیقاتی و همچنین تجربه و آگاهی در عرصه تأمین مالی تحقیقات بین‌المللی را داشته باشند. همچنین ضروری است دیپلمات علمی تجربه و آگاهی از تحقیقات بین‌المللی مبتنی بر صنعت و تحقیقات مشترک دانشگاهی و ظرفیت قوی برای کسب و ارزیابی اطلاعات در مورد دانش جدید و فرصت‌های تأمین مالی در حوزه‌های مربوط را به خوبی داشته باشند. توانایی خدمت مؤثر به‌عنوان یکی از اعضای کنسولگری و قدرت بیان و ارتباط و توان نوشتاری و مهارت‌های فردی مناسب و داشتن مدرک دکترا ترجیحاً در یکی از رشته‌هایی که به اختصار STEM[1] خوانده می‌شود نیز از ویژگی‌های مهم یک دیپلمات علمی است (۷، ۸)[۲۷].

وظایف مهم فرستادگان علمی

از وظایف مهم فرستادگان علمی به کشورهای دیگر می‌توان به نظارت بر تحولات فنی، علمی، نوآوری و سیاست مربوطه کشور میزبان، ایجاد و حفظ شبکه‌ای از تماس‌ها با شرکای کلیدی، سازمان‌ها، بخش‌های صنعتی، دانشگاه‌ها، مؤسسات تحقیق و توسعه، سازمان‌های تأمین‌کننده مالی و گردآوری گزارش برای طیف وسیعی از مخاطبان سطح بالای داخلی نظیر دانشمندان، سازمان‌های صنعتی و سیاستگذاران را نام برد. همچنین ضروری است که فرستادگان علمی تعامل فعالانه‌ای با ذینفعان برای کشف و ارائه راه‌های جدید همکاری در بخش علم، فناوری و نوآوری داشته باشند و شرایط مشارکت افراد کشور خود در نمایشگاه‌ها و کنفرانس‌های راهبردی در سراسر کشور میزبان را تسهیل کنند. در همین ارتباط رایزن سابق علمی فرانسه در روسیه و ایتالیا، پیر برونو روفینی[2]، وظایف مهم فرستادگان علمی را به‌صورت زیر تشریح می‌کند: از وظایف مهم فرستادگان علمی جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات مربوط به پیشرفت‌ها و راهبردهای علمی، تسهیل ارتباطات بین جوامع علمی دو کشور، ارتقای تصویر علمی-فناوری از کشور خود در کشور میزبان، سازماندهی پذیرایی از هیأت‌های رسمی و ارائه مشاوره علمی به سفیر و سایر مقامات سفارتخانه می‌باشد (۶، ۸، ۹).

تجربه دیگر کشورها در حوزه دیپلماسی علمی

در اوایل قرن هجدهم میلادی، مبادلات بین‌المللی بین محققان به طرز شگفت‌آوری زیاد بود و عبور از مرزهای سرزمینی پیش‌نیاز اساسی تمایز عملکرد علمی تلقی می‌شد. رهبران سیاسی در اروپا در ابتدا از عبور علمی از مرزها، به‌ویژه برای تصاحب شهرت و تحصیلات شخصی حمایت می‌کردند ولی بعدها و طی قرن نوزدهم که تا اواسط قرن بیستم نیز تداوم یافت، روش‌ها و نتایج علمی خاص به سود اقتصادی و امنیت ملی مرتبط گردید و این دوره منادی مرحله‌ای از ملی شدن مجدد حوزه‌های علم و فناوری شد که تا اواسط قرن بیستم نیز ادامه داشت. این دوره زمانی تا حدی زیادی مانع جریان دانش به آن سوی مرزها گردید. از دهه ۱۹۵۰ به این سو مجدداً مبادلات علمی بین المللی شدت یافت. در بین کشورهای جهان، انگلستان دارای یکی از بین‌المللی‌ترین سیستم‌های علم و نوآوری می‌باشد (۱۰). تقریباً ۴۶ درصد از انتشارات علمی بریتانیا دارای یک نویسنده بین‌المللی است و وابسته‌های شبکه علم و نوآوری بریتانیا در سفارت‌خانه‌ها و کنسولگری‌ها در ۲۸ کشور و ۴۷ شهر سراسر جهان مستقر هستند. طی یک دهه گذشته این کشور صندوق‌های جدیدی مانند صندوق نیوتن (در سال۲۰۱۴) را ابتدا با بودجه سالانه ۷۵ میلیون پوندی و اینک با ۱۵۰ میلیون پوند راه‌اندازی کرده است تا امکان همکاری‌های جهانی نه‌تنها در زمینه تحقیق،

---

[1] Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)
[2] Pierre Bruno Ruffini

بلکه در زمینه نوآوری نیز فراهم شود [۲۸]. تجربه چین درحوزه دیپلماسی علمی نیز درخور توجه است. رویکرد چین به همکاری‌های بین‌المللی به‌عنوان یک راهبرد به‌طور فزاینده‌ای گسترش یافته است. چین اخیراً، شبکه‌ای از ارتباطات بین‌المللی علمی و سیستم نوآوری از جنبه‌های گوناگون را گسترش داده است. این کشور از تحقیقات دانشگاهی مشترک گرفته تا انتقال فناوری و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌خوبی حمایت می‌کند (۱۱). در خصوص تلاش چین در حوزه همکاری‌های علمی بین المللی آدام سگال[۱]، کارشناس چین در شورای روابط خارجی ایالات متحده، در شهادت خود به کنگره بیان داشته است که یکی از نقاط قوت بزرگ چین تمرکز لیزری بر شکل دادن به تعاملات خارجی برای خدمت به اهداف نوآوری ملی است [۲۹].

ترکیه نیز طی چند دهه گذشته اقدامات مؤثری در حوزه دیپلماسی علمی انجام داده است. ترکیه از اواسط دهه ۱۹۵۰ در برنامه‌های تحقیقاتی در مقیاس بزرگ مانند سازمان اروپایی تحقیقات هسته‌ای (سرن) و آژانس فضایی اروپا[۲] (ESA) شرکت کرده است. همچنین در پروژه‌های علمی بین‌المللی در قطب جنوب به‌عنوان ناظر و در پروژه سزامی[۳] (SESAME) در خاورمیانه شرکت داشته است. دو وزارتخانه صنعت و فناوری و وزارت امور خارجه آن کشور نقش اساسی در دیپلماسی علمی و سیاستگذاری در حوزه‌های علم و فناوری و نوآوری ترکیه ایفا می‌کنند (۱۲). شورای تحقیقات علمی و فناوری ترکیه[۴] (TÜBİTAK) که در سال ۱۹۶۳ تأسیس شد، به‌عنوان یک آژانس مشاوره‌ای برای دولت ترکیه در مورد مسائل علمی و تحقیقاتی عمل می‌کند. آکادمی علوم ترکیه[۵] (TÜBA) سازمان دیگری است که با بیش از ۵۰ آکادمی از بیش از ۴۰ کشور دنیا از جمله کشورهای عضو اتحادیه اروپا ارتباط‌های مهمی برقرار کرده است. آکادمی علوم ترکیه با تقویت روابط با سایر کشورها و سازمان‌ها از طریق حفظ روابط دوجانبه با آکادمی‌های خارجی و روابط چندجانبه با سازمان‌های بین‌المللی و همچنین با سازماندهی برنامه‌های تبادل دوجانبه برای تقویت تبادل دانش علمی، نقش بالقوه‌ای در گسترش دیپلماسی علمی آن کشور ایفا می‌کند. مؤسسه یونس امره[۶] (YEI)، یک بازیگر نسبتاً جدید در دیپلماسی علمی ترکیه است. اگرچه این مؤسسه عمدتاً دیپلماسی عمومی و فرهنگی ترکیه را ترویج می‌کند اما اخیراً با ارتقای ظرفیت‌های علمی و فناوری ترکیه در دیپلماسی علمی آن کشور نیز مشارکت داشته است [۳۰]. بیشترین اقدامات و دستاوردها در حوزه دیپلماسی علمی به ایالات متحده آمریکا نسبت داده می‌شود. در همین راستا انجمن پیشرفت علم آمریکا[۷] (AAAS) مرکز دیپلماسی علم را در آن کشور تأسیس کرده است که هدف آن استفاده از علم و همکاری علمی برای ارتقای درک بین‌المللی و تضمین رهبری جهانی آن کشور است (۱۳، ۱۴).

این انجمن نیز مجمعی از دانشمندان و تحلیلگران سیاست و سیاستگذاران را ایجاد کرده است که اطلاعات علم و فناوری را به اشتراک می‌گذارند و فرصت‌های همکاری بین‌المللی را کشف و پیشنهاد می‌کنند. این انجمن در سال ۲۰۱۲ نیز فصلنامه علم و دیپلماسی[۸] را منتشر کرده است و میزبان کنفرانس دیپلماسی علمی نیز در آن کشور است. همچنین انجمن پیشبرد علم آمریکا سالانه جایزه‌ای را نیز به فعالان حوزه دیپلماسی علمی اعطا می‌کند.

نقش سازمان‌های بین المللی در دیپلماسی علمی

یکی از اولین اقدامات در زمینه همکاری علمی مشترک در سال ۱۹۳۱ با ایجاد شورای بین‌المللی اتحادیه‌های علمی[۹] (ICSU) که اکنون شورای بین المللی علوم[۱۰] (ISC) نام گرفته است انجام شده است. دانشگاه تهران به‌عنوان کرسی ملی از سال ۱۳۴۳ در این شورا عضویت داشته است و هم‌اکنون نیز همکاری‌اش را با آن شورا ادامه می‌دهد. شورای بین‌المللی علوم از طریق مشارکت با اتحادیه‌های علمی بین‌المللی، منابع و ابزارهایی را برای توسعه

[1] Adam Segal
[2] European Space Agency
[3] The Synchrotron-Light for Experimental Science and Applications in the Middle East (SESAME)
[4] Scientific and Technological Research Council of Turkey
[5] Türkiye Bilimler Akademisi
[6] Yunus Emre Institute
[7] AAAS, American Association for the Advancement of Science
[8] Science & Diplomacy
[9] International Council of Scientific Unions
[10] International Science Council (ISC)

راه‌حل‌های علمی برای معضلات مهم جهانی هدایت می‌کند (۱۵). همچنین با همکاری انجمن پیشرفت علم آمریکا (AAAS)، آکادمی علوم جهان[۱] (TWAS) نیز برنامه‌ای را هدایت می‌کند که شامل سخنرانی‌ها، کارگاه‌ها، دوره‌ها و جوایز است و هدف همه اینها ایجاد پلی بین دنیای علم و دیپلماسی می‌باشد (۱۶). علاوه بر شورای بین‌المللی علوم و آکادمی علوم جهان، سازمان یونسکو نیز نقش مهمی در زمینه دیپلماسی علمی ایفا می‌کند که بر اساس سه مزیت نسبی که در زیر معرفی می‌شود بنا شده است: ۱) مشروعیت[۲]؛ دستور جهانی یونسکو برای علم، صلح جهانی و توسعه از زمان تأسیس آن در سال ۱۹۴۶، این سازمان را به مهد دیپلماسی علمی مدرن تبدیل کرده است. یکی از اولین دستاوردهای موفقیت‌آمیز یونسکو، ایجاد سرن در اوایل دهه ۱۹۵۰ بود. ۲) اعتبار[۳] یونسکو بخاطر تخصص نهادی گسترده و سابقه‌ای طولانی در راه اندازی و اجرای طرح‌های نوآورانه به‌خوبی شناخته شده است. یکی از برجسته‌ترین ابتکارات این سازمان ایجاد چشمه نور سنکروترون سزامی در خاورمیانه است. ۳) جهانی بودن[۴]؛ یونسکو دیپلماسی علمی را بر اساس دستور جهانی خود ارتقا می‌دهد و از طریق شبکه گسترده‌ای از شرکایش نقش مهمی در گردآوری سهامداران مختلف، دانشمندان، تصمیم‌گیرندگان و دیپلمات‌ها در سرتاسر جهان دارد (۱۷).

اهمیت نشست‌های مستمر دانشمندان و دیپلمات‌ها

علم و دیپلماسی دو حوزه بسیار متفاوتی هستند. علم سعی دارد به یقین بپردازد و معرفت کامل را هدف قرار می‌دهد، درحالی‌که دیپلماسی در شرایط عدم اطمینان و دانش ناقص عمل می‌کند. دانشمندان می‌توانند در حوزه همکاری‌های علم و فناوری بین‌المللی به دیپلمات‌های مشورت دهند و دیپلمات‌ها می‌توانند واقعیت‌ها و محدودیت‌های ژئوپلیتیکی را برای دانشمندان تشریح نمایند. در آینده نزدیک، هم دانشمندان و هم دیپلمات‌ها چاره‌ای جز درگیر شدن با موضوعات پیچیده و نوظهور مانند هوش مصنوعی، کلان داده‌ها و امنیت/نظارت سایبری را ندارند. ثمره گفتگو بین دانشمندان و دیپلمات‌ها روشنگری در خصوص تحولات آینده در علم و فناوری و بهره‌گیری مؤثر از ظرفیت‌های دیپلماسی علمی است.

دیپلماسی علمی و مرجعیت علمی

مرجعیت علمی به‌معنای مراجعه مستمر دیگران به یک فرد یا سازمان و به رسمیت شناختن آن به‌عنوان مرجع نظریه‌پردازی علمی است که به توسعه اجتماعی، اقتصادی و علمی جامعه منجر می‌شود. مرجعیت علمی یک رکن اساسی برای پیشرفت دیپلماسی علمی است و دیپلماسی علمی نیز به‌نوبه خود جایگاه مهمی در ارتقاء مرجعیت علمی دارد. مرجعیت علمی یک منظومه علمی است که یکی از ارکان‌های آن مقبولیت ملی و دیپلماسی علمی فرا ملی است. یکی از زوایای مهم مرجعیت علمی، استناد علمی و نوآوری به آثار علمی می‌باشد که در کتاب‌ها، مقالات، محفل‌های علمی در سطح ملی و بین‌المللی تجلی می‌یابد. دیپلماسی علمی و روابط خوب بین‌المللی موجب معرفی بهتر مرجع علمی می‌شود و به این ترتیب ورود نظریه‌ها و مکاشفات علمی در کتاب‌های درسی و استنادهای علمی در سطح بین‌المللی تسهیل می‌گردد.

سخن آخر

در شرایط کنونی توجه ویژه به ظرفیت‌های بالقوه دیپلماسی علمی و بهره‌مندی از منافع آن در راستای توسعه توان علمی، نوآوری و فناوری کشور اهمیت زیادی دارد. در همین راستا لازم است تا سطح آمادگی هم دیپلمات‌ها و هم اعضای جامعه علمی با برگزاری دوره‌های آموزشی خاص، کارگاه‌های تخصصی و کنفرانس‌هایی در حوزه دیپلماسی علمی ارتقا یابد. همچنین مهم است تا دیپلمات‌ها و اعضای جامعه علمی ضمن برگزاری جلسات هم‌اندیشی با همدیگر، مشکلات پیشرو و راهکارهای مهم تسهیل‌کننده همکاری‌های علمی بین‌المللی را به‌طور مستمر بررسی نمایند. برگزاری نشست‌های ادواری بین دانشمندان و دیپلمات‌ها و گفتگو پیرامون فرصت‌های همکاری علمی بین‌المللی کمک شایانی به بهره‌برداری مؤثرتر از ظرفیت‌های دیپلماسی علمی خواهد کرد. دقت بالا در گزینش و انتخاب نمایندگان علمی در نمایندگی‌های خارج از کشور که دارای توانمندی‌های تخصصی بالا و مشروعیت علمی در محافل

---

[1] World Academy of Sciences
[2] Legitimacy
[3] Credibility
[4] Universality

دانشگاهی باشند نیز کمک شایانی به بهره‌برداری بهینه از فرصت‌ها پیشرو خواهد نمود. از آنجایی‌که سرمایه‌گذاری در علم و فناوری منافع بلند مدت و بیشماری را برای کشور رغم می‌زند، ضروری است کارگروه‌های تخصصی با مشارکت دانشمندان و دیپلمات‌ها در حوزه‌های علم و فناوری و منطبق با نیازهای اساسی کشور ایجاد شود. همچنین به موازات مذاکرات سیاسی و تجاری سطوح بالا با کشورهای پیشرو در علم و فناوری‌های کلیدی، حوزه‌های مهم هدف‌گذاری شده نیز در دستور کار این کار گروه‌ها قرار گیرد تا به این ترتیب از ظرفیت‌های دیپلماسی علمی برای منافع ملی به‌خوبی بهره‌برداری شود.

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

(1). http://www.sciencecultivation.ir/issue_33117_33131.html

(2). Alex Petrov. (16 Nov, 2015). Evgeny Velikhov: "I decided to deliver this idea to Gorbachev", https://www.iter.org/newsline/-/2326

(3). Robert Arnoux. (16 Nov, 2015) Conceived in Geneva, born in Reykjavik, baptized in Vienna. https://www.iter.org/newsline/-/2323

(4). http://home.cern/

(5). https://usern.tums.ac.ir/

(6). Science Counsellors, Attachés, Advisers, and Envoys in Embassies: https://www.s4d4c.eu/topic/2-4-3-science-counsellors-attaches-advisers-and-envoys-in-embassies/

(7). What Kind of Science Diplomats Are There? https://www.s4d4c.eu/lessons/2-4-what-kind-of-science-diplomats-are-there/

(8). Lorenzo Melchor. (10 Aug 2020). What Is a Science Diplomat? https://brill.com/view/journals/hjd/15/3/article-p409_11.xml?language=en

(9). Seoul. (2018). Embassy of Sweden seeking Science and Innovation Adviser,https://www.swedenabroad.se/globalassets/ambassader/sydkorea-seoul/documents/seoul-innovation-and-science-adviser_201901.pdf

(10). The Royal Society, the Foreign Secretary, and International Relations(2015). https://www.sciencediplomacy.org/letter-field/2015/royal-society-foreign-secretary-and-international-relations

(11). Olga Krasnyak, National styles in science diplomacy and science diplomacy: China, 2018: https://uscpublicdiplomacy.org/blog/national-styles-science-diplomacy-china

(12). Derya Buyuktanir Karacan, Science diplomacy as a foreign policy tool for Turkey and the ramifications of collaboration with the EU, Humanities & Social Sciences Communications, (2021) 8:49 | https://doi.org/10.1057/s41599-021-00722-z

(13). https://www.aaas.org/

(14). https://www.magiran.com/paper/2015214

(15). https://council.science/

(16). 2021 AAAS-TWAS Course on Science Diplomacy: https://www.aaas.org/events/2021-aaas-twas-course-science-diplomacy

(17). http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/science-policy-and-society/science-diplomacy

منابع و مواخذ

[1]. Fedoroff, N. V. (2009). Science diplomacy in the 21st century. Cell, 136 (1), 9-11.
[2]. Anderson, M. S. (2014). The Rise of Modern Diplomacy, Routledge Press, 1450-1919.
[3]. Fähnrich, B. (2017). Science diplomacy: Investigating the perspective of scholars on politics–science collaboration in international affairs. Public Understanding of Science, 26(6), 688-703.
[4]. Krasnyak, O., & Ruffini, P. B. (2020). Science Diplomacy. Oxford University Press.
[5]. Turekian, V. (2018). The evolution of science diplomacy. Global Policy 9 (S3), 5–7.
[6]. Ruffini, Pierre-Bruno. (2017). Science and Diplomacy. A New Dimension of International Relations, Cham, Switzerland. ISBN 978-3-319-55104-3.
[7]. Singh, J. P. (2018). UNESCO: Scientific humanism and its impact on multilateral diplomacy. Global Policy, 9, 53-59.
[8]. Dargiel, J. (2009). 'Smart Power': A Change in US Diplomacy Strategy. E-international Relations, 1-3.
[9]. Andersen, C., Clopot, C., & Ifversen, J. (2020). Heritage and interculturality in EU science diplomacy. Humanities and Social Sciences Communications, 7(1), 1-8.
[10]. George, A. L. (2000). Strategies for preventive diplomacy and conflict resolution: scholarship for policymaking. PS: Political Science & Politics, 33(1), 15-20.

Diplomacy at the Annenberg School, University of Southern California.
[21]. https://www.americansecurityproject.org/us-russia-cooperation-in-science/
[22]. On a cold November morning in Geneva, 30 years ago, two men met for the first time. Ronald Reagan and Mikhail Gorbachev, at the head of the world's two superpowers, had much to talk about.https://www.iter.org/mag/8/59
[23]. Smith, K. (1998). The Role of Scientists in Normalizing US-China Relations: 1965–1979. Annals of the New York Academy of Sciences, 866(1), 114-136.
[24]. Protocol, M. (1987). Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. Washington, DC: US Government Printing Office, 26, 128-136.

[۲۵]. رضا یوسفی، علی اکبر موسوی موحدی (۱۴۰۰) نقش آزمایشگاه‌های ملی و مؤسسات تحقیقاتی ماموریت‌گرا در توسعه علم و فناوری، نامه علوم پایه، نامه علوم پایه فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، زیر چاپ.

[26]. Moomaw, W. R. (2018). Scientist diplomats or diplomat scientists: Who makes science diplomacy effective?. Global Policy, 9, 78-80.
[27]. Jacobsen, L. L., & Olšáková, D. (2020). Diplomats in Science Diplomacy: Promoting Scientific and Technological Collaboration in International Relations.
[28]. Grimes, R. W., & McNulty, C. (2016). The Newton Fund: Science and innovation for development and diplomacy. Science & Diplomacy, 5(4).
[29]. Bound, K. (2016). Innovating together? The age of innovation diplomacy, Global Innovation Index , 91-95.
[30]. Derya Buyuktanir Karacan, Science diplomacy as a foreign policy tool for Turkey and the ramifications of collaboration with the EU, Humanities & Social Sciences Communications, (2021) 8:49 | https://doi.org/10.1057/s41599-021-00722-z
[11]. Turchetti, S., & Lalli, R. (2020). Envisioning a “science diplomacy 2.0”: on data, global challenges, and multi-layered networks. Humanities and Social Sciences Communications, 7(1), 1-9.
[12]. Cuellar-Ramirez, P. (2021). Science Diplomacy for Climate Action and Sustainable Development in Latin America and the Caribbean: How Important Is the Early Career Perspective to New Governance? Frontiers in Research Metrics and Analytics, 48.
[13]. Moradian, N., Moosavi-Movahedi, A.A., et al. (2020). The urgent need for integrated science to fight COVID-19 pandemic and beyond. Journal of Translational Medicine, 18:205
[14]. Mark B.B., (2015). Politicizing science: Conceptions of politics in /science and technology studies. Social Studies of Science, 45(1), 3-30.

[۱۵].علی اکبر موسوی موحدی، گفتمان دانشمندان با سیاستمداران، نشاء علم ، سال هفتم شماره یک، دی ماه سال ۱۳۹۵

[16].Mauduit, J. C., & Soler, M. G. (2020). Building a science diplomacy curriculum. Frontiers in Education.
[17]. Gluckman, P. D., Turekian, V. C., Grimes, R. W., & Kishi, T. (2017). Science diplomacy: a pragmatic perspective from the inside. Science & Diplomacy, 6(4), 1-13.
[18]. Riordan, S., & Torres Jarrín, M. (2020). The Global Policy Perspective Report Science Diplomacy, published by the European Institute of International Studies, 2, 1-10.
[19]. Hollander, E. (2015). How Does Science Diplomacy Cope with Challenges Facing Diplomacy More Broadly? http://www. e-ir.info/2015/08/30/how-does-science-diplomacy-cope-with-challenges-facing-diplomacy-more-broadly.
[20]. Annenberg School of Communications (University of Southern California). Center on Public Diplomacy. Science Diplomacy and the Prevention of Conflict. (2010). Proceedings of the USC, Center on Public Diplomacy Conference, February 4-5, 2010. USC, Center on Public

تعاملات علمی بین‌المللی، پیشران دیپلماسی علم و فناوری

اسماعیل وزیری[۱،*]، علی اکبر صبوری[۲]

چکیده

دیپلماسی علم و فناوری، با هدف درک بهتر و تقویت ارتباطات بین علم و فناوری و در راستای فعالیت‌های بین‌المللی، برای غلبه بر مشکلات ملی و بین‌المللی مورد توجه جدی قرار گرفته است. یکی از عوامل اصلی موفقیت در دیپلماسی علم و فناوری، همکاری‌های علمی بین‌المللی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که می‌توان متغیرهای شناسایی شده را در چهار مقوله کلی ساختاری، ملی، زیرساختی و بین‌المللی قرار داد. در بعد ساختاری، می‌توان به همکاری‌های علمی بین‌المللی، تبادلات علمی استاد و دانشجو، آموزش و توجه به هنجارهای بین‌المللی، تسهیل روادید برای همکاری‌های علمی، تدوین ضوابطی در راستای انتشار نتایج مطالعات بین‌المللی، فرصت‌های مطالعاتی و ... اشاره کرد. در بعد ملی، نقش‌آفرینان حوزه دیپلماسی مانند دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، مراکز دانش‌بنیان، مراکز رشد، پارک‌های علم و فناوری و شوراهای سیاست‌گذاری در حوزه سیاست خارجی و علم و فناوری مورد توجه است. در بعد زیرساختی، مسائل مالی و حمایت مادی و معنوی از دیپلماسی علم و فناوری، توسعه ارتباطات مجازی، تقویت زیرساخت‌های آموزش مجازی و در بعد بین‌المللی نیز نمایشگاه‌های علم و فناوری، بین‌المللی‌سازی آموزش و استفاده از چهره‌های بین‌المللی قرار داد. تعاملات علمی و مسائل مرتبط با آن، نقش مهمی در توسعه دیپلماسی علم و فناوری دارد. البته علم به وجود آورنده نوعی دیپلماسی است که نیازمند همکاری‌های نزدیک میان ملت‌ها، نخبگان، دانشگاه‌ها و مراکز علمی، سازمان‌های دولتی و غیردولتی در کشورهای مختلف است. پیشنهاد می‌گردد اقدامات و امکانات لازم به منظور تسهیل مراودات و تعاملات علمی توسط سیاستگذاران این حوزه مورد توجه قرار گیرد تا حرکت علمی کشور در مسیر خود ادامه یافته و از پتانسیل علمی کشور استفاده مطلوب و اثرگذار در جامعه شود.

واژگان کلیدی: دیپلماسی علم و فناوری، همکاری‌های علمی، تعاملات علمی بین‌المللی

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، آدرس الکترونیکی evaziri@uoz.ac.ir

۱ گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه زابل، ایران

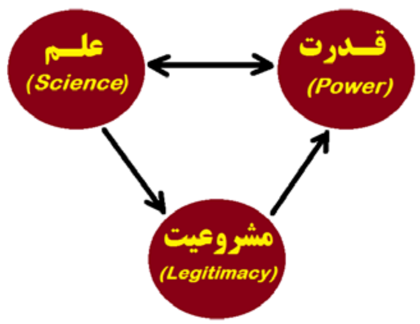
۲ مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.3.9

مقدمه

علم و فناوری در تحولات مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی جوامع بشری نقش مهمی دارد. علم سرچشمه قدرت، دانایی و توانایی است؛ لذا تولید و رشد علم در جامعه سبب اقتدار کشور خواهد شد. در سال‌های اخیر، از علم و فناوری به عنوان مؤلفه اصلی قدرت و ثروت یاد می‌شود و به دلیل جذابیت‌ها، قابلیت‌ها و ماهیت بین‌المللی آنها، امکان تعاملات گسترده و مفید میان پژوهشگران فراهم می‌شود. از همین‌رو، طبیعی است که رقابت مهمی میان کشورها وجود داشته باشد.

میان قدرت و دانش، ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. دانش بشری، شامل علوم تجربی، علوم اجتماعی، علوم انسانی و هنر می‌باشد. دانشمندان به‌شدت تحت تاثیر قدرت قرار می‌گیرند، اما خود دانش کمتر به قدرت وابسته است. با تغییر دولت‌ها و در نتیجه قدرت‌ها، دانش همواره در مسیر خودش رشد کرده است. به‌ویژه، ماهیت علوم محض (Pure Sciences) کمتر تحت تأثیر قدرت بوده است. به‌عنوان مثال، قدرت هرگز نتوانسته و نمی‌تواند یک فرمول فیزیک یا ریاضی را تغییر دهد و یا فرمول شیمیایی یک ماده را عوض نماید. لیکن، قدرت از دستاوردهای علوم فیزیک و شیمی به‌خوبی در جهت اهداف خود استفاده می‌کند. در واقع، قدرت‌ها از علوم محض برای تسلط سیاسی و رونق اقتصادی استفاده می‌کنند. برخلاف علوم محض، قدرت همواره در علوم انسانی تأثیرگذار بوده و حتی در ماهیت آن هم دخالت نموده است. تسلط ایدئولوژی‌های سیاسی بر جوامع بشری، در بسیاری از موارد با تغییرات در ماهیت و دخالت در علوم انسانی است. بنابراین، قدرت، از دانش برای تسلط و بقای خود به روش‌های مختلف بهره می‌برد. کسب قدرت از اهداف بشری است، هرچند می‌تواند برای اهداف دیگری باشد. با این



شکل ۱: رابطه قدرت، علم و مشروعیت

حال، این ماهیت قدرت نیست که دانش تولید می‌نماید، بلکه قادر است زمینه و بستر تولید آن را فراهم سازد (شکل ۱).

بین قدرت و دانش، و مشروعیت رابطه دوطرفه دیگری نیز برقرار است. در ادبیات سیاسی، اقتدار به‌عنوان قدرت مشروع و مشروعیت نیز به‌عنوان حق اعمال قدرت تعریف می‌شود. از همین‌رو، می‌توان چنین برداشت کرد که مشروعیت در تولید اقتدار برای نظام‌های سیاسی از جایگاه مهم و بی‌بدیلی برخوردار است. نتیجه مشروعیت نیز این است که اطاعت از اقتدار را به وظیفه تبدیل و آن را حق القا می‌کند و این فرایندی است که طی آن از طریق مشروعیت قدرت به اقتدار تبدیل می‌شود [۱]. مشروعیت در این بخش را می‌توان توانایی نظام سیاسی کشور دانست، به‌طوری‌که فعالیت‌های علمی و قدرت ناشی از آن زمانی می‌تواند مورد تاکید قرار گیرد که از مشروعیت لازم در راستای حفظ و بهبود منافع علمی کشور مدنظر قرار گیرد. برای نمونه، سازمان غذا و داروی امریکا (FDA)، تأییدکننده هر غذا و دارو با ۱۵ هزار کارمند، در سطح جهان، یک مشروعیت ناشی از قدرت و توان علمی است.

علم موضوعی جهانی است و به دلیل مشترک بودن زبان علم در لوای پیشرفت‌های صورت‌گرفته در حوزه فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی و ارتباطات علمی در میان پژوهشگران، تعاملات و همکاری‌های علمی و فناوری باعث شده است تا علاوه بر اینکه این همکاری‌ها از رشد چشمگیری برخوردار باشد، روابط سیاسی و بین‌المللی کشورها نیز تحت تاثیر قرار بگیرد. به همین دلیل، طی سالیان اخیر دیپلماسی علم و فناوری به‌عنوان یکی از راهکارهای کشورها و جوامع مختلف علمی در راستای کسب قدرت، مزیت رقابتی و تسلط بر سهم بیشتری از منابع و امکانات جایگاه خود را پیدا کرده است. پیشرفت‌های علمی و کاربرد آن از طریق توسعه فناورانه و جهان سیاست طی سالیان درازی بر یکدیگر تاثیرگذار بوده‌اند و امروزه به‌عنوان قلب سیاست جهانی مدنظر قرار می‌گیرند [۲].

«فن پیشبرد سیاست خارجی یک کشور» وجه مشترک تعاریف ارائه شده از دیپلماسی است. به‌عبارتی، روش‌ها، رویه‌ها، اقدامات و عملیاتی که از طریق آنها سیاست خارجی یک کشور به اهدافش در سطح بین‌الملل می‌رسد را دیپلماسی می‌گویند. دیپلماسی ابزاری فراهم می‌کند که ابزارهای دیگر بتوانند در درون آن بستر به نقش‌آفرینی بپردازند. هرچند ارتباط بین علم و

دیپلماسی دارای پیشینه تاریخی است، اما واژه دیپلماسی علمی محصول قرن بیست و یکم است که در دهه اخیر به ظهور رسیده است [۳]. از همین‌رو، می‌توان گفت که دیپلماسی علم و فناوری نوعی از دیپلماسی است که هسته اصلی اهرم‌های آن را دستاوردهای علم و فناوری تشکیل می‌دهد و موضوع اصلی آن، استفاده از ظرفیت‌های علم و فناوری برای تحقق اهداف سیاست خارجی است [۴ و ۵].

دیپلماسی علم و فناوری را همکاری‌های علمی میان ملت‌ها و ملیت‌ها برای رفع مشکلات مشترک و ایجاد مراودات بین‌المللی آسان و حساب‌شده تعریف می‌کنند [۶]. دیپلماسی علم و فناوری را مجموعه‌ای نظام‌مند و ساختاریافته از سیاست‌های کلان، راهبردها، برنامه‌ها، و روش‌های اجرایی می‌باشد که کنشگران حوزه سیاست خارجی و علم و فناوری را درون شبکه‌ای از تعاملات هم‌افزا به هم مرتبط می‌سازند و همزمان خط‌مشی و امکان به‌کارگیری یافته‌ها و دستاوردهای علم و فناورانه را برای پیشبرد اهداف دیپلماتیک کشورها فراهم کرده و سازوکارهای دستگاه دیپلماسی را در راستای توسعه علم و فناوری به کار می‌گیرند [۷].

از نظر برخی دیگر از پژوهشگران، دیپلماسی علم و فناوری شامل استفاده از تعاملات علمی و ارتباطات به‌عنوان ابزاری در روابط بین‌الملل در نظر گرفته می‌شود که می‌توان از طریق تعاملات و تبادلات دانشگاهی، پروژه‌های تحقیقاتی مشترک و ... در میان پژوهشگران کشورها مورد توجه قرار گیرد. دیپلماسی علم و فناوری را استفاده از همکاری‌های علمی میان ملت و ملیت‌ها برای رفع مشکلات مشترک و ایجاد مراودات بین‌المللی می‌دانند [۸ و ۹].

طی سالیان اخیر و با توجه به تغییرات صورت گرفته در حوزه فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، ضرورت توجه بیشتر به همکاری‌های علمی احساس می‌شود. چرا که توسعه همکاری‌های علمی بین‌المللی در دنیای امروز و به خصوص در حوزه علم و فناوری، شالوده اصلی رشد و توسعه علمی هر کشور در فرآیند توسعه اقتصادی محسوب می‌شود [۱۰]. هر چند امروزه مراکز علمی بیشتر به دنبال کشف یافته‌های علمی جدید هستند، اما آنچه که پیچیدگی‌های جهان امروز ایجاب می‌کند، افزایش تقاضا برای یکپارچه‌سازی همکاری‌های علمی در تعاملات بین‌المللی است [۱۱]. از همین‌روست که طی سالیان گذشته بر تعاملات و همکاری‌های علمی به‌منظور غلبه بر چالش‌های جهانی تأکید شده است. یکی از انواع این تعاملات را می‌توان تلاش دانشگاه‌ها و سازمان‌های ملی و جهانی در راستائی بین‌المللی‌سازی در نظر گرفت. رهبران آموزش عالی در جهان به طور روزافزونی به دلایل اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی در تلاش برای بین‌المللی کردن دانشگاه‌های خود بوده‌اند و یکی از اشکال قالب بین‌المللی‌سازی، همکاری‌های علمی بین‌المللی است که طیف وسیعی از فعالیت‌های دانشگاهی اعم از فعالیت مشترک بین‌المللی مانند برگزاری کنفرانس‌ها، تبادل استاد و دانشجو، برگزاری دوره‌های آموزشی مشترک و انجام و اجرای طرح‌های پژوهشی مشترک را شامل می‌شود [۱۲]. چرا که فرض این است که تعاملات علمی بین‌المللی دانشگاه‌ها باعث رشد و توسعه سرمایه انسانی، افزایش درامد، حل مسائل پژوهشی، اشتراک دانش و رشد اقتصادی و علمی دانشگاه‌ها می‌شود.

پژوهش‌های مختلفی به بررسی عوامل مؤثر بر دیپلماسی علم و فناوری پرداخته‌اند. آنچه که در این پژوهش مد نظر است، عواملی است که بر چگونگی تعاملات و همکاری‌های علمی بین‌المللی به‌عنوان پیشران دیپلماسی علم و فناور نقش دارند. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر همکاری‌های علمی به عنوان یکی از پیشران‌های توسعه دیپلماسی علم و فناوری انجام شده است. بدین منظور با مرور و تحلیل متون به بررسی این عوامل پرداخته شده است. در یک جمع‌بندی کلی می‌توان عوامل و مؤلفه‌های شناسایی شده را در یک دسته‌بندی چهارگانه شامل الزامات نهادی یا ساختاری؛ الزامات ملی، الزامات زیرساختی و الزامات فراملی ارائه داد.

الزامات ساختاری

اولین بخش از عوامل مؤثر بر دیپلماسی علم و فناوری را می‌توان تحت عنوان عوامل ساختاری در نظر گرفت. این عوامل نقش مهمی در موفقیت این امر داشته و در چند دسته کلی قابل دسته‌بندی می‌باشد.

بخشی از این عوامل شامل قوانینی است که از طریق آن امکان فعالیت‌های علمی بین‌المللی تسهیل می‌شود که شامل قوانین حق مؤلف، سیاستگذاری و خط‌مشی‌گذاری، همکاری و

ارزیابی می‌شود که از جمله شاخص‌های آنها می‌توان به نحوه تعاملات و همکاری‌های علمی در سطح ملی و بین‌المللی، تسهیل روادید همکاری‌های علمی، تدوین ضوابطی در راستای انتشار نتایج مطالعات بین‌المللی، استفاده مناسب از فرصت‌های مطالعاتی و بورس‌های تحصیلی، تبادل استاد-دانشجو، تأسیس اتحادیه اعضای هیأت علم برای گسترش همکاری‌های علمی، موازین ثبت اختراع و اکتشاف، مباحث مربوط به حقوق مالکیت فکری و معنوی، تسهیل فرایندهای مربوط به انتقال فناوری، موافقتنامه‌ها و تفاهم‌نامه‌های علمی اشاره کرد. بخش دیگری از این عوامل شامل عوامل فرهنگی است که امکان تعاملات ملی و بین‌المللی فراهم می‌شود. از جمله این عوامل می‌توان به آموزش و فرهنگ‌سازی دیپلماسی علم و فناوری به مخاطبان، ارتقای مهارت‌های لازم برای توسعه همکاری‌های علمی و فناوری به‌منظور بهبود روابط سیاسی میان کشورها، حفظ و تقویت ارتباط میان پژوهشگران و سیاسیون، توجه به هنجارهای بین‌الملل و ارسال هدایای فناوری به مسئولان و مدیران سایر کشورها اشاره کرد [۳، ۵، ۶، ۷، ۹، ۲۴-۱۳].

الزامات ملی

بخش دوم از عوامل مؤثر بر دیپلماسی علم و فناوری، عواملی است که باید در سطح ملی مورد توجه قرار بگیرند. برای مثال، نقش‌آفرینان حوزه دیپلماسی، شامل دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، مراکز دانش‌بنیان، مراکز رشد، پارک‌های علم و فناوری، شوراهای سیاست‌گذاری در حوزه سیاست خارجی و علم و فناوری در ساختارهای سیاستگذار کشور به همراه وظایفی که در پیشبرد دیپلماسی علم و فناوری نقش دارند مورد توجه قرار می‌گیرد. از جمله این عوامل می‌توان به برگزاری نشست دانشگاه‌ها و مراکز علمی با اعضای هیات علمی، مشارکت مؤثر دانشگاه‌ها و مراکز علمی در توسعه دیپلماسی علم و فناوری، بازاریابی و ایجاد مزیت رقابتی محصولات علم و فناوری، ایجاد و گسترش سازمان‌های غیرانتفاعی، سمن‌ها، ارتقای معاونت بین‌الملل دانشگاه‌ها، سفیران علم و فناوری، انتصاب مشاور علمی و فناوری برای وزیر خارجه، توسعه نظام ملی نوآوری، تقویت ارتباطات میان حاکمیت و نظام آموزش عالی، توسعه و ایجاد دفتر انتقال فناوری و تجاری‌سازی فناوری اشاره کرد [۳، ۶، ۷، ۱۵-۱۳، ۱۷، ۲۱، ۲۳، ۲۷-۲۵].

الزامات زیرساختی

از دیگر عوامل مؤثر بر توسعه دیپلماسی علم و فناوری، می‌توان به عوامل زیرساختی اشاره کرد. مسائل مالی و حمایت مادی و معنوی از دیپلماسی علم و فناوری، توسعه بستر ارتباطات مجازی و تقویت زیرساخت‌های آموزش مجازی و همچنین توسعه شرکت‌های فناورانه بین‌الملل و استفاده از زبان بین‌الملل در تعاملات علمی از جمله عواملی هستند که در صورتی که به خوبی مدیریت شوند، نقش مهمی در موفقیت تعاملات علمی و پیشبرد اهداف دیپلماسی علم و فناوری دارند [۶، ۱۳-۱۵، ۱۷، ۲۱-۲۲].

الزامات فراملی (بین‌المللی)

بخش نهایی از مجموعه عوامل مؤثر بر توسعه دیپلماسی علم و فناوری تحت عنوان عوامل فراملی دسته‌بندی شده است. در این بخش می‌توان به ظرفیت‌سازی، مخاطب‌شناسی، شبکه‌سازی و نمایش دستاوردها و نمایشگاه‌های علم و فناوری بین‌المللی و شرکت در آنها، استفاده از چهره‌های بین‌المللی، برگزاری، عضویت و حضور در کنفرانس‌ها و مجامع بین‌المللی و حضور در کارگاه‌های بین‌المللی و بین‌المللی‌سازی آموزش اشاره کرد [۳، ۶-۵، ۱۵-۱۳، ۱۷، ۲۶ و ۲۸]. این عوامل نقش مهمی در تعاملات علمی بین کشورها و سازمان‌ها ایفا می‌کنند و تقویت آنها منجر به بهبود دیپلماسی علم و فناوری می‌گردد.

تعاملات علمی بین‌المللی ایران در یک نگاه

در کشور نیز به نظر می‌رسد که اقداماتی در این حوزه انجام شده و نگاهی به مطالب و ادبیات منتشر شده این حوزه نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری مورد توجه مسئولین کشور بوده است. سیاست‌های علمی و پژوهشی کشور در سال‌های اخیر در این امر نقش داشته است. به نظر می‌رسد که این عوامل طی سال‌های اخیر نقش مهمی در رشد تعاملات علمی بین‌الملل و دیپلماسی علم و فناوری ایران داشته‌اند. آمار ارائه شده گویای این واقعیت است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

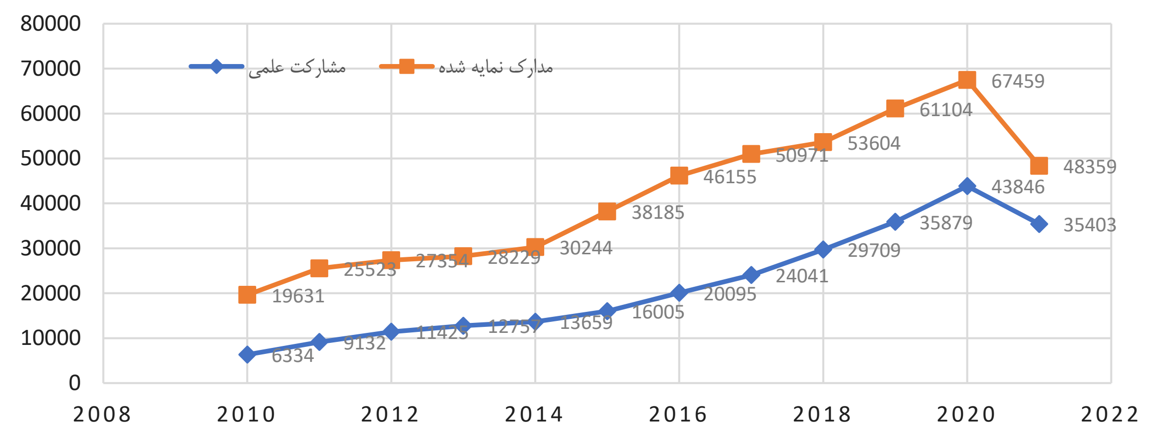
طی سال‌های ۱۹۴۵ تاکنون کشور ایران ۵۷۵۱۷۲ مدرک علمی را در پایگاه WoS نمایه کرده است. از این تعداد ۲۷۹۶۴۴ مدرک علمی معادل نیمی از کل مدارک منتشر شده با مشارکت نویسندگان سایر کشورها نگاشته شده است. ۲۰ کشور مندرج در جدول شماره ۱ نقش اصلی را در نگارش بیش از ۶۵ درصد از کل مدارک علمی ایران داشته‌اند.

جدول ۱: بررسی میزان مشارکت علمی ایران با ۲۰ کشور جهان

ردیف	کشور	تعداد	درصد	ردیف	کشور	تعداد	درصد
۱	آمریکا	۳۲۹۳۳	۵/۷۲	۱۱	اسپانیا	۷۰۳۳	۱/۲۲
۲	کانادا	۱۶۰۷۸	۲/۷۹	۱۲	هند	۶۴۴۷	۱/۱۲
۳	انگلیس	۱۳۵۱۱	۲/۳۴	۱۳	کره جنوبی	۵۳۰۰	۰/۹۲
۴	استرالیا	۱۲۰۸۰	۲/۱	۱۴	هلند	۴۹۴۳	۰/۸۵
۵	آلمان	۱۱۹۱۳	۲/۰۷	۱۵	سوئد	۴۶۳۵	۰/۸۰
۶	چین	۱۰۵۸۷	۱/۸۴	۱۶	سوئیس	۴۳۹۸	۰/۷۶
۷	ایتالیا	۱۰۴۹۴	۱/۸۲	۱۷	لهستان	۳۹۶۴	۰/۶۸
۸	مالزی	۸۶۹۶	۱/۵۱	۱۸	ژاپن	۳۹۰۸	/۶۷
۹	ترکیه	۷۹۴۳	۱/۳۸	۱۹	بلژیک	۳۸۱۶	۰/۶۶
۱۰	فرانسه	۷۵۹۹	۱/۳۲	۲۰	روسیه	۳۷۰۴	۰/۶۴

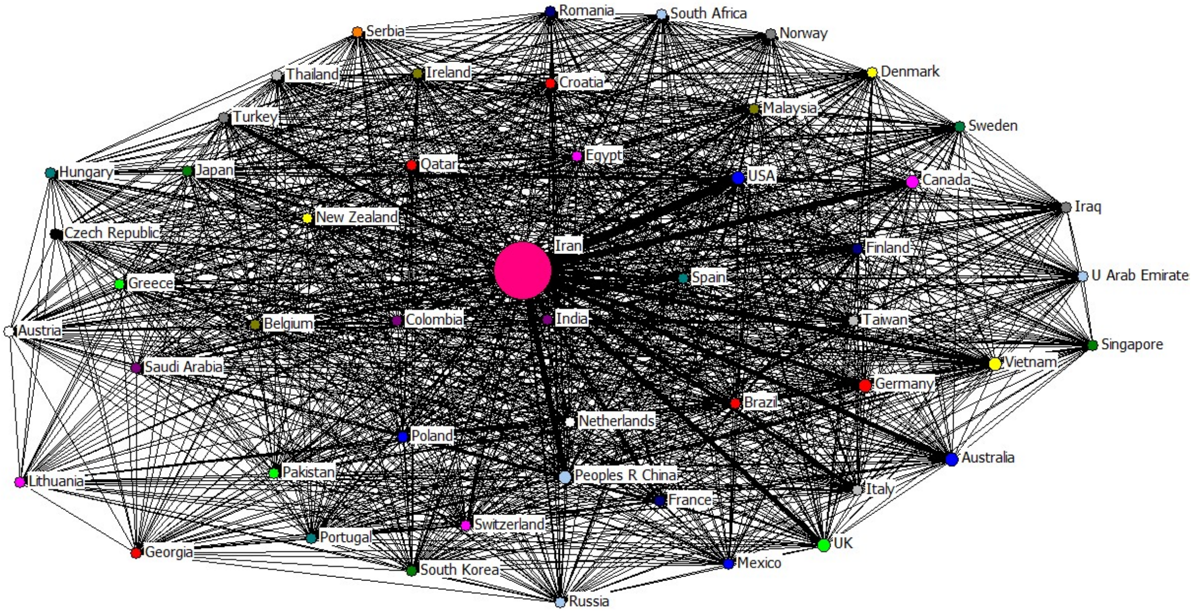
به منظور درک بهتری از وضعیت تعاملات علمی پژوهشگران ایران در سال‌های اخیر، همکاری علمی ایران و کشورهای جهان طی سال‌های ۲۰۱۰ تاکنون در نمودار ۱ به تصویر کشیده شده است. چنانچه ملاحظه می‌شود طی دهه گذشته به صورت کلی روند مقالات علمی در پایگاه WoS با رشد نسبی همراه بوده است و به همین نسبت نیز تعاملات علمی بین‌المللی همراستا با افزایش مقالات رشد کرده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که به طور متوسط حدود ۵۵ درصد از تولیدات علمی ایران طی دهه گذشته با مشارکت نویسندگان سایر کشورها منتشر شده است[۱].

در سال ۲۰۲۰ در مجموع حدود ۶۰۰۰۰ مقاله علمی توسط پژوهشگران ایران منتشر شده است. شبکه همکاری علمی نویسندگان ایران با نویسندگان سایر کشورها در شکل ۲ مشخص شده است. بیشترین همکاری میان ایران و نویسندگانی از کشورهای آمریکا، چین، کانادا، استرالیا، ویتنام، انگلیس، آلمان، ایتالیا و ترکیه بوده است. این کشورها دارای حداقل ۱۰۰۰ عنوان تألیف مشترک با پژوهشگران ایران بوده‌اند. در نقشه زیر قطر دایره‌ها نشان‌دهنده تولیدات علمی کشورهاست. به عبارتی هر چه قطر دایره بزرگتر باشد نشان‌دهنده آن است که آن کشور تولید علمی بیشتری داشته است. خطوط بین دایره‌ها نیز نشان‌دهنده میزان همکاری مشترک میان



تولیدات علمی نمایه شده و همکاریهای علمی ایران در دهه گذشته در پایگاه WOS

[۱] آمار سال ۲۰۲۱ مربوط به ۹ ماهه اول آن می‌باشد.



شکل ۲: شبکه تعاملات علمی ایران و ۵۰ کشور جهان بر اساس مقالات WoS در سال ۲۰۲۰ بر اساس مشارکت علمی

کشورهاست. به این معنی که هر چه خطوط بین دایره‌ها تیره‌تر باشد نشان دهنده آن است که این کشورها دارای تألیف علمی مشترک بیشتری بوده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

قدرت دیپلماسی در جهان امروز، ریشه در دانایی و توانایی علم کشورها دارد و هرچه دایره دانایی وسیع‌تر باشد، قدرت دیپلماسی هم بیشتر خواهد بود [۹]. دیپلماسی علم و فناوری به‌عنوان ابزاری برای رسیدن به اهداف و منافع ملی استفاده می‌شود. علم به وجودآورنده نوعی دیپلماسی است که نیازمند همکاری‌های نزدیک میان ملت‌ها، نخبگان، بخش‌ها و سازمان‌های غیردولتی در کشورهای مختلف است [۲۹]. بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد که علم و فناوری، ابزار مهم تعاملات و ایجاد ارتباطات بین‌المللی است و سهم بالقوه‌ای در سیاست خارجی کشورها پیدا کرده است. بنابراین، ضروری است که بین سیاست خارجی و حوزه علم و فناوری کشورها، تعامل نزدیکی وجود داشته باشد.

یکی از عوامل مهم توسعه علمی کشورها، توجه به پژوهش‌های بین‌المللی است. این مسئله متأثر از تعاملات علمی بین‌المللی میان کشورهاست که منجر به ایجاد چهره علمی، کاهش تنش‌ها، تقویت و ایجاد ارتباطات بین‌المللی بیشتر می‌شود [۱۷]. اولویت‌بندی عوامل اشاره شده از دیدگاه پژوهشگران و متخصصان ایران در این حوزه نیز نشان می‌دهد که تعاملات و همکاری‌های علمی در سطح ملی و بین‌المللی، تسهیل روادید همکاری‌های علمی، توجه به هنجارهای بین‌الملل و تبادل استاد–دانشجو دارای اولویت بیشتری نسبت به سایر عوامل بوده است. از همین‌رو، گسترش تعاملات علمی بین‌المللی و برندسازی علمی کشور از جمله راهبردهای توسعه دیپلماسی علم و فناوری است که از طریق دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به‌عنوان مهم‌ترین منابع تولید و انتقال علم قابل انجام است.

ذکر این نکته نیز ضروری است که زمانی همکاری‌های علمی به‌عنوان ابزار پیشبرد دیپلماسی علم و فناوری مطرح می‌شود که به تامین اهداف سیاسی کشورها منجر شود [۲۴]. از همین‌رو، ضرورت توجه به مسائل و ملاحظات ملی و تعامل نزدیک با حوزه دیپلماسی امری ضروری است. چرا که ضرورت وجود چشم‌انداز مشترک بین حوزه دیپلماسی و حوزه علم و فناوری موجب افزایش توان آن کشور در سطح بین‌المللی می‌شود [۶]. فرهنگ‌سازی و آموزش از دیگر عواملی است که نقش مهمی در توسعه دیپلماسی دارد و این عمل نیازمند نیروی انسانی مجرب و آموزش‌دیده در حوزه‌های مختلف علمی و سیاسی است. از ظرفیت‌های بین‌المللی برخی از اعضای علمی در توسعه روابط، تبلیغات و وجهه‌سازی بین‌المللی نیز می‌توان استفاده نمود. علاوه‌بر این، تبادل استاد و دانشجو و همچنین جذب دانشجویان

بین‌المللی و اعطای بورس‌های تحصیلی و فرصت‌های مطالعاتی، می‌تواند منجر به توسعه همکاری‌های علمی گردد [۱۳ و ۱۷].
هر چند در بعد ملی نقش‌آفرینان حوزه دیپلماسی، شامل دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، مراکز دانش‌بنیان، مراکز رشد، پارک‌های علم و فناوری، شوراهای سیاست‌گذاری در حوزه سیاست خارجی و علم و فناوری در ساختارهای سیاستگذار کشور به‌همراه وظایفی که در پیشبرد دیپلماسی علم و فناوری نقش دارند مورد توجه قرار می‌گیرد. اما با این وجود، وجه غالب برنامه‌ها در کشور بر توسعه روابط بین‌الملل دانشگاه بوده است و لازم است سایر بازیگران نیز در نظر گرفته شوند. لذا با توجه به اینکه عوامل متعددی در توسعه دیپلماسی علم و فناوری نقش دارند ضروری است هماهنگی مناسبی به منظور انجام اهداف موردنظر صورت پذیرد. از همین‌رو، لازم است یک نهاد مشخص متولی این موضوع باشد تا ضمن هماهنگی میان بازیگران اصلی این حوزه از تداخل وظایف نیز جلوگیری کرده تا اثربخشی قابل قبولی داشته باشند. علاوه‌بر این، گردآوری اهداف، فعالیت‌ها و توانمندی‌های این بازیگران امری ضروری در توسعه دیپلماسی علم و فناوری است [۱۳ و ۱۵].

ایجاد و توسعه سازمان‌های انتفاعی و غیرانتفاعی و اتحادیه اعضای هیات علمی بین‌المللی متشکل از سیاستمداران و دانشگاهیان به‌منظور گسترش ارتباطات و رفع نیازهای آموزشی برای توسعه دیپلماسی از دیگر عوامل مؤثر است. لذا ایجاد بستر مناسب به منظور نیل به اهداف فوق، اقداماتی مانند توسعه همکاری‌های علمی و فناورانه میان نهادهای علمی، تسهیل فرایند صدور روادید و تسهیلات مناسب برای جامعه علمی می‌تواند مهم باشد. این اقدامات در کنار اختصاص بودجه مناسب به مراکز آموزش عالی باعث می‌شود که توسعه دیپلماسی علم و فناوری در محورهای اصلی و برنامه‌های راهبردی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی نیز قرار گیرد [۶].

از همین‌رو، پیشنهاد می‌شود با توجه به نقش علم و فناوری در حوزه دیپلماسی لازم است توانمندی‌های علمی کشور در حوزه‌های مختلف شناسایی شوند و از آنها به‌منظور افزایش منافع ملی بهره‌برداری شود. ارائه برنامه‌های آموزشی دیپلماسی علم و فناوری و تعاملات بین‌المللی به‌صورت هدفمند در دانشگاه‌ها می‌تواند نقش مؤثری داشته باشد. چرا که با ترکیب برنامه‌های آموزشی در کنار ویژگی‌های خاص دیپلماسی، می‌توان به حوزه‌هایی مانند محیط زیست، انرژی، آب، سلامت، فضای مجازی و دیجیتالی، هسته‌ای و نظایر آن ورود و از قابلیت‌های آنها در راستای منافع ملی و بالا بردن تعاملات علمی استفاده نمود.

منابع و مؤاخذ

[۱]. لاریجانی، علی؛ غلامی ابرستان، غلامرضا (۱۳۹۰). رابطه اقتدار و مشروعیت در نظام سیاسی ایران. فصلنامه علمی مطالعات روابط بین الملل، دوره ۴ شماره ۱۶. ۹۲–۶۵.

[2]. Weiss, C. (2005) ‘Science, Technology and International Relations’, Technology in Society, 27 (3), pp. 295–313.

[3]. Turekian, V. C. and Wang, T. C. (2014) ‘Educating for Science Diplomacy’, Science & Diplomacy, 3 (1) [online]. Available from: http://www.sciencediplomacy.org/editorial/2014/educating-for-science-diplomacy [Accessed 29 October 2021].

[۴]. ذوالفقارزاده، محمدمهدی، ثنایی، مهدی (۱۳۹۲). دیپلماسی علم و فناوری: چارچوبی نظری و پیشنهادهایی علمی، رهیافت (۵۴) ۶۷–۴۵.

[۵]. ایتان، (۱۳۹۰). بررسی مفهومی دیپلماسی علم و فناوری و ترسیم وضع موجود آن در جمهوری اسلامی ایران، دفتر سیاستگذاری علم و فناوری معاونت علم و فناوری رئیس جمهوری.

[۶]. مقیمی، طلیعه، آراسته، حمیدرضا و محمدخانی، کامران، (۱۳۹۵). مدل پیشبرد دیپلماسی علم و فناوری در کشور از زاویه مطالعات میان رشتهای نظامهای آموزش عالی و سیاست خارجی؛ مورد مطالعه، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. فصلنامه مطالعات میان رشته ای در علوم انسانی، دوره ۸، شماره ۴ ص ۲۲۴–۱۹۵.

[۷]. صنیع‌اجلال، مریم (۱۳۹۶). دیپلماسی علم و فناوری: راهبردی نو در توسعه کشورهای اسلامی، فصلنامه مطالعات سیاسی جهان اسلام، سال ششم، شماره ۲۳، ۲۱۵–۱۹۳.

[۸]. موسوی موحدی، علی اکبر، کیانی بختیاری، ابوالفضل (۱۳۹۲). دیپلماسی علم و فناوری، نشاء علم (۲) ۷۶–۷۱.

[۹]. شجاع‌الساداتی، عباس؛ ثبوتی، یوسف، صبوری، علی اکبر، موسوی، زهرا (۱۳۹۹). روش‌های جدید در توسعه تعاملات بین‌المللی و دیپلماسی علم. از سلسه انتشارات کارگروه مطالعات آموزش عالی در دوران کرونا و پسا کرونا وزارت عتف.

[۱۰] .شرقی، عبدالعلی (۱۳۸۸). جهانی شدن، آموزش عالی و توسعه همکاریهای علمی بین‌المللی، ماهنامه مهندسی فرهنگی، سال ۳ شماره ۳۱ و ۳۲.

[11]. Turekian, V. (2018), The Evolution of Science Diplomacy. Glob Policy, 9: 5-7. https://doi.org/10.1111/1758-5899.12622.

[۱۲]. مهرآور گیگلو شهرام، خورسندی طاسکوه علی، غیاثی ندوشن سعید، عباس پور عباس. شناسایی عوامل بازدارنده همکاری های علمی بین المللی در نظام آموزش عالی کشور و ارائه راهکار: مطالعه ای کیفی. پژوهش در آموزش علوم پزشکی. ۱۳۹۹; ۱۲ (۳) :۶۸-۷۸.

[۱۳]. بنیادی نائینی، علی، صدوق، محمود (۱۳۹۶). شناسایی عوامل مؤثر بر توسعه دیپلماسی علم و فناوری، مطالعات قدرت نرم، سال ۷ شماره ۱۷.

[۱۴]. ذوالفقارزاده، محمدمهدی، هاجری، مهدی (۱۳۹۵). شناسایی ابعاد و مؤلفههای مؤثر برتوسعه دیپلماسی علم و فناوری کشور: پژوهشی مبتنی بر تحلیل مضمون، سیاستنامه علم و فناوری، سال ۶، شماره ۲، ۱۱۶-۱۰۱.

[۱۵]. تسلیمی، محمدسعید، نوروزی، خلیل، مدحت، محمدمهدی (۱۳۹۷). شناسایی ابعاد و مؤلفه های مؤثر بر ارتقای توان دانشگاه ها در توسعه دیپلماسی علم و فناوری ج.ا. ایران: رویکردی استراتژیک، اندیشه مدیریت راهبردی، سال ۱۲، شماره ۲، ۲۱۴-۱۸۸.

[16]. Beddington, J. (2010). Diplomacy for science. In New frontier for science (9-10). Quarterly Publication from the AAAS Center for Science Diplomacy. Retrieved from https://royalsociety.org/~/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2010/4294969468.pdf.

[۱۷]. تسلیمی، محمدسعید، نوروزی خلیل، مخدومی، احمد و هاجری، مهدی (۱۳۹۶). ارائه چارچوب توسعه دیپلماسی علمی جمهوری اسلامی ایران از منظر خبرگان و مسئولان علمی و دیپلماسی کشور، فصلنامه راهبرد، سال ۲۳، شماره ۸۳ ۱۸۶-۱۶۵.

[18]. Van Langenhove, L., 2017. Tools for EU Science Diplomacy. Publications Office of the European Union, Brussels, 34p.

[19]. Lowenthal, M. D., 2011. Science diplomacy for nuclear security. Special Report. United State Institue of Peace. Retrieved from: http://purl.fdlp.gov/GPO/gpo19355.

[20]. Fedoroff, N. V., 2009. Science Diplomacy in the 21st Century. Cell, 136(1), pp. 9–11.

[21]. Gluckman, P., Turekian, V., Grimes, R., & Kishi, T. (2017). Science diplomacy: A pragmatic perspective from the inside.

[۲۲]. قدیمی، اکرم،۱۳۹۶ .کارکرد دیپلماسی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران و ایالات متحده آمریکا، فصلنامه سیاست، مجلۀ دانشکده حقوق و علوم سیاسی،)۱(۴۷.

[23]. Mauduit J-C and Gual Soler M (2020) Building a Science Diplomacy Curriculum. Front. Educ. 5:138. doi: 10.3389/feduc.2020.00138.

[۲۴]. چهرآزاد، سعید، فخرآبادی، مریم، بائی، فاطمه (۱۳۹۹). تکنوکراسی فناورانه: بازنمایی نظری دیپلماسی علم و فناوری در زمانه اپیدمی کرونا، فصلنامه راهبرد سیاسی، سال چهارم، شماره ۱۳، ۴۰-۱۷

[25]. Neureiter, N. P., & Cheetham, M. (2013). The Indo-U.S. science and technology forum as a model for bilateral cooperation. DPRK Experience, 18. Technology in Society 26 (2004) 303–320.

[26]. Lee, B., & House, Ch. (2010). Science diplomacy. In: New Frontier in Science Diplomacy, Navigating the Canging Balance in Power (pp. 5-16). London: The Royal Society, Science Policy Centre.

[27]. Copeland, D., (2011). Science Diplomacy: What’s It All About? CEPI-CIPS Policy Brief, Volume (13), pp.1-4.

[28]. Carayanis, E. G. (2011), EU-US S&T collaboration, challenges and opportunities for development, EURC, ACES report.

[۲۹]. داوودی، علی اصغر(۱۳۹۴). دیپلماسی علم و فناوری ایران در افغانستان: فرصتها و چالشها. فصلنامه پژوهش‌های راهبردی سیاست ۳ (۱۱) ۱۲۷-۱۰۳

آموزش عالی ناب

محسن نظرزاده زارع[1,*]

چکیده

امروز اصول آموزش عالی ناب به‌عنوان راهبردی برای کاهش هزینه‌ها و اتلاف‌ها و متعاقب آن بهبود کیفیت و اثربخشی در دانشگاه‌ها بکار گرفته می شود. براین اساس هدف پژوهش حاضر، بررسی اصول آموزش عالی ناب در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی داخل و خارج از کشور بود. برای نیل به این مقصود، از روش مرور سیستماتیک مقاله‌ها و گزارش‌های پیشین بین سال های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۹ استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که همه مطالعات انجام شده در سطح داخل و خارج از کشور از بکارگیری اصول ناب در آموزش عالی حمایت کرده‌اند. اگرچه پژوهش ما، تحلیل عمیقی را در این خصوص ارائه نمی دهد و صرفاً به ارائه جوانب پژوهش های انجام شده پرداخته است، ولی با این وجود، می تواند به افزایش درک بیشتر مدیران دانشگاهی کشور و تغییر در نگرش آن‌ها در راستای اهمیت بکارگیری این اصول کمک کند. براساس یافته های این پژوهش، پیاده‌سازی اصول آموزش عالی ناب در نظام دانشگاهی کشور مستلزم تغییر در ذهنیت مدیران دانشگاهی، تدوین و بازنگری در برنامه ریزی راهبردی دانشگاه ها مبتنی بر اصول پنج‌گانه ناب، برگزاری کارگاه-های دانش‌افزایی پیرامون آموزش عالی ناب و ایجاد دفتری تحت عنوان دفتر آموزش عالی ناب در دانشگاه ها است.

واژگان کلیدی: اصول ناب، آموزش عالی ناب، ارزش‌آفرینی، دانشگاه‌ها

* عهده‌دار مکاتبات: استادیار، نشانی الکترونیکی: Nazarzadezare@malayeru.ac.ir

[1] گروه علوم تربیتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.4.0

مقدمه

امروزه نظام آموزش‌عالی و متعاقب آن دانشگاه‌ها با فشارها و چالش‌هایی از قبیل کمبود بودجه، افزایش هزینه‌های دانشگاهی، ناکارآمدی در تربیت سرمایه انسانی متخصص، کاهش تعداد دانشجویان، بیکاری دانش‌آموختگان و افزایش رقابت بین دانشگاه‌ها مواجه‌اند، در پاسخ به این فشارها و چالش‌ها اغلب دانشگاه‌ها اقدام به اتخاذ راهبردهایی کرده‌اند. یکی از راهبردهای اتخاذ شده توسط نظام‌های آموزش عالی و دانشگاه‌ها، پیاده‌سازی اصول ناب در آموزش عالی بوده است [۱]، چراکه به استناد آنتونی[1] (۲۰۱۴) پیاده‌سازی صحیح این اصول در برخی از دانشگاه‌ها (کاردیف[2]، پورتسموث[3]، اوکلاهاما مرکزی[4]، نیواورلئان[5]، سنت آندروز[6]، آیووا[7]، میشیگان[8]) کاهش ۴۰ تا ۹۰ درصدی هزینه‌ها، کاهش چرخه زمانی انجام فرایندهای اداری، کاهش نرخ خطا در انجام فعالیت‌ها و متعاقب آن بهبود کارایی دانشگاه‌ها را به‌همراه داشته است [۲]. اما مقصود از اصول ناب در آموزش عالی چیست؟ اصول ناب به مجموعه اصولی گفته می‌شود که به بهبود فرآیندهای دانشگاه در راستای ارزش‌آفرینی کمک می‌کند[۳]. به‌همین دلیل است که این اصول نه‌تنها در سازمان‌های دولتی و خصوصی، بلکه در نظام‌های آموزش عالی نیز به‌کار گرفته شده است [۴].

از سوی دیگر، نظام آموزش‌عالی ما و متعاقب آن دانشگاه‌های کشور نیز همسو با سایر دانشگاه‌های دنیا با فشارهای ناشی از کاهش منابع مالی و رقابت‌پذیری در سطح ملی و بین‌المللی مواجه‌اند، علاوه بر این، به‌عنوان یک سیستم باز می‌بایست پاسخگوی نیازها و انتظارات ذینفعان خود نیز باشند. همین دلایل، خود گواهی متقنی برای پیاده‌سازی اصول ناب در دانشگاه‌های کشور است. در خصوص پیاده‌سازی اصول ناب در نظام‌های آموزش‌عالی و دانشگاه‌ها، مطالعات مختلفی در سطح داخل و خارج از کشور انجام شده است (رجوع شود به جدول ۱)، که آشنایی با آنها می‌تواند به مدیران نظام دانشگاهی کشور در بکارگیری صحیح این اصول در راستای غلبه بر چالش‌های پیش‌رِوی و متعاقب آن بهبود کارایی دانشگاه‌ها کمک کند. براین اساس، مقاله حاضر سعی دارد که با نگاهی کوتاه به ادبیات اصول ناب در آموزش‌عالی و اهمیت پیاده‌سازی آن با تکیه بر مرور مطالعات داخلی و خارجی، چشم‌انداز مناسبی را در اختیار مدیران نظام دانشگاهی کشور قرار دهد.

آموزش عالی ناب

طی دهه‌های گذشته اصول ناب در سراسر جهان و در سازمان‌هایی با مأموریت‌های مختلف از قبیل دولتی، بهداشتی، خدماتی به‌کار گرفته شده است. در آموزش عالی و دانشگاه‌ها نیز اصول ناب در پاسخ به تقاضاهای بازار آموزش عالی (انتظارات دانشجویان، اساتید، کارکنان، کارفرمایان، کاهش منابع مالی و پاسخگویی دانشگاه‌ها از نظر کارایی و اثربخشی) به‌کار گرفته شده است [۵]. به سخن دیگر، دانشگاه‌ها از اصول ناب در فرایندهایی از قبیل، پذیرش، مدیریت بودجه، استخدام و تقریباً هرجایی که در آن نیازهای ذینفعان با فرایندهای چندمرحله‌ای پیوند خورده است، استفاده می‌کنند [۳]. ادبیات علمی در مورد بکارگیری اصول ناب در آموزش عالی از آغاز قرن ۲۱[۶]، و به‌خصوص با مطالعه امیلیانی۶ (۲۰۰۴) پیرامون پیاده‌سازی اصول ناب در دوره‌های تحصیلات تکمیلیِ کسب‌وکار شروع‌شد[۷]. با این حال و در عمل، اصول ناب در آموزش عالی حداقل از اوایل سال ۲۰۰۰ و حتی شاید کمی قبل‌تر از آن در ایالات‌متحده آمریکا بکار گرفته شد[۶]. با وجود اینکه امروزه بکارگیری اصول ناب در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی روشی معمول به‌شمار می‌رود[۳]، اما در مقایسه با بکارگیری آن در کارخانه‌ها و مراکز صنعتی، هنوز هم این اصول برای دانشگاه‌ها ناشناخته و جدید است و به صورت کامل در دانشگاه‌ها پیاده نشده است و تنها در معدودی از فرایندهای اداری به‌کار گرفته‌شده است؛ که دلیل آن را شاید بتوان در گفته نادیو۱۰ (۲۰۱۷) جستجو کرد که معتقد است مهم‌ترین موانع بکارگیری اصول ناب در بسترهای دانشگاهی تعیین دقیق میزان

---

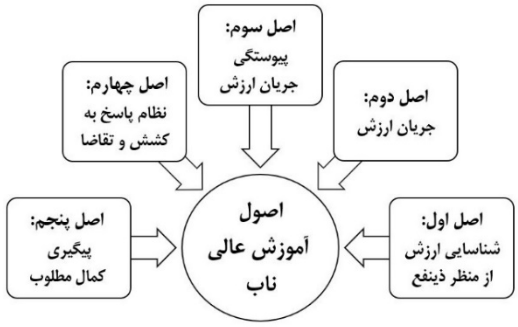
1 Antony
2 University of Cardiff
3 University of Portsmouth
4 University Central Oklahoma
5 University New Orleans
6. Emiliani
6 University of St Andrews
7 University of Iowa
8 University of Michigan
9 Emiliani
10 Nadeau

ارزش‌افزوده، تعیین انواع اتلاف‌ها و تعریف ارزش از منظر ذینفع در راستای بهبود فرایندها است [۸].

درمجموع با توجه به رقابت بسیار نزدیک دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی بکارگیری اصول آموزش عالی ناب در سطح عملیاتی، اداری و راهبردی می‌تواند مفید فایده واقع شود و به افزایش اثربخشی در آنها منتج گردد [۶].

نگاهی به اصول آموزش عالی ناب

بالزر[1] (۲۰۱۰) در کتاب خود تحت عنوان «آموزش عالی ناب» پنج اصل را برای آموزش عالی ناب مطرح کرده است [۹] (شکل ۱).



شکل ۱: اصول آموزش عالی ناب

- **اصل اول (شناسایی ارزش از منظر ذینفع)**

در این اصل می‌بایست ارزش هر فرایند از منظر ذینفعان، مشخص شود [۹]. برای شناسایی ارزش از منظر ذینفع، در آغاز لازم است که ذینفع را تعریف کنیم. ذینفعان آموزش عالی و دانشگاه‌ها می‌توانند شامل دانشجویان فعلی یا آینده و خانواده-های آن‌ها، اعضای هیئت‌علمی، کارکنان دانشگاه، دانش-آموختگان دانشگاه، کارفرمایانی که دانش‌آموختگان دانشگاهی را استخدام می‌کنند، قانون‌گذاران و غیره باشند[۱۰]. براین اساس، ذینفعان مختلف ممکن است ارزش‌ها را به‌صورت متفاوتی تعریف نمایند. برای اینکه یک دانشگاه از ارزش‌های مدنظر ذینفعان خودآگاه شود، نیازمند استفاده از ابزارها و فنون خاصی است که ازجمله آنها می‌توان به مشاهده مستقیم، مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها، گروه‌های کانونی، تحلیل کانو[2] و غیره اشاره کرد[۹].

- **اصل دوم (جریان ارزش)**

در این اصل، فعالیت‌هایی که باعث ایجاد ارزش افزوده برای یک فرایند می‌شوند، مشخص می‌شود[۱۰]، لذا این اصل به دنبال شناسایی و مشاهده جریان فرایند، هم از منظر ذینفع و هم از منظر ارائه‌دهنده است، چراکه به‌دنبال تعیین این نکته است که آیا مراحل و فعالیت‌ها در یک فرایند موجب ارزش‌افزوده می‌شوند (آن‌گونه که از منظر ذینفع دیده می‌شود) یا خیر؟ [۹].

- **اصل سوم (پیوستگی جریان ارزش)**

این اصل به انجام مستمر جریان فرایند بصورت یکنواخت، روان و بدون ایجاد اتلاف، اشاره دارد[۱۰]، لذا وقتی فرایندی جریان دارد، یعنی اینکه کار به‌طور پیوسته انجام می‌شود و متعاقب آن نیازها و انتظارات ذینفعان را برآورده می‌کند[۴]. بنابراین این اصل به دنبال حذف تمام اتلاف‌ها (انسانی، فرایندی، اطلاعاتی و دارایی) از یک فرایند است، چراکه اتلاف هیچ ارزش‌افزوده‌ای به فرایند اضافه نمی‌کند[۹].

- **اصل چهارم (نظام پاسخ به کشش و تقاضا)**

این اصل درواقع مبتنی بر پاسخگویی به درخواست‌های ذینفعان به شیوه‌ای که آنها انتظار دارند. کلید موفقیت در این اصل مشاهده جریان فرایند از منظر ذینفع، انجام ندادن فعالیت‌هایی که موجب اتلاف می‌شوند و ارائه درست خدمات در زمان مناسب و با در نظر گرفتن کمیت و کیفیت مطلوب به ذینفع است [۴].

- **اصل پنجم (پیگیری کمال مطلوب)**

پیگیری کمال مطلوب به معنای این است که از وضعیت موجود ناراضی باشیم و به‌دنبال بهبود مستمر در فرایندها از طریق حذف اتلاف‌ها باشیم و این زمانی اتفاق می‌افتد که افراد به‌طور مداوم در حین انجام فعالیت به‌بهبود فرایند هم فکر کنند [۱۰]. لذا این اصل بر این نکته تأکید دارد که ما همیشه می‌توانیم در دانشگاه بهتر عمل کنیم [۴].

---

[1] Balzer
[2] Kano analysis

روش پژوهش

پژوهش حاضر به‌دنبال مرور سیستماتیک مقاله‌ها و گزارش‌های فارسی و انگلیسی مرتبط با اصول ناب در آموزش‌عالی و دانشگاه‌ها بود. براین اساس، پژوهشگر از روش شش مرحله‌ای مرورسیستماتیک نیومن و گاف[1] (۲۰۲۰) استفاده کرد [۱۸].

- **مرحله اول:** طرح سؤال یا سؤال‌های اصلی پژوهش برای مرور سیستماتیک.
- **مرحله دوم:** تعیین معیارهای ورود به مطالعه که عبارت بودند از: زبان پژوهش‌ها (انگلیسی و فارسی)، روش پژوهش‌ها (کمی، کیفی، آمیخته)، سال انتشار پژوهش‌ها (۲۰۰۵ تا ۲۰۱۹).
- **مرحله سوم:** تدوین راهبرد جستجو که شامل نوع پایگاه‌-های اطلاعاتی (Noormags، SID، ERIC و Google Scholar) و کلمات مدنظر (آموزش عالی ناب، اصول آموزش عالی ناب، Lean Higher Education، Principles of Lean Higher Education) برای جستجو بود.
- **مرحله چهارم:** مقاله‌ها و گزارش‌های بدست آمده جهت انتخاب پژوهش‌های مدنظر مورد غربال‌گری قرار گرفتند و در نهایت از ۳۸ مقاله و گزارش، تعداد ۱۹ مورد انتخاب گردید.
- **مرحله پنجم:** کدگذاری پژوهش‌ها براساس هدف پژوهش، روش پژوهش، ابزار پژوهش و...
- **مرحله ششم:** بررسی کیفیت پژوهش‌ها از نظر روش پژوهش و کیفیت اجرای آنها.

یافته‌های پژوهش

یافته‌های حاصل از مرور سیستماتیک ۱۹ مقاله و گزارش مورد بررسی، در قالب جدول (۱) تنظیم گردید. با توجه به رویکرد مجله در محدودیت کلمات، در جدول مذکور تنها به تعدادی از پژوهش‌ها و گزارش‌ها اشاره شده است. مرور سیستماتیک مقاله‌ها و گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که تعداد مطالعات انجام شده پیرامون بکارگیری اصول ناب در دانشگاه‌های کشور انگشت شمار بوده است (۶ پژوهش) و مطالعات موردی در این خصوص تنها در سه دانشگاه کشور (تهران، فرهنگیان و دانشگاه عالی دفاع ملی) انجام شده است. از سوی دیگر، از نظر روش پژوهش اغلب پژوهش‌ها و گزارش‌های مورد بررسی، به شیوه کیفی انجام شده بوده‌اند و تنها چهار پژوهش داخلی و خارجی، به شیوه کمی انجام شده بودند. از نظر ابزار مورد استفاده، تقریباً ۵۰ درصد پژوهش‌ها از ابزار مصاحبه استفاده کرده بودند و در سایر پژوهش‌ها از ابزار پرسشنامه و چک لیست استفاده شده بود. از نظر روش‌های تحلیل داده‌ها نیز، اغلب پژوهش‌ها با روش تحلیل محتوا و فراترکیب انجام شده بودند، همچنین در چهار پژوهشی که از روش کمی استفاده کرده بودند، غیر از یک پژوهش که از روش معادلات ساختاری استفاده کرده بود، سایر پژوهش‌ها از روش‌های آماری پیشرفته‌ای استفاده نکرده بودند.

جدول ۱: مرور سیستماتیک پژوهش‌های انجام شده پیرامون اصول ناب در مؤسسات آموزش عالی داخل و خارج از کشور

پژوهشگران	سال انجام	نوع سند	روش	ابزار پژوهش	هدف پژوهش	روش تحلیل داده‌ها
ابیلی،حاج خزیمه و پورکریمی	۱۳۹۹	مقاله	کیفی	چک لیست	شناسایی مؤلفه‌های ناب در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی	فرا ترکیب
باقری هشی و همکاران	۱۳۹۸	مقاله	کیفی	مصاحبه	ارائه مدلی برای بازمهندسی فرایندهای دانشگاه‌ها براساس رویکرد ناب	تحلیل مضمون

[1] Newman & Gough

روش تحلیل داده‌ها	هدف پژوهش	ابزار پژوهش	روش	نوع سند	سال انجام	پژوهشگران
روش‌های آمار استنباطی	ارزیابی میزان آمادگی دانشگاه تهران برای استقرار آموزش عالی ناب	پرسشنامه	کمی	مقاله	۱۳۹۷	ابیلی، نارنجی ثانی و مصطفوی
تصمیم‌گیری چند معیاری	بررسی هشت اتلاف فلسفه ناب در مؤسسات آموزش عالی	پرسشنامه	کمی	مقاله	۲۰۱۹	کازانچوغلو و اوزکان–اوزن[1]
تحلیل محتوا	بکارگیری اصول آموزش عالی ناب در دانشگاه ایالتی داکوتا جنوبی[3]	مصاحبه	کیفی	مقاله	۲۰۱۸	کورومیسلووا و همکاران[2]
روش‌های آمار توصیفی	بررسی میزان سطح آگاهی نسبت به اصول آموزش عالی ناب در دانشگاه‌های مالزی	پرسشنامه	کمی	مقاله	۲۰۱۷	خیری و رحمان[4]
فراترکیب	ارائه شواهدی برای پیاده سازی اصول ناب در آموزش عالی	چک لیست	کیفی	مقاله	۲۰۱۵	بالزر، برودک و کیژاکتالاکال[5]
تحلیل محتوا	بکارگیری اصول ناب در دانشگاه سنت آندروز اسکاتلند[7]	مصاحبه	کیفی	گزارش	۲۰۱۴	رابینسون و یورکستون[6]
تحلیل محتوا	بکارگیری اصول ناب در دانشگاه‌ها و دانشکده‌های کسب و کار انگلستان	مصاحبه	کیفی	گزارش	۲۰۱۱	رادنور و بوچی[8]
تحلیل محتوا	بکارگیری اصول آموزش عالی ناب در دانشگاه اوکلاهامای مرکزی[10]	گروه کانونی	کیفی	گزارش	۲۰۰۷	مور، نش و هندرسون[9]

بحث و نتیجه‌گیری

مرور سیستماتیک مطالعات گذشته پیرامون اصول ناب در آموزش‌عالی و دانشگاه‌ها نشان داد که همه مطالعات انجام شده در سطح داخل و خارج از کشور از بکارگیری اصول ناب در آموزش‌عالی حمایت کرده‌اند. یافته‌های دیگر پژوهش حاضر نشان داد که اغلب مطالعات گذشته پیرامون اصول ناب در آموزش عالی مبتنی بر پژوهش‌های کیفی است تا کمی، دلیل آن را شاید بتوان در درک محدود نهاد دانشگاه از اصول آموزش عالی ناب و کم بودن معیارهای لازم برای سنجش این اصول

1 Kazançoğlu & Ozkan-Ozen
2 Koromyslova, Steinlicht, Hall, Yordanova & Garry
3 South Dakota State University
4 Khairi & Rahman
5 Balzer, Brodke & Kizhakethalackal
6 Robinson & Yorkstone
7 St Andrew
8 Radnor & Bucci
9 Moore, Nash & Henderson
10 University of Central Oklahoma

برشمرد که باعث شده اغلب مطالعات گذشته به‌صورت کیفی انجام شود.

از سوی دیگر، اگرچه پژوهش ما با تکیه بر مرور سیستماتیک مطالعات قبلی در زمینه اصول ناب در آموزش عالی، تحلیل عمیقی را ارائه نمی‌دهد، ولی با این وجود، می‌تواند به افزایش درک بیشتر مدیران دانشگاهی کشور و تغییر در نگرش آنها در راستای اهمیت بکارگیری این اصول کمک کند؛ چرا که به استناد توماس و همکاران[1] (۲۰۱۵) پیاده‌سازی اصول ناب در هر نظام دانشگاهی در وهله نخست نیازمند تغییر ذهنیت مدیران دانشگاهی و برخورداری آنها از یک چشم انداز قوی در رهبری در راستای حمایت و پشتیبانی از پیاده‌سازی این اصول است [۱۲]. با این وجود، نحوه پیاده‌سازی این اصول برای بسیاری از مدیران نظام دانشگاهی روشن نیست؛ به این دلیل که محیط دانشگاهی در مقایسه با بسیاری از محیط‌هایی که اصول ناب در آنجا به‌طور مطلوبی اجرا شده است، به‌سختی تغییر می‌کند. این درحالی است که به استناد بالزر و همکاران[2] (۲۰۱۶) پیاده‌سازی صحیح اصول ناب نیازمند برخورداری از یک برنامه‌ریزی راهبردی منسجم، رهبری متعهدانه و تغییرات فرهنگی قابل توجه در نهاد دانشگاه است [۱۲]. از سوی دیگر دانشگاه‌ها ممکن است در پیاده‌سازی صحیح اصول آموزش عالی با موانع و مشکلاتی مواجه شوند. همان‌گونه که مطالعات تجربی انجام‌شده نیز به درستی این ادعا را تصدیق کرده است. به استناد بالزر، برودک و کیژاکتالاکال[3] (۲۰۱۴) درک محدود مدیران دانشگاهی از اصول ناب به‌عنوان یکی از محدودیت‌های جدی پیاده‌سازی اصول ناب در آموزش عالی است[۱]. علاوه بر این، ناتوانی کارکنان دانشگاه در اجرای صحیح اصول آموزش عالی ناب و کند بودن پیشرفت بکارگیری اصول آموزش عالی ناب را به‌عنوان بخش دیگری از موانع در پیاده‌سازی اصول آموزش عالی ناب می‌توان برشمرد [۱۳]. بنابراین وجود موانع مذکور باعث شده که با گذشت بیش از دو دهه از ظهور این اصول در نظام‌های آموزش عالی دنیا، پیاده‌سازی آن در نظام آموزش عالی و به‌خصوص دانشگاه‌های کشور به‌نحو مطلوبی انجام نشود.

درمجموع پیاده‌سازی اصول پنج‌گانه آموزش عالی ناب در دانشگاه‌های کشور نیازمند اقدامات زیر است:

- تغییر و بازنگری در برنامه‌ریزی راهبردی دانشگاه‌ها متناسب با اصول آموزش عالی ناب.

حمایت و پشتیبانی مدیریت و رهبری دانشگاه از اصول آموزش عالی ناب و تعهد در اجرای صحیح آن.

- ایجاد دفتر ناب در دانشگاه‌ها در راستای پیاده‌سازی دقیق اصول آموزش عالی ناب.
- برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های دانش‌افزایی سالیانه پیرامون اصول آموزش عالی ناب.

منابع و مؤاخذ

[1]. Balzer, W., Brodke, M., & Kizhakethalackal, E.T. (2015). Lean higher education: successes, challenges, and realizing potential. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(1), 924-933.
[2]. Antony, J. (2014). Readiness factors for the Lean Six Sigma journey in the higher education sector. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(1), 257-264.
[3]. Francis, D.E. (2014). Lean and the Learning Organization in Higher Education. Canadian Journal of Educational Administration and Policy, 1(157), 2-23.
[4]. Robinson, M. & Yorkstone, S. (2014). Becoming a Lean University: The Case of the University of St Andrews. Leadership and Governance in Higher Education, 1(1), 41-73.
[5]. Waterbury, T. (2015). Learning from the pioneers: A multiple-case analysis of implementing Lean in higher education. International Journal of Quality & Reliability Management, 32(9), 934-950.
[6]. Heri Iswanto, A. (2019). Lean Academics: Lean Implementation on Campus. International Journal of Scientific & Technology Research, 8(10), 1375-1381.
[7]. Emiliani, M.L. (2004). Improving business school courses by applying lean principles and practices. Quality Assurance in Education, 12 (4), 175–187.
[8]. Nadeau, S. (2017). Lean, six sigma and lean six sigma in higher education: A review of experiences around the world. American Journal of Industrial and Business Management, 7, 591-603.
[9]. Balzer, W. K. (2010). Lean Higher Education: Increasing the Value and Performance of University Processes. Boca Raton: Productivity Press.

[1] Thomas, Antony, Francis & Fisher
[2] Balzer, Francis, Krehbiel & Shea
[3] Balzer, Brodke & Kizhakethalackal

[10]. Alves, A., Flumerfelt, Sh., & Josef Kahlen, F. (2017). Lean education: An overview of current issues. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland. P.16-17.

[11]. Newman M., Gough D. (2020) Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. In: Zawacki-Richter O., Kerres M., Bedenlier S., Bond M., Buntins K. (eds) Systematic Reviews in Educational Research. Springer VS, Wiesbaden.

[12]. Balzer, W., Francis, D.E., Krehbiel, T.C., & Shea, N. (2016). A Review and Perspective on Lean in Higher Education. *Quality Assurance in Education*, 24(1), 442-462.

[13]. Hines, P., & Lethbridge, S. (2008). New Development: Creating a Lean University. Public Money and Management, (February), pp.53–56, Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/٤٧٧٩٦٧٤_New_Development_Creating_a_Lean_University

مروری بر تجربه‌های نوآوری‌های مردمی در برخی از کشورها

اکرم قدیمی[*،۱]

چکیده

نوآوری‌های مردمی راه‌حل‌هایی اجتماع‌محور هستند که برای پاسخگویی به نیازهای جامعه بومی ارائه می‌شوند. کار با دانش محلی در برخورد افراد با هم و چالش‌های محیطی توسعه می‌یابد؛ نوآوری‌های مردمی آسان و کم‌هزینه هستند و به‌کارگیری و تکرار آنها ساده است؛ انگیزه این نوع نوآوری، به‌دست آوردن سود یا تجاری‌سازی نیست، بلکه اصل مهم حفظ هویت یا فرهنگ است. نوآوری‌های مردمی معمولاً غیررسمی و بومی هستند و توسط مردم عادی که هیچ تجربه‌ای در بخش‌های رسمی و سازماندهی شده ندارند، برای دستیابی به توسعه پایدار انجام می‌شود. هدف این مقاله آشنایی با نوآوری‌های مردمی در دیگر کشورهای جهان است. در این مقاله از روش مطالعه اسنادی بهره گرفتیم.

در مقاله حاضر، نوآوری‌های مردمی در کشورهای هند، برزیل و آرژانتین که آغازگر جنبش‌های نوآوری‌های مردمی بوده بررسی شده و نگاهی گذرا بر نوآوری‌های مردمی در کشورهایی مانند مالزی، چین، آفریقای جنوبی، انگلستان و ... افکنده‌ایم. نوآوری‌های مردمی اغلب برای خدمت به اهداف محلی و یا حل مشکلات محلی شکل می‌گیرند. دو مؤلفه «سبز بودن» (توجه به محیط‌زیست) و «کم هزینه بودن» از مهم‌ترین مؤلفه‌های نوآوری‌های مردمی است.

کلیدواژه‌ها: نوآوری، نوآوری‌های مردمی، حل مسئله. توسعه پایدار.

[*] عهده‌دار مکاتبات: دانشیار، تلفن ۸۸۰۳۶۱۴۴ فاکس ۸۸۰۶۱۷۴۷، نشانی الکترونیکی:ghadami@nrisp.ac.ir

[۱] مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران.

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.5.1

مقدمه

نوآوری موضوع پرارزش جدید اقتصادی با استفاده از دانش است. در این نگاه، بخش‌های مهمی از دانش، از نوع دانش ضمنی است. نوآوری از کلمه لاتین «Innovate» به‌معنای ساختن یک چیز جدید استخراج شده است. شوچیتی نوآوری را در قالب مفهوم علمی مطرح کرد [۱]. کنتر: «نوآوری فرایند گردآوری هر نوع ایده جدید و مفید برای حل مسئله است و شامل شکل‌گرفتن ایده، پذیرش و اجرای ایده‌های جدید در فرایند محصولات و خدمات می‌شود [۲].

نوآوری از نظر می‌دیک، فرایندی پنج مرحله‌ای است که از شناسایی مسئله یا مشکل آغاز شده و با صرف خلاقیت و ابتکار، تکمیل خلاقیت در جهت اجرایی کردن آن، اجرای نوآوری و نهایتاً با بسط و انتشار و گسترش نوآوری در بین همه همکاران به پایان می‌رسد [۳]. براساس تعریف سازمان توسعه و همکاری‌های اروپا در بیانیه اسلو، نوآوری‌ها، در ابتدا بر اهداف اقتصادی شامل محصول‌ها، فرایندها، شاخص‌های سازمانی و بازاریابی متمرکز بودند؛ در حالی‌که در تعاریف جدید، نوآوری دیگر تنها محدود به اهداف اقتصادی نیست. واژگانی چون «نقش، هنجار، ارزش و موارد مشابه» نشان می‌دهند که در پارادایم جدید، نوآوری‌ها معطوف به اهداف اجتماعی هستند. انواع مختلفی از نوآوری‌ها برای پاسخ به نیازها و فراهم‌کردن رفاه انسان‌ها وجود دارد که یکی از آنها نوآوری‌های مردمی است.

نوآوری مردمی به مدلی از نوآوری اطلاق می‌شود که توسط نوآوران مردمی صورت می‌گیرد (۱)، این نوآوری به ظرفیت‌ها و توانایی‌های انسانی مانند مهارت‌های صنعتگری، یادگیری، نگرش و استعداد مربوط می‌شود. نقش فعالی که مبتکران مردمی در ایجاد فرایندهای نوآورانه در موقعیت‌های با منابع محدود به‌عهده می‌گیرند تا راه‌حل‌های کم هزینه‌ای را ارائه کنند [۵،۴].

نوآوری‌های مردمی راه‌حل‌هایی اجتماع‌محور هستند که برای پاسخگویی به نیازهای جامعه محلی ارائه می‌شوند. نوآوری‌های مردمی آسان و کم‌هزینه هستند و به‌کارگیری و تکرار آنها ساده است؛ انگیزه این نوآوری، کسب سود یا تجاری‌سازی نیست، بلکه اصل مهم حفظ هویت یا فرهنگ است. نوآوری‌های مردمی نقش برجسته‌ای در توسعه پایدار ایفا می‌کنند. اغلب این نوآوری‌ها نتایج کار تجربی و دانش ضمنی بدون طرح یا پیش‌نمونه هستند؛ اقشار آسیب‌پذیر ابزارها و فناوری‌هایی ابداع می‌کنند تا مشکلات خود را حل کنند. نوآوری‌های مردمی به‌نحوی پیوند دانش با دانش محلی است. این نوآوری‌ها براساس دانش ضمنی[1] است نه صریح[2]. در این نوآوری تجربه بسیار مهم‌تر از دانش صریح است. نوآوری‌های مردمی، اغلب برای برآورده کردن نیازهای روحی- روانی و انجام «وظیفه اجتماعی» صورت می‌گیرد [۶]. نوآوری مردمی، طراحی مجدد یک محصول براساس اصول همان محصول است و مشخصاً بر روی هزینه و قیمت و کارایی آن تمرکز دارد [۷]. نوآوری‌های مردمی، فعالیت‌هایی برای پیدا کردن راه‌حل‌های مناسب برای پاسخگویی به نیازهای بومی در جوامع درگیر است [۵]. این نوآوری دارای مشخصاتی همچون: انعطاف‌پذیری، سادگی، اقتصادی بودن، در راستای توسعه روستایی، مناسب فقرا، ارزان و با استفاده از منابع محلی و با قابلیت انعطاف بالا است [۸].

نوآوری‌های مردمی را می‌توان چنین تعریف کرد: «شبکه‌ای از فعالان و سازمان‌هایی که راه‌حل‌های ابتکاری از پایین به بالا در راستای توسعه پایدار ارائه می‌کنند. راه‌حل‌هایی که به مشکلات جوامع محلی و علایق و ارزش‌های جوامع درگیر پاسخ می‌دهند» [۹]. زمانی نوآوری مردمی رخ می‌دهد که مبتکران مردمی از دانش، مهارت و تجربه بومی خود برای ایجاد راه‌حل‌های نوآورانه اقتصادی مناسب که به نفع جوامع محلی خود باشد، استفاده کنند [۱۰،۹]. برخی محققان، نمونه‌هایی از این نوآوری که راه‌حل‌های کم هزینه جدیدی را برای حل مسائل، زندگی واقعی ارائه کرده را گزارش داده‌اند [۱۱،۹].

سیاست‌گذاران انگلستان از سال ۱۹۹۲ موضوع نوآوری‌های مردمی را در دستور کار خود قرار دادند. به‌ویژه پس از بحران اقتصادی بزرگ سال ۲۰۰۸ که طی آن تولید ناخالص داخلی کشورها و میزان سرمایه‌گذاری‌های عمده در سطح جهانی به شدت کاهش یافت، محورگفت‌وگوها به سوی نوآوری‌های کم‌هزینه و صرفه‌جویانه تغییر جهت داد. از این‌رو، ابتکارات و

---

[1]. Tacit knowledge
[2]. Codified knowledge

نوآوری‌های باصرفه اقتصادی و مردمی که به‌طور نظام‌مند بودجه و برنامه‌ای برای آنها در نظر گرفته نشده بود، مورد توجه قرار گرفت. همچنین عرصه‌هایی که در آنها چنین نوآوری‌هایی رخ می‌دهد و به‌طور صریح در زمینه‌های غیررسمی شکل گرفته بود. مورد توجه سیاست‌گذاران و دانشگاهیان قرار گرفت. به‌عنوان‌مثال، سازمان توسعه و همکاری اقتصادی، شروع به توسعه مفاهیم و مدل‌های مداخله در مورد «نوآوری فراگیر»، «رشد فراگیر[1]» و «توسعه فراگیر[2]» نمود [۱۳،۱۲]. این فعالیت شامل شناخت نوآوری‌های مردمی و همچنین مدل‌های «پایین هرم» [۱۴] و نوآوری «با صرفه» است [۱۵].

نوآوری و اقدامات مبتنی بر جامعه، دو ستون و رکن توسعه پایدار است، گرچه در بسیاری از کشورهای جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، هنوز به‌طور عینی ارتباط سازمان یافته‌ای میان نوآوری و اقدامات مبتنی بر جامعه شکل نگرفته است. ولی به‌صورت بالقوه، ضرورت و اهمیت این نوآوری را باور دارند. همین مسئله موجب شده تا توسعه پایدار در این کشورها با چالش روبه‌رو شود چرا که آنها اهمیت نوآوری را پذیرا هستند اما در عمل نوآوری مردمی در حاشیه قرار دارد. نوآوری‌های مردمی در راستای توسعه پایدار اشکال متفاوتی دارند. بسیاری از کشورها راهبرد خود برای توسعه پایدار را مشخصاً بر پایه همین اقدامات نوآورانه مبتنی بر جامعه قرار دادند. هدف توسعه پایدار قادر ساختن مردم سراسر جهان برای برآورده ساختن نیازهای اساسی خود و بهره‌مندی از کیفیت زندگی بدون وجه‌المصالحه قراردادن کیفیت زندگی نسل‌های آتی است و این هدف صرفاً از طریق یک اقتصاد پایدار، مولد و نوآور محقق خواهد شد. نوآوری‌های مردمی به‌عنوان بخشی از جنبش‌های اجتماعی، همواره در چهارچوب اصول محیط‌زیست و توسعه قرار می‌گرفتند و به ارزش‌های عدالت اجتماعی و توسعه پایدار پایبند بوده‌اند [۱۹،۱۸،۱۷،۱۶]. جنبش نوآوری‌های مردمی از نبوغ مردمی در داخل آغاز و در مقیاس وسیع‌تر به سمت خارج حرکت می‌کند [۲۰،۱۰] و در ابعاد گسترده‌تر منجر به توانمندسازی نوآوران مردمی می‌شود. باهادوری و کومار (۲۰۱۰) نوآوران مردمی را به‌عنوان «مبتکران مبتدی، که غالباً تلاش می‌کنند برای حل مشکلات محلی به‌طور جدی اقدام کنند و عموماً خارج از حوزه سازمان‌های رسمی مانند بنگاه‌های تجاری فعالیت دارند»، تعریف می‌کنند. از نظر گانا ، نوآوران مردمی اقشار ضعیف و کم‌درآمد جامعه هستند که میلیون‌ها راه‌حل را برای رویارویی با مشکلات خود به اجرا می‌گذارند [۲۱]. جنبش نوآوری‌های مردمی، شامل دانش، فرایندها و پیامدهای مرتبط با نوآوری در اجتماعات محلی است. این نوآوری‌ها در بخش‌های مربوط به منابع، تولید و خدمات و در مناطق روستایی و شهری وجود دارند [۲۲]. هدف این مقاله آشنایی با نوآوری‌های مردمی در دیگر کشورهای جهان است. در این مقاله از روش مطالعه اسنادی استفاده شده است.

پیشینه

در کشورهای مختلف جهان نوآوری‌های مردمی وجود دارد، اما نام‌های گوناگونی به آن اطلاق می‌شود. پیشینه نوآوری‌های مردمی را می‌توان در استدلال موکر جستجو کرد. موکر در مورد میزان اهمیت نوآوری و ابتکارات در انقلاب صنعتی انگلستان، چندین سند مستدل ارائه کرد که این نوآوری‌ها به‌صورت مستقیم ارتباط کمی با دانش علمی داشتند. به‌عنوان مثال جیمز وات، در مورد ترمودینامیک یا قوانین فیزیک مطالب کمی می‌دانست اما توانمندی خود را در یک مغازه مکانیکی به وضوح نشان داد. موکر معتقد است که ریچارد رابرتس با استعدادترین مکانیک انقلاب صنعتی است [۲۳]. رابرتس هرگز مطالعه علمی نداشت اما ستون و مهره اصلی صنعت کتان بریتانیا در دهه ۱۷۷۰ و ۱۷۸۰ محسوب می‌شد. ادعایی مشابه این موارد توسط ادموند فیلیپس در کتاب «آبادانی جمعی: چگونه نوآوری‌های مردمی به ایجاد شغل، چالش و تغییر منجر می‌شود؟» مطرح شد که پیشرفت در علم نبود که تفاسیری جدید در دانش اقتصادی در قرن ۱۹ رخ داد. پارادایم اقتصادی به دلیل نوآوری‌های بومی مردمی که کمترین اطلاعات و دانش علمی را داشتند تغییر کرد. با وجود اینکه، این نوآوری‌ها در طی تاریخ به کار رفته‌اند، اما ابهامات مفهومی متفاوت این بخش از تولید دانش را وهم‌آلود ساخته و باعث شده تا چهارچوب‌های نظری مشخصی در این عرصه حاصل نشود.

---

[1]. Inclusive growth
[2]. Inclusive development

در عصـــر کنونی، بحران‌های چندگانـه- شـــامل بحران‌های اکولوژیکی، اقتصـــادی، اجتماعی و ســـیاســـی- بســـیاری از ساختارهای جوامع انسانی را متزلزل کرده است. برای مقابله با این چالش‌ها، بررســـی‌های بســـیاری در حال انجام اســـت. پژوهشـــگران معتقدند نوآوری‌های مردمی یکی از راهکارهای رفع چالش‌های چندگلنه اســـت. شـــاید بتوان گفت دهه ۸۰ جهشـــی ایجاد کرد که نوآوری‌های مردمی را به جامعه جهانی شـــناســـلند. نوآوری‌های مردمی بر روی افراد به‌عنوان عامل نوآوری متمرکز است [۲۴]. در هند، در سال ۱۹۸۹ شبکه زنبور عســـل آغاز شـــد، در حالی‌که شـــواهد تاریخی از حرکت‌های مردمی از سالیان دراز حکایت دارد. از اوایل دهه ۲۰۰۰، جنبش فناوری‌های اجتماعی در برزیل، فعالان، شـــرکت‌های دولتی و جوامع را به ســـمت برنامه‌های نوآوری در عرصـــه‌های مختلف سوق داد که راه‌حل‌هایی برای حل مشکلات افرادی که از نظر اقتصادی در حاشیه هستند، فراهم کنند.

مروری بر تجربه نوآوری‌های مردمی در برخی کشورها

نوآوری‌های مردمی محصـــول یا فرایندی نوآورلنه اســـت که معمولاً به‌دلیل ضرورت و چالش‌ها از پایین هرم ایجاد می‌شود. از نمونـه‌های تـاریخی جنبش‌هـای نوآوری مردمی می‌توان بـه موارد زیر اشاره کرد:

جنبش فناوری مناســـب در دهه‌های ۶۰ و ۷۰؛ جنبش تولید اجتماعی مفید در انگلســـتان (برنامه لوکاس)؛ جنبش فناوری جایگزین.

بســـیاری از این فعالیت‌ها به‌ویژه در مراحل اولیه توســـط آژانس‌های توســـعه و مؤســـســـات علمی و فناوری مانند، بخش‌هایی از OECD و ســـازمان بین‌المللی کار و همچنین بانک جهانی، UNDP، UNEP و چندین مؤســـســـه علمی و فناوری مورد حمایت قرار گرفتند.

فعالیت‌های مربوط به «فناوری مناسـب» در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ نیز به این ســـمت هدایت شـد. از این‌رو، آژانس‌های توسـعه و مؤسسـات اصـلی علوم و فناوری به لحاظ تاریخی به الگوهای جایگزین تغییر فناوری و توســـعه اجتماعی که از نوآوری‌های مردمی نشات می‌گیرد، توجه کردند. بحران‌های اقتصادی جهان، منجر به توجه بیشـــتر نهادها به نوآوری‌های مردمی و مفاهیم متنوع آن شد. این امر شامل به رسمیت شناختن نوآوری مردمی و همچنین «نوآوری از پایین» و مدل‌های نوآوری «با صـــرفه» اسـت. با مطالعه منابع در دسـترس در زمینه نوآوری‌های مردمی می‌توان ادعا نمود که این نوآوری‌ها درکشـــورهایی چون هند، انگلیس، چین و... در ســـطوح متفاوت انجام می‌گیرد [۲۵]. در ادامه، به سـیر تاریخی نوآوری‌های مردمی در کشـورهای هند، برزیـل و آرژانتین بـه‌عنوان آغـازگر جنبش‌هـای نوآوری‌هـای مردمی می‌پردازیم. همچنین نگاهی گذرا بر نوآوری‌های مردمی در کشـــورهایی مانند مالزی، چین، آفریقای جنوبی، انگلســـتان داریم.

نوآوری‌های مردمی در هند

مطالعه پیشینه نوآوری‌های مردمی در هند طی دو دوران، قبل از استقلال (۱۹۴۷) و بعد از استقلال (بعد از ۱۹۴۷) قابل بررسی است.

دوران قبل از اسـتقلال: این دوران، مشـخصـاً با مهاتما گاندی آغاز می‌شـود. ایشـان با تأکید بر منابع و نیروهای بومی، بنیان نوعی نوآوری مردمی را نهاد که بر مبنای نیاز و در تعامل با محیط زیست، قشر وسیعی از مردم را در برمی‌گرفت. به عبارتی نوآوری مردمی در هند با تاگور و گاندی شروع می‌شود. تاگور (۱۹۳۴) به توسعه روستایی معتقد بود و نوآوری‌های روستایی را مطرح کرد [۲۸]. جواهر لعـل نهرو بـه‌عنوان رئیس کمیتـه برنامه‌ریزی در ۱۹۳۸ ادامه‌دهنده نظریه تاگور بود.

دوران بعد از استقلال: بعد از استقلال در زمان جواهر لعل نهرو در برنامه ۵ ساله صنعتی شدن به نوآوری‌های مردمی، توجه شد و در ۱۹۷۰ به «ســـیاســـت فناوری مناســـب» برگشـــتند و بر فناوری‌هایی با هزینه پائین و ارزان تأکید شـــد. ایده اصـــلی آن راهکاری بودکه شـوماخر انگلیسـی در ۱۹۷۳ در کتاب «کوچک زیباست» مطرح کرد [۲۶].

جنبش فناوری مناسب، در ۱۹۶۰ برای کمک به توسعه به‌وجود آمد و در ۱۹۸۰ برای نشر و اشاعه و درحال حاضر فناوری در اشـکال مختلفی قابل‌ملاحظه اسـت. فناوری که برای توسـعه مناسب باشـد، دارای مشخصـاتی است مانند هزینه پایین، مواد بومی، ایجاد شـغل برای نیروهای ماهر بومی، کاربرد در سـطح خرد که اغلب توسـط مردمان بومی کنترل و اداره می‌شـود. در بررســـی‌های OECD در۱۹۷۹، حدود ۷۹ کشـــور در زمینه فناوری مناسـب فعال بودند و در ۱۹۸۴، این تعداد به ۹۰ کشـور

رسید. فرایند فناوری مردمی در بین اقشار فقیر سبب فقرزدائی می‌شود [۲۷].

نوآوری‌های مردمی از جنبش‌های اجتماعی متنوعی الهام گرفته است. از نمونه‌های آن می‌توان به جنبش علمی مردم، شبکه زنبور عسل و فناوری‌های اجتماعی فراگیر در جامعه اشاره کرد. این فعالیت‌ها توسط فعالان و دست‌اندرکارانی انجام می‌شود که اشکال مختلفی از روش‌های یادگیری، ایجاد دانش و فرایندهای نوآوری را دنبال می‌کنند که همه تحت چتر نوآوری مردمی قرار می‌گیرند [۹،۲۸،۲۹].

نوآوری مردمی منبع قابل‌توجهی برای توسعه نوآوری در زمینه‌های مختلف مانند آموزش، کشاورزی، تولید و غیره است. نوآوری مردمی رویکردی سودآور و سیستم پشتیبانی معتبری برای تأمین نیازهای اجتماعی و اقتصادی مردم در حوزه‌های مختلف است [۳۱،۳۰]. در سالیان اخیر، نوآوری‌های مردمی به‌عنوان مکانیسمی حیاتی که می‌تواند به توسعه اقتصادی-اجتماعی جوامع کمک کند، توجه اکثر پژوهشگران و سیاست‌گذاران را جلب کرده است [۱۰،۵].

جنبش علمی مردم [1]

جنبش علمی مردم در اوایل دهه ۱۹۸۰ در هند آغاز شد و طیف وسیعی از شبکه‌های اصلی، سازمان‌ها و انجمن‌ها را در برمی‌گرفت که از نظر اندازه، تاریخ، تمرکز و استراتژی متفاوت بودند. همه نگران ایجاد رابطه بهتر بین علم و نیازهای اجتماعی بودند [۳۲]. برخی از این گروه‌ها به ترویج دانش، از طریق ابتکاراتی در آموزش زبان محلی، به‌منظور «کاهش نابرابری در دانش علمی» و برخی دیگر به «ارتقای الگوی توسعه جایگزین، مبتنی بر علم و فناوری محلی هند» توجه داشتند. در اواخر دهه ۱۹۷۰ رویکرد جنبش به‌روزرسانی تکنیک‌های سنتی از طریق استفاده از علم «مدرن»؛ با توجه ویژه به دستاوردهای فناوری‌های مناسب متمرکز شد. این رویکرد، با رویکردهای قبلی اعمال شده در شورای تحقیقات علمی و صنعتی متفاوت بود و بر کاهش تکنیک‌های مدرن متمرکز شده بود تا آنها را برای شرکت‌های کوچک و متوسط در مناطق روستایی هند مناسب کند. ویژگی مهم این مدل مشارکت آزاد حاملان بالقوه اجتماعی در ارزیابی نیازهای اجرای فناوری بوده است. بنابراین رویکرد نوآوری مردمی ، جنبه‌هایی از توسعه مشارکتی فناوری‌ها با عنوان «توانایی کاربر» و استفاده از اکتشاف مدل‌های تجاری «طرفدار فقرا» را در برمی‌گیرد. رویکرد نوآوری مبتنی بر جنبش در تلاش است تا نهادهای علم، فناوری و نوآوری را در مسیر بهبود و تجاری‌سازی تکنیک‌های سنتی و بهره‌برداری از پیشرفت‌های فنی در سیستم‌های تولید محلی درگیر کند.

جنبش در هند، راهبرد خود را بر اساس همکاری با سایر جنبش‌های اجتماعی برای تأثیرگذاری بهتر پایه‌گذاری کرد و الگوی خود را در مؤسسات علم و فناوری تسری داد. با همکاری وزارت علوم و فناوری[2]، جنبش مدل خود را در برنامه‌های سراسری هند وارد کرد. علاوه‌بر این، در اواسط دهه ۱۹۹۰ ابتکار جنبش، اجرای رویکردهای زیست محیطی در توسعه روستایی بود. با این وجود، سه دهه موفقیت در بخش علم و فناوری، جنبش با این چالش روبه‌رو شد که چگونه چهارچوب خود را از توانمندسازی و تبدیل ساختاری به مدل‌های قابل انجام تبدیل کند. در حالی که وزارت علوم و فناوری هند پیشنهاد کرد که رویکرد جنبش در نوآوری مردمی باید به‌عنوان الگویی کلی با هدف تأمین بودجه برای نوآوری‌های روستایی توسط سازمان‌های دولتی در هند مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه، راهبردهای جدیدی برای مقابله با این چالش آزمون شدند. یکی از ویژگی‌های جنبش نوآوری‌های مردمی این است که دارای ظرفیت یادگیری انعکاسی هستند که بر پایه درس‌هایی که از رویکردهای قبلی است.

شبکه زنبور عسل [3]

آنیل گوپتا بنیان‌گذار جنبش نوآوری‌های مردمی در هند، در ۱۹۸۹ شبکه‌ای با نام «شبکه زنبورعسل» را در میان گروهی از دانشمندان، کشاورزان، دانشگاهیان و سایر افراد علاقمند به مستندسازی و انتشار دانش سنتی و نوآوری‌های بومی به زبان‌های محلی تأسیس کرد. این شبکه بخشی از پاسخ به انقلاب سبز دهه ۱۹۶۰ و چالش‌های مرتبط با آن بود. شبکه زنبور عسل، شبکه‌ای غیررسمی است. از نظر این شبکه،

---

[1] The People's Science Movement (PSM)
[2] Department of Science and Technology, Government of India (DST)
[3] Honey Bee Network

نوآوری مردمی یعنی اختراع و نوآوری توسط مردم که غالباً در بین افرادی که آموزش رسمی ندارند و به دانش محلی، سنتی یا بومی متکی هستند، وجود دارد (۲).

فعالیت اصلی شبکه، پیمایش و مستندسازی نوآوری‌ها و دانش سنتی مبتنی بر اقدامات مختلف مانند بازدید از اجتماعات، مصاحبه‌ها، جوایز و مسابقات است. بخش دیگری از فعالیت شبکه، مربوط به اکتشاف ظرفیت‌های تجاری محصولات و فرایندهای مشخص شده در طی زمان شامل حمایت از مبتکران محلی در فرایند ثبت اختراع و ارائه کمک در زمینه نمونه‌سازی و سرمایه‌گذاری برای ادامه تجارت است [۳۳]. این شبکه براساس ایده جست‌وجوی شهد توسط زنبورعسل با اعزام دانشجویان به مناطق روستایی به جست‌وجوی نوآوری‌های مردمی پرداخت. شبکه با سازمان‌های دیگر مانند «انجمن پژوهش و ابتکارات برای فناوری‌های پایدار و مؤسسات»، شبکه تقویت نوآوری‌های مردمی و بنیاد ملی نوآوری[1] در جهت عمومی شدن و انتشار این نوآوری‌ها همکاری دارد. علاوه‌بر این، مستندسازی، پشتیبانی فنی و مالی، حفظ حقوق مالکیت معنوی و تجاری‌سازی، برخی از حمایت‌های دیگری هستند که شبکه برای این خلاقیت‌ها و نوآوری‌ها فراهم می‌کند [۶].

شبکه، خلاقیت و توانایی‌های افراد را در توسعه راه‌حل‌های محلی از طریق تعامل با سایر مبتکران، کارآفرینان و حمایت از مؤسسات دولتی تقویت می‌کند. شبکه با حمایت چندین نهاد دولتی و غیردولتی در هند، برای تقویت نوآوری‌های مردمی و دانش سنتی بنیاد ملی نوآوری را تأسیس کرد.

روش‌شناسی مورد استفاده شبکه جهت ثبت نوآوری‌های مردمی شامل سه مقوله اصلی جست‌وجو، دریافت و گردآوری است.

به منظور جست‌وجو، کارزارهایی در سطح ملی برای مستندکردن یا دعوت از نوآوری وجود دارد. مورد بعدی سفر برای اکتشاف است. دو بار در سال مکانی را مشخص می‌کنند و پای پیاده به آنجا می‌روند و به مردم محلی خبر می‌دهند که در این مکان این کار انجام و در طول این فرایند سعی می‌شود نوآوری‌ها یا فعالیت‌های نوآورانه در مناطق روستایی شناسایی شود. سودیاترا گروهی هستند حدود پنجاه یا شصت نفر متشکل از نوآوران، دانش‌آموزان و افرادی از رسانه‌ها که در مورد نوآوری‌های مردمی در آن محل اطلاعاتی گردآوری می‌کنند. فعالیت بعدی سودسانکال نامیده می‌شود که گروهی از نوآوران محلی هستند. آنها توانسته‌اند به‌طور موفقیت‌آمیزی شبکه‌ای از نوآوران مردمی را در یک منطقه تشکیل بدهند و این نوآوران به‌عنوان مأمور اکتشاف، برای بنیاد ملی نوآوری هند کار می‌کنند. همچنین سطوح مختلفی از رسانه‌ها در این نوع ابتکارات حضور دارد. روش بعدی جست‌وجو، گنجاندن اکتشاف در برنامه درسی است. در کالج‌های مهندسی و مدیریت هند درسی درباره کشف نوآوری‌های مردمی ارائه می‌شود. همچنین جشنواره‌های مختلفی مانند جشنواره غذا و جشنواره بادبادک نیز به‌منظور شناسایی نوآوری‌های مردمی برگزار می‌شود.

روش بعدی دریافت است. افراد می‌توانند به‌طور مستقیم نوآوری‌شان را از طریق پست یا به‌طور الکترونیکی به بنیاد ملی نوآوری ارسال کنند.

مقوله دیگر جمع‌آوری است که از طریق سازوکارهای مختلفی انجام می‌شود؛ مثلاً از مردم سؤال می‌شود آیا فردی را می‌شناسید که نوآوری کرده باشد؟ حتی یکی از روش‌های مورد استفاده در این مقوله، در نظر گرفتن کمک هزینه‌های تحصیلی برای افرادی است که به کشف این نوآوری‌ها می‌پردازند [۶].

در هند چندین سازمان تلاش می‌کنند تا این نوآوری‌ها را افزایش داده و منتشر کنند. این سازمان‌ها شامل بنیاد ملی نوآوری، شبکه تقویت نوآوری‌های مردمی و شبکه زنبور عسل است.

دولت هند با درک این موضوع که نوآوری محرک رشد رفاه و رقابت ملی در قرن بیست‌ویکم است، سال ۲۰۱۰ را به‌عنوان «دهه نوآوری» اعلام کرد و یک شورای ملی نوآوری را تشکیل داد. نوآوری‌های مردمی در هند، به‌ویژه در مناطق روستایی رخ داد، این نوآوری‌ها، گامی به سوی خودکفائی و خوداتکائی بود که در آن روحیه، خلاقیت و انگیزه خوداتکائی حائز اهمیت است [۸].

[1] National Innovation Foundation (NIF)

آمریکای لاتین

جنبش نوآوری مردمی در امریکای لاتین از سابقه طولانی برخوردار است که ریشه آن به فناوری‌های مناسب دهه ۱۹۷۰ برمی‌گردد. منبع فرایند نوآوری، جوامع محلی است و هدف آن یافتن راه‌حل در زمینه ساختار اقتصادی و سیاسی است که سیاست‌گذاری منعطف نتیجه آن است [۲۷]. این جنبش بر روی«سنت» پایه‌گذاری شده و ادامه آن توسعه جنبش‌های اجتماعی و رفرم مردمی در مقابل نئولیبرالیزم بوده است. در سال ۲۰۰۰ نهادهایی توام با فناوری و توسعه ایجاد شد. این نهادها شامل نهادهای دولتی، کارکنان بخش تحقیق و توسعه، دانشگاه‌ها، سازمان‌های غیردولتی، تعاونی‌ها و سایر نهادهای مرتبط بود. یکی از موارد جالب توجه در طیف نوآوری‌های مردمی بین کشورهای امریکای لاتین در برزیل بود که از شبکه فناوری اجتماعی به‌وجود آمده بود و به جنبش تعاونی اوروگوئه و واحد تحقیق و توسعه در آرژانتین گسترش پیدا کرد [۲۷].

شبکه فناوری‌های اجتماعی

شبکه فناوری‌های اجتماعی در اوایل دهه ۲۰۰۰ در برزیل تأسیس شد و در سال ۲۰۱۲ به حالت تعلیق درآمد. این شبکه، طیف وسیعی از دانشگاهیان گرفته تا فعالان، اتحادیه‌ها، نمایندگان دولت، سازمان‌های تأمین مالی و به‌ویژه سازمان‌های مردم نهاد و گروه‌های اجتماعی و بسیاری از مؤسسات از جمله چندین وزارتخانه مانند وزارت علوم و فناوری و شرکت‌های نیمه‌دولتی مانند پتروبراس و غیره را در برمی‌گرفت [۳۴]. افرادی که با این شبکه در ارتباط بودند، نوآوری را به‌عنوان کاتالیزوری برای توسعه محلی با تأکید ویژه بر توانمندسازی به‌عنوان بخشی از تعامل بین جوامع هدف و توسعه‌دهندگان فناوری تصور می‌کردند. این شبکه در برزیل به دنبال ایجاد یک رابطه عادلانه بین تکنیسین‌ها و جوامع محلی بود. شبکه در بخش غیررسمی توسط حزب کارگر شکل گرفت. بین سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۹ در برزیل، بانک‌ها، تعاونی‌های بزرگ، وزارتخانه‌ها و بخش علم و فناوری و نوآوری برزیل با برنامه شبکه همکاری داشتند [۲۷].

سازمان‌های دولتی در برزیل، حمایت‌های معناداری از فناوری‌های اجتماعی کردند. انگیزه ایجاد فناوری اجتماعی در برزیل از طریق «بانک حمایتی» در سال ۲۰۰۱ مطرح و سالانه از طرف این بانک جایزه‌ای برای برنامه‌های جالب توجه اختصاص داده شد. پس از آن، فناوری‌های اجتماعی بیشتری شناخته شدند. این برنامه‌ها در زمینه‌های بوم‌شناسی، کشاورزی، بازیافت، انرژی‌های مناسب، مسائل معیشتی و جمع‌آوری آب باران و برنامه‌های آموزشی، تعاونی‌ها و حمایت‌های بازاریابی متمرکز بود. تمرکز بر موضوع‌های خاص و انتقال نوآوری‌های مردمی به جوامع دیگر مشخصاً در مواردی به ایجاد ثبات و دموکراسی منجر شد. برنامه «سیسترنا»، بزرگترین نمونه‌ای بود که در مناطق نیمه خشک برزیل اجرا گردید [۳۵].

در امریکای لاتین برخی از انواع نوآوری از طریق خلاقیت ارائه می‌شود. در اوروگوئه نوآوری‌ها مشارکتی است. در آرژانتین انستیتوی فناوری و کشاورزی برای توسعه در سطح محدود از تکنیک‌های اکولوژی با کاربرد در سطح کوچک استفاده می‌کند. در طرح‌های این انستیتو روی مواد و وسایل کشاورزی و نهاده‌های اصلی کشاورزی مانند بذر، وسایل و ابزار باغبانی کار شده است. در آرژانتین ۱۰۰ نهاد و بیش از ۶۰ سازمان اجتماعی برای نوآوری‌های مردمی وجود دارد که به‌عنوان محور توسعه محسوب می‌شوند [۲۷]. در آرژانتین مؤسسه ملی فناوری و کشاورزی و برنامه‌های فناوری آسان در دسترس است. یکی از موارد مهمی که توسط برنامه pro-Huerta در مورد کشاورزی و مزارع انجام می‌شود، آموزش‌های کوتاه‌مدت در برنامه‌های توسعه‌ای کوچک است. این برنامه‌ها، در ارتباط با معیشت، جمع‌آوری زباله و نهادهای خانگی در سطح محلی انجام می‌شد [۳۵].

جنبش تولید مفید اجتماعی (انگلستان، ۱۹۷۶- ۱۹۸۶)

جنبش تولید مفید اجتماعی در دوران رکود اقتصادی و از بین رفتن مشاغل تولیدی در انگلیس پدیدار شد. این جنبش ترکیبی از مهندسین، کارگران و جنبش‌های مختلف اجتماعی را در برمی‌گرفت. در سال ۱۹۷۶، شرکت انگلیسی هوا و فضا لوکاس، با تعدیل هزاران شغل، یک طرح جایگزین برای آینده شرکت خود منتشر کرد. طرح لوکاس یکی از محصولات مهم جنبش تولید مفید اجتماعی است که برای دوره‌ای کوتاه در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ شکوفا شد.

چین

در چین نوآوران مردمی به دلیل عدم دسترسی به منابع و جایگزین‌های مناسب، آنها را ناگزیر می‌سازد تا در جست‌وجوی مواد خام در محیط اطراف خودشان باشند. هوآ و همکاران (۲۰۱۰)، نوآوری‌های مردمی را در چین فراتر از نوآوری‌های ساخته شده توسط مردم محلی دانسته و آن را شامل نوآوری‌های ساخته شده توسط کسب‌وکارهای خصوصی، مردم محلی و مؤسسات تحقیقات خصوصی می‌دانند. در چین، نوآوری‌های مردمی، از پایین به بالا است که از مردم محلی آغاز می‌شود و خودجوش و مبتنی بر علایق است. این نوآوری از تجربه مستقیم شروع شده و به تدریج پیشرفت می‌کند. همچنین، این نوآوری‌ها کم‌هزینه و کاربردی و بر پایه فناوری هستند [۳۶].

مالزی

در مالزی، نوآوری مردمی یکی از برنامه‌های پیمان ایمپکت[1] است که برای تقویت ۴۰ درصد پایین هرم درآمد در نظر گرفته شده است. وزارت علوم، فناوری و نوآوری مالزی برنامه اقدام نوآوری را برای ردیابی ابتکارات مردمی آغاز کرد (اقدامات نوآوری، ۲۰۱۲). برنامه گام نوآوری توسط بنیاد نوآوری در مالزی مدیریت می‌شود و ساختار برنامه‌های نوآوری‌های مردمی شبیه برنامه آنیل گوپتا متخصص نوآوری مردمی در هند است. دو سازمان دولتی، آژانس نوآوری و بنیاد نوآوری برای فعالیت‌های نوآورانه در مالزی پیشگام شدند. فعالیت اصلی بنیاد، سازماندهی نوآوری به‌منظور جست‌وجوی مبتکران از همه اقشار جامعه است. بنیاد همچنین بلنک ملی نوآوری مردمی را نیز راه‌اندازی کرد (۳).

آفریقای جنوبی

در افریقای جنوبی، معیار انتخاب نوآوری‌ها که توسط صندوق‌های حمایتی نوآوری محلی پشتیبانی می‌شوند عبارتند از:

- نوآور دارای تجربه قبلی باشد؛
- ایده از لحاظ فنی، اقتصادی و سازمانی قابل اجرا باشد؛
- ایده در میان فقرا و اقشار آسیب‌پذیر تکرارپذیر باشد؛
- نوآور قادر به تأمین احتیاجات خود باشد؛
- نوآور نتایج حاصل از نوآوری خود را با دیگران به اشتراک بگذارد [۳۷].

نتیجه‌گیری

با مطالعه تجربه نوآوری‌های مردمی در کشورهای هدف، شباهت‌ها و تفاوت‌های این نوع نوآوری قابل‌ملاحظه است. به‌عنوان نمونه نوآوری‌های مردمی در هند، بیشتر در مناطق روستایی متمرکز است در حالی‌که در آرژانتین، حوزه فعالیت این نوآوری‌ها بیشتر در مناطق شهری است. در واقع این تفاوت به عوامل مختلفی مانند ساختار، دانش، فرهنگ، خلاقیت و مهارت‌های نوآوران در مناطق بومی اعم از شهری و روستایی بستگی دارد. در مجموع، خدمت به اهداف محلی و یا حل مشکلات محلی نقطه مشترک این نوآوری‌ها در کشورهای مورد بررسی است. از مهم‌ترین مؤلفه‌های نوآوری‌های مردمی، «سبز بودن» (توجه به محیط زیست) و «کم هزینه بودن» می‌باشد. تجارب جهانی در حوزه نوآوری‌های مردمی، آموزه‌هایی را برای شناسایی و معرفی این نوآوری‌ها هم در داخل کشور و هم در سطح بین‌المللی به ما یادآور می‌شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پروژه «چشم‌اندازی بر نوآوری‌های مردمی در ایران» است که در مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور اجرا شده است.

پایگاه داده‌های دیده شده در این مقاله

(1).http://anilg.sristi.org/theory-of-green-grassroots-frugal-innovations, accessed 24 February 2016.
(2). www.sristi.org/hbnew
(3). http://www.yim.my/databank

منابع و مؤاخذ

[۱]. کیانی بختیاری، ا.، موسوی موحدی، ع.ا. (۱۳۸۷). نوآوری چیست؟ مرور ادبیات، مصادیق و ارائه تعریف جامع، نشریه رهیافت، شماره ۴۲، صص. ۹-۵.

[1]. Impact

[۲]. سلطانی تیرانی، ف. (۱۳۷۸). نهادی کردن نوآوری در سازمان. مؤسسه فرهنگی رسا ،تهران، ایران.

[۳]. خداداد حسینی، س.ح. (۱۳۷۸). نوآوری در سازمان‌ها، مفهوم، انواع و فرایندها. نشریه اقتصاد. دوره ۳ ، شماره ۴۲، صص. ۶۴-۴۷.

[4]. Bhaduri, S., Kumar, H. (2011). Extrinsic and intrinsic motivations to innovate: tracing the motivations of ‘grassroots’ innovators in India. Journal of Mind and Society, Vol.10, no 1, pp. 27-55.

[5]. Hossain, M. (2016). Grassroots innovation: A systematic review of two decades of research. Journal of Cleaner Production, Vol.137, pp. 973-981.

[۶]. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. (۱۳۹۵). گزارش کارگاه آموزشی شبکه نوآوری‌های مردمی. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران.

[7]. Lehner, A.C., Gausemeier, J. (2016). A pattern-based approach to the development of frugal innovations. Technology Innovation Management Review, Vol. 6, no 3, pp. 13-21.

[8]. Kumar, H., Bhaduri, S. (2014). Jugaad to grassroots innovations: understanding the landscape of the informal sector innovations in India. African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, Vol. 6, no 1, pp. 13–22.

[9]. Seyfang , G., Smith, A. (2007). Grassroots innovations for sustainable development: Towards a new research and policy agenda. Environmental Politics, Vol.16, no 4, pp. 584-603.

[10]. Gupta, A.K. (2013). Tapping the Entrepreneurial Potential of Grassroots Innovation. Stanford Social Innovation Review, Vol. 11, no 3, pp. 18-20.

[11]. Sarkar, S., Pansera, M. (2017). Sustainability-driven innovation at the bottom: Insights from grassroots ecopreneurs. Technological Forecasting Social Change, Vol. 114, pp. 327-338.

[12]. De Mello, L., Dutz, M. A.(ed). (2012). Promoting inclusive growth: challenges and policies, OECD Publishing, Paris, France.

[13]. OECD. (2012). Innovation for development: A discussion of the issues and an overview of the work of the OECD directorate for Science, Technology and Industry, Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris, France.

[14]. Prahalad, C. K.(2005). The fortune at the bottom of the pyramid: Eradicating poverty through profits. Upper presented at STEPS Centre, University of Sussex, Brighton Press, United Kingdom.

[15]. Bound, K & Thornton, I.(ed) (2012). Our frugal future: Lessons from India’s innovation system, National Endowment for Science, Technology and the Arts, London, United Kingdom.

[16]. Hess, D. (2007). Alternative pathways in science and industry, activism, innovation and the environment, The MIT Press, Massachustts, USA.

[17]. Rist, G. (2011). The history of development: from western origins to global faith, 3rd ed., Zed Books, London, United Kingdom.

[18]. Schumacher, F.W. (1973). Small is Beautiful. Blond and Briggs, London, United Kingdom.

[19]. Smith, A. (2005). The alternative technology movement: An analysis of its framing and negotiation of its. Framing and Negotiation of Technology Development. Human Ecology Review, Vol. 12, no 2, pp.106-119.

[20]. Bell, M. (1979). The exploitation of indigenous knowledge or the indigenous exploitation of Knowledge: whose Use of what for what? The IDS Bulletin, Vol. 10, no 2, pp. 44-50.

[21]. Gunu, U. (2010). Entrepreneurship development in micro enterprises as a medium for poverty reduction in Kwara State, Nigeria. Interdisciplinary Journal of Contemporary. Research in Business, Vol. 2, no 6, pp. 235-252.

[22]. Illich, I., (1973). Tools for conviviality. Harper & Row. London, United Kingdom.

[23]. Mokyr, J. (1990). The lever of riches: Technological creativity and economic progress, Oxford University Press, New York, USA.

[24]. Bhaduri, S., Kumar, H. (2009). Tracing the motivation to innovate: A study of grassroots innovators in India, Papers on Economics and Evolution 2009-12, Philipps University Marburg, Department of Geography, Germany.

[25]. Bhaduri, S. (2016). Frugal innovation by ‘the small and the marginal: an alternative discourse on innovation and development, Inaugural lecture to the Prince Claus Chair in development and equity 2015-2017 delivered on 23 May 2016 in the Kloosterkerk, The Hague, The Netherlands.

[26]. Sahrma, G. & Kumar, H. (2018). Intellectual property rights and informal sector innovations: Exploring grassroots innovations in India. The Journal of World Intellectual Property, Vol. 21, no 3-4, pp. 123-139.

[27]. Smith,A., Fressoli, M., Thomas, H. (2014).Grassroots innovation movements: challenges and contributions. Journal of Cleaner Production, Vol. 63, pp.114-124 .

[28]. Fressoli, M., Arond, E., Abrol, D., Smith, A., Ely, A. , Dias, R. (2014). When grassroots innovation movements encounter mainstream institutions: implications for models of inclusive

Technological Forecasting & Social Change, Vo. 79, pp. 638–647.
[34]. Miranda, I., Lopez, M., Soares, M.C.C., (2011). Social technology network: paths for sustainability. Innovation and Development, Vol. 1, pp. 151-152.
[35]. Fressoli, M., Adrian, S., Hernan, T. (2012). Grassroots Innovation movements: enduring dilemmas as sources of knowledge production. (Paper presented at the workshop 'Grassroots Innovations for Sustainability', 16-18 May 2012) University of Sussex, Brighton, UK.
[36]. Hua, L., Jiang, Y., Lin, Y.(2010). Grassroots innovation, characteristics, status quo and Suggestions. Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management, pp.2048-2053.
[37]. Letty, B., Shezi, Z. and Mudhara, M. (2012). 'Grassroots innovation as a mechanism for smallholder development in South Africa: Can impact be measured?, African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 4(3):pp 32–60.
innovation. Innovation and Development,Vol. 4, no 2,pp. 277–292.
[29]. Seyfang, G., Hielscher, S., Hargreaves, T., Martiskainen, M., and Smith, A. (2014). A grassroots sustainable energy niche? Reflections on community energy in the UK. Environmental Innovation and Societal Transitions,Vol. 13,pp. 21-44.
[30]. Gupta, A.K. (2012). Innovations for the poor by the poor. International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, Vol. 5, no 1/2, pp. 28–39.
[31]. Monaghan, A. (2009). Conceptual niche management of grassroots innovation for sustainability: the case of body disposal practices in the UK. Technological Forecasting & Social Change, Vol.76, pp. 1026-1043 .
[32]. Varma, R. (2001). People's Science Movements and Science Wars? Economic and political weekly, Vol. 36, no 52, pp. 4796-4802.
[33]. Sone, L. (2012). Innovative Initiatives Supporting Inclusive Innovation in India: Social Business incubation and micro venture capital.

مدیریت نوآوری، استانداردهای نوآوری و اهمیت آن

منصوره مظاهری [*،۱]، ملیحه نازی [۲]

چکیده

در دنیای کنونی شرکت‌ها و سازمان‌ها برای ادامه کار در آینده و جذب مشتری، ملزم به ایجاد نوآوری، به روزرسانی مداوم محصولات و خدمات و ابداع روش‌های هوشمندانه می‌باشند. فناوری‌های جدید، ملاحظات زیست محیطی، مقررات دولتی و رقابت جهانی برخی از عواملی هستند که نیاز به نوآوری را ایجاد می‌کنند. استقرار سیستم نوآوری به انعطاف‌پذیری سازمان بستگی دارد و به یافتن پاسخ مسائل چالش‌برانگیز و به‌دست آوردن فرصت‌های جدید کمک می‌کند. در نهایت ایده‌های بزرگ و اختراعات جدید اغلب حاصل مجموعه عظیمی از تفکرات و تغییرات هستند که همگی به مؤثرترین شکل هدایت شده‌اند. سیستم مدیریت نوآوری، رویکرد سیستمی را جهت یکپارچه‌سازی نوآوری در تمام سطوح سازمان فراهم می‌کند که موجب ایجاد فرصت‌هایی برای توسعه راه‌حل‌ها، سیستم‌ها، محصولات و خدمات جدید می‌شود. لذا وجود یک چارچوب راهنما برای سیستم مدیریت نوآوری می‌تواند به رفع معضلات در این زمینه کمک کند. این چارچوب همان استانداردها هستند. استانداردسازی مانند یک پل انتقال فناوری، برای توانمندسازی و تسهیل در نوآوری عمل می‌کند. در این مقاله به مدیریت نوآوری، معرفی استانداردهای مرتبط با سیستم نوآوری و اهمیت آنها پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: استاندارد، سیستم، مدیریت، نوآوری

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

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

[۲] پژوهشکده شیمی و پتروشیمی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.6.2

مقدمه

نخستین تعریف نوآوری از نظرسنجی‌های نوآوری تجربی توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در دهه ۱۹۸۰ ایجاد شد که شامل مفهوم نوآوری در اندازه‌گیری بود و از آن پس این تعریف گسترده‌تر شد [۱]. نوآوری به‌صورت اندیشه خلاق تحقق یافته که منجر به بهبود فرایندها و فراورده‌ها می‌شود تعریف شده است [۲]. همچنین می‌توان گفت که نوآوری عبارت است از یک فرآیند درازمدت و مجموعه‌ای از تصمیماتی که شامل ایجاد و اجرای یک ایده جدید در مورد یک محصول یا خدمت، که منجر به رشد و پویایی اقتصاد و افزایش سود برای شرکت نوآور شود [۳].

در حال حاضر این تعریف، چهار نوع نوآوری شامل محصول، فرایند، بازاریابی و سازمان را در برمی‌گیرد [۴]. نوآوری توانایی سازگاری را بهبود می‌بخشد و می‌تواند تأثیرات مثبت و قابل‌توجهی را بر عملکرد شرکت‌ها در زمینه‌های فروش، سهم بازار، سودآوری، بهره‌وری و کارایی داشته باشد [۵]. ایده‌های بدیع و خلاق باعث به وجود آمدن روش‌های بهتر برای کار کردن و همچنین افزایش راه‌حل‌های جدید برای تولید درآمد و بهبود پایداری می‌شوند .بنابراین نوآوری ارتباط نزدیکی با تاب آوری سازمان دارد و سبب می‌شود تا زمینه‌های چالش برانگیز را بشناسد و به آن پاسخ دهد، از فرصت‌های به‌وجود آمده حاصل از آن استفاده نماید و از خلاقیت کارکنان خود و افرادی که با آنها سروکار دارد بهره برد [۶].

نوآوری به‌صورت «پیاده‌سازی یک محصول (کالا یا خدمت) یا فرایند جدید و یا به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بهبودیافته، روش جدید بازاریابی یا روش سازمانی جدید در شیوه‌های کسب‌وکار، سازماندهی محیط کار یا روابط بیرونی» نیز تعریف می‌شود که این تعریف خود مبین انواع نوآوری‌ها نیز هست [۷]. هدف نوآوری بهبود عملکرد بنگاه ازطریق به‌دست‌آوردن مزیت رقابتی و افزایش تقاضا برای محصولات بنگاه از طریق ارتقای کیفیت محصولات، عرضه محصولات جدید یا دسترسی به بازارهای جدید است [۵].

مدیریت نوآوری

با توجه به تعریف نوآوری، مدیریت نوآوری عبارت است از «مدیریت فرایند ایده تا بازار و مجموعه فعالیت‌هایی که برای پشتیبانی از این فرایندها لازم است؛ به‌طوری‌که مجموعه‌ای از فعالیت‌ها از ایده‌پردازی، طراحی، توسعه، پیاده‌سازی و تجاری‌سازی را به‌همراه توسعه ظرفیت‌های راهبردی، انسانی و بهره‌گیری مؤثر از منابع و شبکه‌های انسانی را در برمی‌گیرد [۸]. در این مدیریت، هدف افزایش عملکرد سازمان و همچنین تولید و اجرای رویه، فرآیند، ساختار یا روشی است که منجر به پیشرفت و پیشبرد اهداف سازمانی می‌شود [۴].

نوآوری در سازمان‌ها

توانایی سازمان در نوآوری، عامل اصلی رشد پایدار، دوام اقتصادی، افزایش رفاه و پیشرفت جامعه می‌باشد. قابلیت‌های نوآوری یک سازمان، توانایی درک و پاسخ‌گویی به شرایط در حال تغییر بافت آن، تعقیب فرصت‌های جدید و بهره‌مندی حداکثری از دانش و خلاقیت افراد در سازمان و در همکاری با طرف‌های ذی‌نفع برون‌سازمانی را شامل می‌شود. درصورتی‌که تمام فعالیت‌های لازم و سایر عناصر به‌هم‌پیوسته و متعامل به‌عنوان یک سیستم مدیریت شوند، سازمان می‌تواند اثربخش‌تر و کاراتر به نوآوری بپردازد [۹]. سیستم مدیریت نوآوری، سازمان را برای تعیین چشم‌انداز نوآوری، راهبرد، خط‌مشی و اهداف آن و ایجاد پشتیبانی و فرایندهای مورد نیاز برای دستیابی به دستاوردهای مورد انتظار، راهنمایی می‌کند. بنابراین ، مدیریت نوآوری با تغییراتی از جمله نحوه تعیین مدیران، نحوه تصمیم‌گیری، نحوه هماهنگی فعالیت‌ها و انگیزه دادن به کارمندان در ارتباط است [۱۰] و به‌طور قابل‌توجهی به عملکرد مثبت مالی شرکت کمک می‌کند، از این‌رو نوآوری مدیریت عملکرد سازمان را بهبود می‌بخشد [۱۱].

پیاده‌سازی سیستم مدیریت نوآوری فواید به شرح ذیل را به همراه خواهد داشت:

- افزایش توانمندی در مدیریت عدم قطعیت
- افزایش رشد، درآمدها، سودآوری و رقابت‌پذیری
- کاهش هزینه‌ها و ضایعات
- افزایش بهره‌وری و کارایی منابع
- بهبود پایداری و تاب‌آوری
- افزایش رضایت کاربران، مشتریان، شهروندان و سایر طرف‌های ذی‌نفع
- درگیرکردن و تفویض اختیار به افراد درون سازمان

▪ افزایش توانایی جذب شرکا، همکاران و منابع مالی
▪ ارتقای حسن شهرت و ارزش سازمان
▪ تسهیل مطابقت با مقررات و سایر الزامات مربوطه

نوآوری و استانداردهای بین المللی

سازمان بین‌المللی استانداردسازی[1] (ISO) که معمولاً به نام ایزو شناخته می‌شود، یک مؤسسه بین‌المللی برای تدوین استاندارد است که از نمایندگان مؤسسات استانداردسازی ملی کشورهای مختلف تشکیل شده است. این سازمان غیردولتی در سطح وسیع به وضع استانداردهای کلی و جزئی برای هماهنگ‌کردن استانداردهای متفاوت جهانی می‌پردازد و انواع استانداردهای تجاری و صنعتی جهانی را تعیین می‌نماید. مقر سازمان ایزو در ژنو سوئیس قرار دارد. در حال حاضر ۱۶۴ کشور در این سازمان عضو می‌باشند که کشور ایران نیز یکی از آنهاست. امروزه رعایت استانداردهای ایزو در تولید و عرضه محصولات و خدمات از چنان اهمیتی برخوردار است که در عرصه تجارت جهانی، استانداردهای ایزو شرط اولیه در دادوستدهای بین‌المللی است. اهداف اصلی سازمان ISO در تدوین استانداردهای بین‌المللی شامل ۳ مورد تسهیل تجارت بین‌المللی، کیفیت، ایمنی و امنیت، حمایت از مشتری و حفاظت محیط زیست و توسعه بهینه فناوری‌ها می‌باشد.

در ایزو برای هر دسته موضوعی یک کمیته فنی[2] (TC) ایجاد شده است که کار تدوین استانداردها در زمینه‌ای خاص را برعهده دارد و مسئول برنامه‌ریزی و پایش کار فنی است. فرایند پذیرش و توافق نظر میان اعضاء در مورد موضوع کاری خاص از دیگر مسئولیت‌های دیگر کمیته فنی است. در هر کمیته فنی موضوع‌های کاری بر مبنای طبقه‌بندی خاصی در پوشش چند کمیته فرعی قرار می‌گیرد. هر کمیته فنی دارای یک دبیرخانه، رئیس و دبیر است [۱۲].

یکی از کمیته‌های فنی ایزو، کمیته فنی مدیریت نوآوری ایزو یا کمیته فنی ISO/TC 279 است که استانداردهای مرتبط با سیستم مدیریت نوآوری را با شماره ISO ۵۶۰۰۰ منتشر نموده است. مسئولیت دبیرخانه تدوین این گروه از استانداردها به عهده کشور فرانسه است که استانداردها را با مشارکت ۴۶ کشور فعال و ۱۹ کشور ناظر، منتشر کرده است.

استانداردهای سری ۵۶۰۰۰ عبارت‌اند از:

- ISO 56000 ، مدیریت نوآوری – مبانی و واژگان
- ISO 56002 ، مدیریت نوآوری – سیستم مدیریت نوآوری – راهنما
- ISO 56003 ، مدیریت نوآوری – ابزارها و روش‌های شراکت نوآوری – راهنما
- ISO/TR 56004 ، ارزیابی مدیریت نوآوری – راهنما
- سایر استانداردهای در حال تدوین این سری شامل استانداردهای زیر هستند:
- ISO 56006 ، مدیریت نوآوری – ابزارها و روش‌های مدیریت هوش راهبردی – راهنما
- ISO 56007 ، مدیریت نوآوری – ابزارها و روش‌های مدیریت ایده – راهنما
- ISO 56008 ، مدیریت نوآوری – ابزارها و روشهای اندازه‌گیری عملیات نوآوری – راهنما

در استاندارد بین المللی ISO 56002، مدیریت نوآوری- سیستم مدیریت نوآوری- راهنما، تمام جنبه‌های مدیریت نوآوری، از چگونگی ایجاد اولین ایده تا فروش محصول یا خدمت جدید در بازار شرح داده شده است. این استاندارد زمینه فعالیت سازمان، فرهنگ، استراتژی، فرآیندهای آن را در نظر می‌گیرد و انواع مختلفی از فعالیت‌ها شامل محصولات و خدمات، مدل‌های کسب‌وکار، نوآوری سازمانی و غیره را در برمی‌گیرد. همچنین برای همه سازمان‌ها صرف‌نظر از اندازه و نوع آن، قابل اجرا است [۱۳]. این استاندارد به مدیران در درک نوآوری و الزامات مدیریت مؤثر فعالیت‌های نوآوری کمک می‌کند.

۷ عنصر اصلی در چارچوب این استاندارد وجود دارد: متن، رهبری، برنامه‌ریزی ، پشتیبانی، طرح‌ریزی، ارزیابی و بهبود.

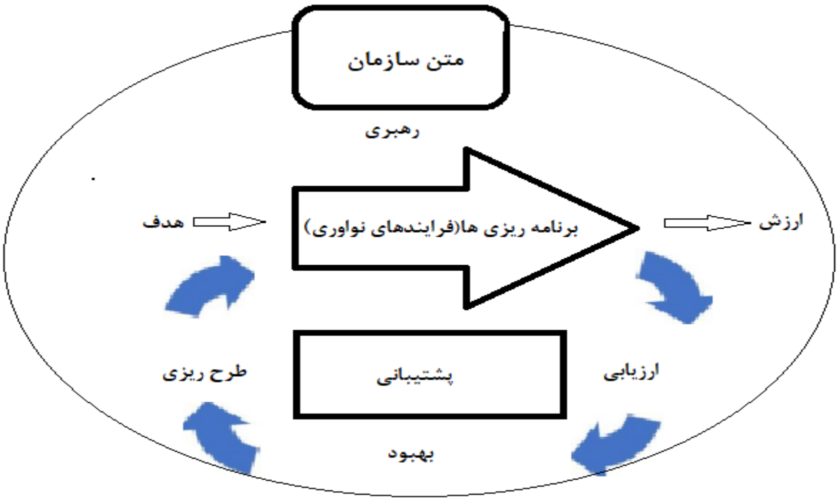
استانداردسازی به شیوه‌های مختلفی به شرح ذیل از نوآوری حمایت می‌کند:

الف) استانداردسازی به بهره‌برداری‌های تجاری از ایده‌های

---
[1] The International Organization for Standardization
[2] Technical Committee

نوآورانه کمک می‌کند و از منافع انحصاری بیش‌ازحد و موانع تجاری جلوگیری می‌کند.

در اتحادیه اروپا نیز طی دهه گذشته در چندین سند کلان از جمله سند چشم‌انداز راهبردی برای استانداردهای اروپایی و نیز



شکل ۱- چارچوب‌های سیستم مدیریت نوآوری در استاندارد ۵۶۰۰۲

ب) استانداردهای اندازه‌گیری و آزمون به شرکت‌های نوآور کمک می‌کنند تا به مشتری اثبات نمایند که محصولات نوآورانه آنها دارای ویژگی‌هایی هستند که ادعا می‌کنند و از نظر سلامتی، ایمنی و محیط زیست در سطح قابل‌قبولی هستند.

پ) استانداردها، جدیدترین و متداول‌ترین سطح هنر در علم و فناوری و بهترین روش‌ها را مدون و منتشر می‌کنند.

ت) استانداردها و فرایندهای استاندارد شده، رقابت بین و درون فناوری‌ها را امکان‌پذیر می‌کنند و بنابراین به رشد مبتنی بر نوآوری کمک می‌کنند.

ث) استانداردها به تسهیل توسعه تجارت و ایجاد بازارهای جدید از طریق افزایش سطح اطمینان در مشتریان کمک می‌کنند.

به‌طور کلی، در نتیجه استانداردسازی نوآوری امکان‌پذیر شده و از ایجاد نتایج نامطلوب جلوگیری می‌شود [۱۴]. استانداردسازی به‌عنوان زیرساخت فرصت ایجاد می‌کند. به‌عنوان‌مثال استانداردها هزینه‌های معامله را کاهش می‌دهند و تجارت را به‌ویژه برای محصولات پیچیده و خارج از مرز تسهیل می‌کنند. علاوه‌بر این، استانداردهای زیربنایی ایجاد شده پایه و اساس نسل‌های بعدی نوآوری را فراهم می‌کنند و باعث افزایش اعتبار به‌ویژه در فن‌آوری‌های جدید برای جذب سرمایه‌گذاری بیشتر و توسعه فن‌آوری‌های مکمل می‌شوند.

برنامه Horizon 2020 که برنامه جامع تحقیق و نوآوری اتحادیه اروپاست، به وجود ارتباط تنگاتنگ بین دو مفهوم نوآوری و استانداردسازی در راستای تقویت و تسریع رشد پایدار اقتصادهای اروپایی پرداخته شده است [۱۵].

بررسی و تحلیل اسنادی که در راستای تبیین هرچه بیشتر تعامل بین دو مفهوم استاندارد و نوآوری نوشته شده است، بیانگر این مطلب است که استانداردسازی با روش‌های زیر حامی نوآوری می‌باشد:

- مشارکت مؤثر در تکامل فنی از طریق پرداختن به موقع به محدودیت‌های بحرانی طراحی، کاهش ضایعات، جلوگیری از طولانی و زاید شدن فرایند توسعه محصول و همچنین آزاد کردن منابع برای تخصص به سایر فعالیت‌های توسعه‌ای و خلاقانه
- تسهیل توسعه تجارت و بازارهای جدید از طریق کمک به شکل‌گیری و بهره‌برداری از آثار شبکه، افزایش سطح اطمینان در مشتریان
- فراهم‌آوردن امکان به‌اشتراک‌گذاری سرمایه و ریسک در فرایند توسعه فناوری و محصولات آن و تقویت نوآوری از طریق توسعه همکاری‌ها

- کمک به بهره‌برداری‌های تجاری از ایده‌های نوآورانه از طریق ایجاد زمینه‌ای برای انتشار اطلاعات و چارچوبی توافق‌شده

مرکز استانداردسازی اروپا (CEN) نیز در سال ۲۰۰۸ با ایجاد کمیته‌های فنی CEN/TC389 اقدام به تعریف پروژه‌های منطقه‌ای به‌منظور تدوین استانداردهای مدیریت نوآوری نمود [۱۶]. فعالیت‌های مرکز استانداردسازی اروپا منجر به تدوین و انتشار ۷ استاندارد تخصصی مدیریت نوآوری، ذیل خانواده استانداردهای CEN/TS16555 در سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ گردید.

استاندارد مدیریت نوآوری در ایران

تا کنون ۲ استاندارد از مجموعه استانداردهای مدیریت نوآوری به‌عنوان استاندارد ملی ایران تصویب شده است. اولین استاندارد به شماره INSO-ISO 56002 و با عنوان «مدیریت نوآوری– سیستم مدیریت نوآوری– راهنما» راهنمایی‌هایی را برای ایجاد، پیاده‌سازی، نگهداری و بهبود مستمر یک سیستم مدیریت نوآوری برای انواع سازمان‌ها ارائه می‌دهد. سازمان‌هایی که از طریق عرضه توانایی‌های خود در مدیریت اثربخش فعالیت‌های نوآورانه و دستیابی به نتایج مورد انتظار، به دنبال دستیابی به موفقیت پایدار هستند، مصرف‌کنندگان، مشتریان و سایر ذی‌نفعانی که به دنبال یافتن نشانه‌هایی برای اطمینان از توانمندی‌های نوآورانه سازمان می‌باشند، سازمان‌ها و ذی‌نفعانی که به دنبال بهبود مناسبات و ارتباطات خود بوده و همه کسانی که تأمین‌کننده خدماتی مانند آموزش، ارزیابی و یا مشاوره در حوزه مدیریت نوآوری یا سیستم‌های مدیریت نوآوری هستند و همچنین تمام سیاستگذارانی که به دنبال اثربخشی بیشتر و ارتقای توانمندی‌های نوآورانه و رقابت‌پذیری سازمان‌ها و توسعه جامعه هستند، از جمله کاربران این استاندارد می‌باشند [۹].
استاندارد ملی دوم منتشر شده با شماره INSO-ISO 56003 و عنوان «مدیریت نوآوری– ابزارها و روش‌های مشارکت در نوآوری– راهنما» چارچوب مشارکت در نوآوری و ابزارهای آن را بیان می‌دارد و برای تمام شرکت‌های نوآفرین، صنایع کوچک و بزرگ و نهادها و سازمان‌ها کاربرد دارد [۱۷].

در کل آنچه در این استانداردها مورد توجه قرار دارد، فعالیت‌های مرتبط در راستای توسعه فرآیندهای مدیریت نوآوری است و مفاهیم و عباراتی مانند هوشمندی راهبردی، مدیریت همکاری‌ها، حقوق دارایی‌های فکری، مدیریت خلاقیت و تفکر نوآور در آنها توصیف شده و در مورد چگونگی ارزیابی یک سیستم مدیریت نوآوری راهنمایی‌ها ارائه داده می‌شود.
اهمیت نوآوری در تاب‌آوری شرکت‌ها و سازمان‌ها
جهان با سرعت زیادی نسبت به قبل در حال حرکت است. تغییرات اقلیمی، حملات سایبری و اختلال در تجارت همه با هم مرتبط بوده و به‌عنوان تهدید برای پایداری تجارت به‌شمار می‌روند. برای ایجاد تاب‌آوری در مقابل این تهدید، سازمان‌ها باید نوآوری داشته باشند. در غیر این صورت چالش‌های تجاری موجود موجب می‌شود که شرکت‌هایی که نمی‌توانند خودشان را با خطرها تطبیق دهند، از دور خارج شوند [۱۸].
مدیریت مؤثر دانش شرکت‌ها و یا سازمان نیز، با نوآوری مرتبط بوده و سبب تقویت آن می‌شود. نوآوری و تاب‌آوری یکدیگر را تقویت می‌کنند. دانش نیز به عنوان یکی از دارایی‌های اساسی هر سازمان باید مدیریت شده و توسعه، حفاظت، اشتراک‌گذاری و تطبیق‌دهی آن مد نظر قرار گیرد. استاندارد بین المللی ایزو ۳۰۴۰۱، با عنوان سیستم‌های مدیریت دانش – الزامات، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با استفاده از سیستم مدیریتی، از طریق اجرا مدیریت اطلاعات و دانش کاربردی، ایجاد ارزش را شروع یا ارتقا دهند [۱۹].

پیاده‌سازی سیستم مدیریت نوآوری

پیاده‌سازی سیستم مدیریت نوآوری می‌تواند شامل تغییرات سازمانی و فرهنگی باشد که به آماده‌سازی، اجرا، مقیاس‌بندی و حفظ، و ارزیابی و بهبود سازمان کمک می‌کند.
از سوی دیگر توسعه محصول جدید یک فرآیند ساده و خطی نیست، بلکه فرآیندی بسیار پیچیده و مستلزم ایفای نقش عوامل مختلف است [۲۰]، به گونه‌ای که بسیاری از عوامل و اقدامات به‌صورت رفت و برگشتی یا موازی رخ می‌دهد و بر یکدیگر به صورت همزمان تأثیر می‌گذارند. همچنین تحقیقات نشان‌دهنده آن است که یادگیری سازمانی شامل کسب دانش، توزیع دانش، شرح و تفسیر دانش و در نهایت حافظه سازمانی مثل دارا بودن پایگاه‌های داده به روز در سازمان، در این راستا اثرات مثبت و

قابل‌توجهی بر روی نوآوری دارند [۲۱]. همچنین حرکت به سمت رعایت نوآوری برای سازمان‌ها مستلزم صرف هزینه و زمان و در برخی موارد مانند تجدید سازمان و یا ایجاد یک فرآیند نظام‌مند توسعه محصول می‌باشد که اغلب با مقاومت در برابر تغییر در سازمان نیز مواجه است.

نوآوری و مدیریت نوآوری در فعالیت‌های تحقیقاتی و علوم

امروزه از طریق تحقیق و کسب دانش، دانشمندان در حال کشف و ترویج راه‌حل‌های دقیق‌تر و مؤثرتر برای معضلاتی هستند که بشریت با آنها روبه‌رو است. علم از طریق فناوری‌هایی که برای سلامتی، تولید غذا، مهندسی و ارتباطات، توسعه می‌دهد، باعث بهبود رفاه انسان می‌شود. نوآوری نیز که پیشتر به‌صورت اندیشه خلاق تحقق یافته که منجر به بهبود فرایندها و فراورده‌ها می‌شود تعریف گردید، نیز نتیجه بهبود رفاه را به‌دنبال خواهد داشت.

علی‌رغم تفاوت‌های احتمالی بین تلاش‌های مدیریتی در بخش-های علوم، فناوری و نوآوری سازمان‌های دولتی و خصوصی، فعالیت‌هایی مانند تحقیق و نوآوری نیز نیاز به یک رویکرد مدیریتی مناسب و خاص دارند [۲۳،۲۲]. با استفاده از مفاهیم برگرفته از ادبیات مربوط به اقتصاد فناوری و نوآوری و سایر رویکردهای نهادی، برنامه‌ریزی و مدیریت فعالیت‌های تحقیقاتی و نوآوری در سازمان‌ها باید بر اساس یک رویکرد تکاملی که با نگرش‌های هدفمند تعریف شده است، انجام شود. مدیریت نوآوری باید شامل مفاهیم و ابزارهایی باشد که بتوانند با محیط‌ها و فعالیت‌هایی که ماهیت آنها تکاملی است کنار بیاید. مدیریت یکپارچه فعالیت‌های تحقیقاتی و نوآوری همانند دانه‌های یک زنجیره باید به‌هم پیوسته باشند. به‌عنوان‌مثال تحقیقات و نوآوری در کشاورزی و مدیریت آن با توجه به تغییرات اقلیمی و با هدف کاهش فقر مسئله‌ای است که باید به آن توجه شود و در این رابطه مدل‌های مختلف برنامه‌ریزی و مدیریتی باید پیاده‌سازی شود.

نوآوری در کشاورزی در حال حاضر یک موضوع مهم است، زیرا به افزایش بهره‌وری نیروی کار، صرفه جویی در منابع مالی، افزایش حجم تولید و موارد مشابه کمک می‌کند. کاهش منابع و شرایط نامساعد طبیعی و آب و هوایی برای توسعه کشاورزی، محرک توسعه نوآوری در کشاورزی است. بحران مواد غذایی، کمبود منابع و افزایش جمعیت، توسعه نوآوری در کشاورزی را می‌طلبد. نوآوری در کشاورزی شامل پیاده‌سازی نتایج تحقیق و توسعه در مورد انواع گونه‌های گیاهی جدید، نژادها و گونه‌های جانوری، طیور، توسعه کشاورزی ارگانیک، تولید محصولات غذایی جدید و بهبود یافته، مواد، تجهیزات جدید، فناوری‌های جدید در تولید محصولات کشاورزی، دامداری و صنعت پردازش، شکل‌های جدید سازماندهی و مدیریت در حوزه‌های مختلف اقتصاد و رویکردهای جدید خدمات اجتماعی است که می‌تواند بهره وری تولید را بهبود بخشد [۲۴].

مدیریت نوآوری در کشاورزی شامل ۴ مرحله است: توسعه نوآوری‌ها، اعتبارسنجی آنها، بازسازی و اجرا. همچنین لازم است که فعالیت‌های خلاقانه در این زمینه به‌صورت منطقی مدیریت و سازماندهی شود.

فعالیت‌های نوآوری در زمینه کشاورزی در سه جهت اجرا می-شود:

۱- نوآوری در زمینه عوامل انسانی: آموزش متخصصان قادر به کار با تجهیزات و فناوری جدید، ارتقاء صلاحیت و انجام بازآموزی متخصصان.

۲- نوآوری در زمینه عوامل زیستی (بیولوژیکی): توسعه نوآوری‌هایی که باروری زمین‌های کشاورزی، بهره‌وری حیوانات و عملکرد محصولات را افزایش می‌دهد و توسعه کشاورزی ارگانیک که مربوط به تولید محصولات سازگار با محیط‌زیست و حفاظت از محیط‌زیست با استفاده از اقدامات و روش‌های مختلف است.

۳- نوآوری در زمینه عوامل فنی که موجب بهبود پتانسیل مهندسی و فناوری در کشاورزی می‌شود.

جستجوی منابع انرژی جایگزین برای مناطق کشاورزی و اجرای راه‌حل‌های ابتکاری، شامل استفاده دقیق از منابع آب (آبیاری قطره‌ای و اسپری)، استفاده از انواع جدید کودها و عوامل حفاظت از گیاه، جدیدترین روش‌های مقابله با علف‌های هرز و آفات، استفاده از گلخانه‌ها همه مثال‌هایی از نوآوری است. امروزه، فرصت‌های گسترده‌ای برای استفاده از زیست فناوری جدید در بخش کشاورزی وجود دارد. پیاده‌سازی زیست فناوری، پتانسیل قابل‌توجهی را برای همه زمینه‌های بخش

کشاورزی و اقتصاد ارائه می‌دهد. استفاده از زیست فناوری در تولید محصولات کشاورزی به حل مشکلات زیست محیطی مربوط به حاصلخیزی خاک، آلودگی آنها و شور شدن خاک کمک می‌کند. هدف زیست فناوری، خنثی‌سازی اثرات منفی انسان بر محیط‌زیست و اطمینان از کیفیت بالای زندگی بشر در اکوسیستم‌های تمیز از نظر زیست محیطی است. استفاده از فناوری‌ها و روش‌های کاربردی توسعه یافته مانند تصفیه زیستی فاضلاب، بازیافت پسماندهای آلی، بوزدایی زیستی گازها و همچنین روش‌های جدید تصفیه خاک‌های آلوده (پالایش زیستی خاک) همه روش‌های جدیدی است که با مدیریت صحیح و در چارچوب استانداردها به بهبود کشاورزی منجر خواهد شد [۲۵]. استفاده از زیست‌توده برای تولید محصولات با ارزشی مانند مواد دارویی، مواد شیمیایی و استفاده از باقی‌مانده‌ها برای کاربردهای دیگر به‌طوری که حداقل زباله در آن باقی بماند، مثال دیگری از نوآوری است. امروزه تولید محصولات زیادی مبتنی بر نفت است که می‌تواند با جایگزین‌های زیست پایه تولید شود و پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد تا سال ۲۰۳۰ یک سوم مواد شیمیایی و ۵۰ درصد بازار داروسازی زیست‌پایه خواهد بود [۲۶].

مثال دیگری از نوآوری بحث اینترنت اشیا است که ترکیبی از فناوری‌هایی مدرن است که در مدیریت، آموزش، تجارت، تولید، سرگرمی، حمل و نقل، زیرساخت‌ها، مراقبت‌های بهداشتی و غیره کاربرد دارد. با ظهور روزافزون حسگرها، چالش‌های مهمی نیز در رابطه با مدیریت نوآوری و مدل تجاری پدیدار شده است. به‌منظور ساده‌سازی مدیریت اینترنت اشیا و اطمینان از ادغام یکپارچه آنها در فرایندهای تجاری، استانداردسازی آن مورد نیاز است. پیشرفت‌های تکنولوژیکی و کاربردهای تجاری اینترنت اشیاء به‌سرعت در حال افزایش است. اینترنت اشیاء، به‌عنوان یک فناوری در حال ظهور، می‌تواند نوآوری را در بسیاری از بخش‌های صنعتی افزایش داده و همچنین به حل بسیاری از چالش‌های اجتماعی کمک کند [۲۷]. بنابراین تولید محصولات کاربرمحور را که از لحاظ مالی مقرون‌به‌صرفه و قابل‌عرضه باشد، ضروری می‌سازد. لذا اکنون تمرکز تنها بر نوآوری نیست بلکه بر اجرای نوآوری و مدیریت آن نیز متمرکز است.

در نهایت می‌توان گفت که در مدیریت نوآوری، رویکردهای مشترکی شامل شناسایی فرصت‌های نوآوری توسط سازمان، ایده‌پردازی و ارزیابی ایده، انتقال مفاهیم با بالاترین پتانسیل موفقیت به یک نقشه راه نوآوری و اجرای آن وجود دارد. استانداردسازی نیز مانند یک پل انتقال فناوری، برای توانمندسازی و تسهیل در نوآوری عمل می‌کند. استانداردها شرایط لازم را برای خلاقیت، توسعه و نوآوری می‌توانند ایجاد کنند و استانداردسازی و نقش توانمندسازی را در این زمینه ایفا می‌کند. به عبارت دیگر استانداردسازی، فرایند نوآوری را از طریق ایجاد یک فرهنگ کاری و ساختار مشترک کاری تحریک می‌کند تا همواره زمینه لازم برای بروز نوآوری فراهم شود. با تکیه به استانداردهای نواوری و پیاده‌سازی آنها در سازمان بستر پویا و قابل ارزیابی برای جلوگیری از آشوب مدیریتی در زمینه اثربخشی نوآوری ایجاد می‌گردد. همچنین باید دقت شود که استقرار استانداردهای نوآوری باید با ظرافت‌ها و تمهیداتی همراه باشد تا ورودی‌ها به‌صورت فرصت‌ها امکان بروز و شکوفایی را بیابند.

منابع و مؤاخذ

[1]. Whitley, R.D. (2001). National Innovation Systems, International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, PP. 10303-10309 .

[۲]. کیانی بختیاری، ابوالفضل.، موسوی موحدی، علی‌اکبر. (۱۳۸۷). نوآوری چیست؟ مرور ادبیات، مصادیق و ارایه تعریف جامع، مجله رهیافت، فصلنامه سیاست‌های علمی و پژوهشی، ۴۲، صفحات ۵-۹.

[3]. Popadiuka, S., Chun, W. C. (2006). Innovation and Knowledge Creation: How are these Concepts Related? International Journal of Information Management, Vol. 26, PP. 302-312.

[4]. Birkinshaw, J., Hamel, G., Mol, M. J. (2008). Management innovation. Academy of Management Review, Vol.33, NO.4, PP. 825–845.

[5]. Gunday,G., Ulusoy, G., Kilic, K., Alpkan, L. (2011). Effects of innovation types on firm performance, International Journal of Production Economics, Vol. 133, PP. 662-676.

[6]. Hiltunen, E., Palo-oja.O-M., Perkkiö, M. (2021). Creating and Implementing Standardized Management Innovation in a Large Organization,

[19]. ISO 30401:2018, Knowledge management systems — Requirements
[20]. Filieri, R. (2013). Consumer co-creation and new product development: A case study in the food industry, Marketing Intelligence & Planning, VOL. 31, NO.1, PP.40-53.
[21]. Jiménez-Jiménez. D., Sanz-Valle, R. (2011). Innovation, organizational learning, and performance. Journal of Business Research, VOL. 64, NO.4, PP .408–417.
[22]. DAMANPOUR, F., Schneider, M. (2008). Characteristics of Innovation and Innovation Adoption in Public Organizations: Assessing the Role of Managers. Journal of Public Administration Research and Theory, VOL. 19, NO.3, PP .495-522.
[23]. TIDD, J., Bessant, J., Pavitt, K. (2005). Managing Innovation: integrating technological, market and organizational change. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
[24]. Ivanov, V.A. (2008). Metodologicheskie osnovy innovacionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa [Methodological bases of innovative development of agro-industrial complex]. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. VOL. 2, NO. 2, PP. 50 - 59.
[25]. Ociepa-Kubicka, A.,Pachura, P. (2017). Eco-innovations in the functioning of companies. Environmental Research, VOL. 156, PP. 284-290.
[26]. Sánchez-Borrego, F.J.; Álvarez-Mateos, P.; García-Martín, J.F. (2021). Biodiesel and Other Value-Added Products from Bio-Oil Obtained from Agrifood Waste. Processes, VOL. 9, NO. 5, 797. https://doi.org/10.3390/pr9050797
[27]. Witkowski, k. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Managemen, Procedia Engineering, VOL. 182, PP. 763 – 769.
South Asian Journal of Business and Management Cases, VOL.10, NO.1, PP. 77–87.
[7]. Damanpour, F., Evan, W.M. (1984). Organizational innovation and performance: The problem of organizational lag. Adm. Sci. Q., VOL. 29, PP. 392–409.
[8]. ISO 56000:2020, Innovation management — Fundamentals and vocabulary
[۹]. استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۰۰۲ ، مدیریت نوآوری– سیستم مدیریت نوآوری– راهنما، چاپ اول، ۱۳۹۹
[10]. Hamel, G. (2006). The why, what, and how of management innovation. Harv. Bus. Rev., PP. 72-84.
[11]. Walker, R.M., Chen, J. Aravind, D. (2015). Management innovation and firm performance: An integration of research findings. Eur. Manag. J. VOL. 33, PP. 407–422.
[12]. https://www.iso.org.
[13].https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:56000:ed-1:v1:en.
[14]. Swann, G. M. P. (2000). The Economics of Standardisation: Final Report for Standards and Technical Regulations Directorate Department of Trade and Industry, DTI.
[15].https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/tags/horizon-2020-research-and-innovation-programme.
[16]. https://www.cen.eu/work/areas/
[۱۷] استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵۶۰۰۳ ، مدیریت نوآوری– ابزارها و روش‌های مشارکت در نوآوری– راهنما، ۱۳۹۹
[18]. Yılmaz, O., Comez, P. (2020). Innovation: Principles and Practices, Batman University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Mart, Ankara.

باستان‌شناسی کاربردی؛ کشف گذشته و استفاده معاصر

بهروز افخمی[۱،*]

چکیده

باستان‌شناسی بر اساس بقایای مادی و معنوی؛ گذشته انسان (نوع بشر) را تفسیر و بازسازی می‌نماید. وقتی صحبت از داده‌های باستان‌شناسی می‌شود، افکارمان به آثار باقی‌مانده از گذشتگان مانند دست‌نوشته‌ها، اسباب و وسایل، باقیمانده خانه‌ها و آثار فرهنگی که موزه‌های ما را پرکرده است، معطوف می‌شود؛ بنابراین موضوع اصلی باستان‌شناسی انسان و دست‌ساخته‌های انسانی است که نوع بشر در طول زمان به‌صورت عمد یا غیرعمد (آگاهانه یا ناآگاهانه) به وجود آورده است. امروزه رویکرد به گذشته بر اساس دانش باستان‌شناسی کاربردی؛ استفاده از گذشته برای حل مسائل و مشکلات جامعه معاصر در حوزه‌های فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی است. باستان‌شناسی کاربردی از اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی با مطرح‌شدن موضوعاتی همانند «توسعه پایدار» و «موضوعات سبز» و «مدیریت محوطه‌ها» رایج شده است. هدف مقاله حاضر تبیین اهمیت باستان‌شناسی کاربردی به‌عنوان دانش میان‌رشته‌ای برای ایجاد فضاهای کسب‌وکار جدید از محوطه‌های میراث فرهنگی در راستای توسعه گردشگری و دارائی‌های فرهنگی کشور به‌وسیله عینیت‌بخشی و حفاظت پایدار است.

واژگان کلیدی: باستان‌شناسی کاربردی، دارائی فرهنگی، گذشته، قابل‌استفاده، معاصر

* عهده‌دار مکاتبات: دانشیار. نشانی الکترونیکی: bafkhami@uma.ac.ir

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

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.7.3

مقدمه

چارچوب مفهومی دانش باستان‌شناسی در ایران، علیرغم تحولات سریع در جهان نیاز به کاربردی شدن بیشتر دارد تا در توسعه اقتصادی و فرهنگی جامعه معاصر ایران باوجود غنای منابع باستان‌شناختی و ظرفیت‌های عظیم میراث فرهنگی، نقش مؤثرتری ایفا نماید.

پیشینه پژوهش

باستان‌شناسی کاربردی در پاییز سال ۲۰۰۶ میلادی برای پاسخ‌گویی به نیازهای جدید در سطح کارشناسی ارشد تصویب شد. اندیشمندان بزرگی در مورد لزوم باستان‌شناسی کاربردی اظهارنظر کرده‌اند. لودمیر لوزنی[۱] در مقدمه کتاب «چشم‌اندازها زیر فشار[۲]» باستان‌شناسی کاربردی را به دلیل چندوجهی بودن و ماهیت میان‌رشته‌ای داشتن به مدیرت منابع فرهنگی ترجیح می‌دهد و معتقد است که باستان‌شناسی کاربردی می‌تواند به پرسش‌های جوامع مدرن درباره گذشته‌ی آنها پاسخ دهد [۱]. خانم «آن کندل»[۳] در مقاله‌ی تحت عنوان «باستان‌شناسی کاربردی: بازسازی روش‌های کشاورزی بومیان در جامعه آندین»، مدلی را برای احیاء روش‌های کشاورزی باستانی جامعه «آندین»[۴] در کشور «پرو» پیشنهاد می‌دهد [۲]. آقای ماری راک من و جو فلتمن[۵] در مقدمه کتاب «باستان‌شناسی در جامعه و ارتباط آن با جهان مدرن»[۶] مجموعه مقالاتی را با رویکرد باستان‌شناسی کاربردی ویراستاری نموده و آن را برای جامعه ضروری تلقی کرده و اهمیت شروع و تداوم دوره‌های کارشناسی ارشد را پیشنهاد داده‌اند [۳]. همچنین کتاب‌ها و دائره‌المعارف‌های باستان‌شناسی که لزوم توجه به رهیافت باستان‌شناسی کاربردی و جایگزینی آن را با باستان‌شناسی محض موردتوجه قرار داده‌اند.

فرآیند تحول باستان‌شناسی

باستان‌شناسی با رویکرد تاریخی فرهنگی[۷]، یک رویکرد تکاملی به ریخت‌شناسی مصنوعات در دانش باستان‌شناسی بوده است. بعد از رویکرد تاریخی فرهنگی، رهیافت فرایندی[۸] در باستان شناسی رایج شد که شامل استفاده از نظریه‌ها و مدل‌ها و فرایندهای طبیعی، فرهنگی و اجتماعی عمومی بود که تنوع و تغییر را بر اساس معرفت‌شناسی فلاسفه اثبات‌گرا همچون کارل همپل[۹] دنبال می‌کرد. در اوایل دهه ۱۹۸۰ میلادی، باستان‌شناسی فرا فرآیندی[۱۰] در مقابل باستان‌شناسی فرآیندی به وجود آمد. باستان‌شناسی فرا فرآیندی با استفاده از ساختارهای هرمنوتیکی برای تفسیر گذشته سود می‌برد و کنشگری متقابل مابین معنا و فعالیت‌های اجتماعی افراد و گروه‌های اجتماعی را با همدیگر موردتوجه قرار می‌داد [۴]. بزرگ‌ترین تأثیر باستان‌شناسی فرا فرآیندی تغییر عمل در «مدیریت میراث[۱۱]» بود. با مدیریت میراث، محوطه‌ها بر روی مردم گشوده شد و ارائه به مردم و تفسیر محوطه‌های باستانی صورت گرفت. در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ دوره‌ی جدیدی در مدیریت میراث به وجود آمد. توسعه اختراعات جدید، نجات‌بخشی محوطه‌ها و مراقبت از بقایای فیزیکی میراث از ویرانی‌های ناآگاهانه، روش‌های حفاظت و مدیریت میراث، ارتباط با جنبش‌هایی نوظهور و گروه‌های بومی/ محلی و درک جدید باستان‌شناسان از شرایط و بافت اجتماعی سیاسی محیطی منجر به تدوین منشور ۱۹۹۰ ایکوموس شد که حفاظت و مدیریت میراث باستان‌شناختی و گرایش‌های جدید را مدون کرد [۵]. در اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی موضوعاتی همچون؛ توسعه پایدار و ارتباط با موضوعات سبز[۱۲] گرایش به حوزه «مدیریت محوطه»[۱۳] و توسعه آن را آشکار کرد. در سال ۱۹۹۲ ایده‌ی «پایداری در توسعه»[۱۴] پیشگام سیاست‌های جهانی شد و اجلاس سازمان ملل متحد در ریودوژانیرو درباره‌ی «محیط‌زیست و توسعه» قواعد توسعه پایدار را فرموله کرد. در ادامه سیاست‌های زیست‌محیطی، «پایداری»[15] در منابع فرهنگی

---

1 Ludomir R. Lozny
2 Landscape Under Pressure
3 Ann Kendall
4 Andean
5 Marcy Rockman & Joe Flatman
6 Archaeology in Society Its Relevance in the Modern World
7 Cultural history approach
8 Processual
9 Carl Hempel
10 post-Processual
11 Heritage Management
12 Green Issues
13 Site Managment
14 Sustainability in Development
15 Sustainabidity

شکل ۱: باستان‌شناسی کاربردی

و تاریخی نیز کاربردی شد. مجموع این عوامل و رشد تفکرات پست‌مدرن و گرایش به حوزه‌های چون؛ «تفسیر»[1]، «اصالت»[2] و سرانجام «مدیریت محوطه‌های باستان‌شناختی»[3] و منشورهای جهانی همانند «سند نارا درباره‌ی اصالت»[4] و منشور بورا استرالیا[5] منجر به درگیر کردن و مشارکت مردم محلی در محوطه‌های میراث فرهنگی شد. در نهایت، فلسفه مدیریت «کل‌نگر»[6] در محوطه‌های میراث منجر به عینیت‌بخشی بسیاری از پارک‌های میراث و باستان‌شناسی کاربردی شد [۶].

باستان‌شناسی کاربردی

باستان‌شناسی کاربردی آخرین وضع موجود و روزآمد شده دانش باستان‌شناسی است که از مطالعات و فعالیت‌های باستان‌شناسی با توجه به نیاز حال حاضر جوامع استفاده می‌کند. باستان‌شناسی کاربردی ماهیت میان‌رشته‌ای داشته و رویکردی نو و برآمده از رهیافت‌های مدرن گردشگری و مدیریت است که ضمن حفظ تمامی کارکردها اعم از فرهنگی، سیاسی و اجتماعی برای میراث فرهنگی، حفاظت و معرفی پایدار آن را دنبال می‌کند. باستان‌شناسی کاربردی در راستای توسعه، قدرت و اثربخشی دانش باستان‌شناسی در جامعه و در راستای ایجاد شغل های مناسب برای دانش آموختگان و با استفاده از مبانی نظری انسان‌شناسی و روش‌شناسی باستان‌شناسی نه به‌عنوان یک نظریه بلکه یک رویکرد و رهیافت ایجاد شده است. هیرست[7] بزرگ‌ترین تغییر حرفه‌ای باستان‌شناسی را به‌سوی باستان‌شناسی کاربردی قلمداد کرده است [۷]. از نظر سلوا کومار[8] باستان‌شناسی کاربردی دارای منفعت‌های بسیاری برای جامعه معاصر است [۸]. توماس آر ویتون[9] باستان‌شناسی کاربردی را بهترین رویکرد حال حاضر باستان‌شناسی جهان تلقی کرده است [۱]. باستان‌شناسی کاربردی بر مبنای حفاظت پایدار محوطه‌ها و چشم‌اندازهای فرهنگی و بر اساس اهمیت آن برای مردم و استفاده از آن تصمیم می‌گیرد؛ و دانش باستان‌شناسی را با دانش سنتی مردم[10] درهم می‌آمیزد [۹]. باستان‌شناسی کاربردی، تصمیم‌گیری در ارتباط با آن چیزی که مهم و قابل حفاظت پایدار در حفاری‌های باستان‌شناختی است را بحث و بررسی کرده و یکی از اصول اساسی آن «حفاظت پایدار»[11] میراث فرهنگی با

[1] Interpretation
[2] Authenticity
[3] Archaeological Sites Management
[4] Nara Document on Autheticity
[5] Australias Burra Charter
[6] Holistic
[7] Hirst
[8] Selvakumar
[9] Thomas R. Wheaton
[10] Indigenous knowledge
[5] Sustainable Conservation

مشارکت مردم[1] است [۱۰]. باستان‌شناسی کاربردی یعنی استفاده از پژوهش‌های باستان‌شناسی و نتایج آن در راستای حل مشکلات انسان معاصر که مشتمل بر مسائل مدیریت میراث فرهنگی، گردشگری میراث و توسعه، مدل‌سازی پایدار برای پویایی محیط/انسان و آموزش عمومی باهدف آگاه‌سازی و نظارت بر آثار باستان‌شناختی است [۱۱]. در یک مفهوم وسیع، بحث باستان‌شناسی کاربردی از آماده ساختن مناسب باستان‌شناسان جهت ورود به حوزه و عرصه مدیریت منابع فرهنگی (میراث فرهنگی) اعم از حوزه‌ی خصوصی و دولتی تأکید می‌کند. آشنا شدن با موضوعاتی از قبیل؛ ماهیت حفاظت تاریخی، کار با نسل‌های مختلف یک جمعیت، تفسیر یافته‌های باستان‌شناختی برای مردم، نگهداری و مراقبت و حفاظت از اسناد و یافته‌ها و مجموعه‌های باستان‌شناختی، پایه آموزش باستان‌شناسی کاربردی است. به‌طور خلاصه؛ باستان‌شناسی کاربردی به استفاده مناسب و متناسب از میراث باستان‌شناختی با در نظر گرفتن نیازهای یک جامعه در حوزه‌های فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی می‌پردازد [۱۲]

مدیریت محوطه‌های باستان‌شناسی

مدیریت محوطه‌های باستان‌شناسی ازجمله کارکردهای باستان‌شناسی کاربردی است. ازجمله مسائل مهم و موردتوجه در باستان‌شناسی کاربردی مقابله با اختلافات میان گردشگری و حفاظت از طریق مدیریت محیط فیزیکی است. باستان‌شناسی کاربردی با گرایش‌های چندوجهی، ارزش‌ها و علایق همه‌ی مشارکت‌کنندگان و ذینفع‌ها را در نظر می‌گیرد. اهمیت مشارکت همه ذینفعان در فرآیند پایداری میراث ضروری است. باستان‌شناسی کاربردی در فرآیند تصمیم‌گیری در محوطه‌ها موارد ذیل را مورد لحاظ قرار می‌دهد؛

الف) درک کامل و مشترک از اثر از سوی تمامی متصدیان؛

ب) چرخه طراحی، اجرا، پایش، ارزیابی و بازخورد؛

ج) دخالت تمامی همکاران و متصدیان؛

د) تخصیص منابع موردنیاز؛

ه) ظرفیت‌سازی؛ و

و) شرحی پاسخگو و شفاف از نحوه عملکرد نظام مدیریتی [۱۰].

مشارکت مردم

باستان‌شناسی کاربردی به اصل مشارکت مردمی در حفاظت از میراث فرهنگی تأکید و شیوه‌های مشارکت مردم را فرموله می‌کند. آموزش مردم درباره‌ی میراث فرهنگی از قبیل منابع باستان‌شناختی نه‌تنها برای ارتقاء دانش خاص مردم نسبت به گذشته اهمیت دارد؛ بلکه باعث می‌شود که میراث فرهنگی را جزئی از خودشان تلقی نموده باشند [۱۳]. با افزایش علاقه‌ی مردم به باستان‌شناسی و منابع باستان‌شناختی و حفاظت آنها، حداقل برخی از مردم، مشارکت فعالانه‌ای در نگهداری محوطه‌های باستان‌شناختی از طریق طرح‌های توسعه‌ی محلی و طرح‌های استفاده از زمین خواهند بود. علاقه مردم به حفاظت و مشارکت فعال می‌تواند به‌عنوان یک مکانیسم قوی برای تماشا و نفوذ سازمان‌های دولتی که مسئول حفظ محوطه و اجرا و عملیاتی نمودن سیاست‌های حفاظت هستند را به دنبال داشته باشد. علاقه و مشارکت مردم می‌تواند سازمان‌های دولتی را در انجام وظایفشان با دقت بیشتر و مؤثرتر وادار کند. حضور مردم همچنین می‌تواند در پایش وضعیت محوطه‌های باستان‌شناختی در بافت مناطق بومی و استقرار کمک کاربردی نماید. این عمل موجب بازرسی‌ها و گزارش‌های منظم به مسئولان حفاظت خواهد بود [۱۴]. هرچند که تحقیقات نشان می‌دهد که توجه کافی به حضور جوامع داده نمی‌شود [۱۰]. درواقع بسیاری از مناطق روستایی جهان در حال حاضر به دنبال ارتقاء توسعه اقتصادی محلی بر اساس میراث فرهنگی و طبیعی هستند [۱۵]. تعامل انسان با میراث فرهنگی با مستندسازی و کاربردی نمودن دانش تاریخی و گذشته و تعامل انسان و محیط‌زیست منجر به درک درستی از مشکلات زیست‌محیطی معاصر و برنامه‌ریزی برای پایداری در آینده خواهد بود [۱۶]. در باستان‌شناسی کاربردی، «مردم» درگذشته و حال مهم انگاشته می‌شوند [۱۷].

گردشگری میراث

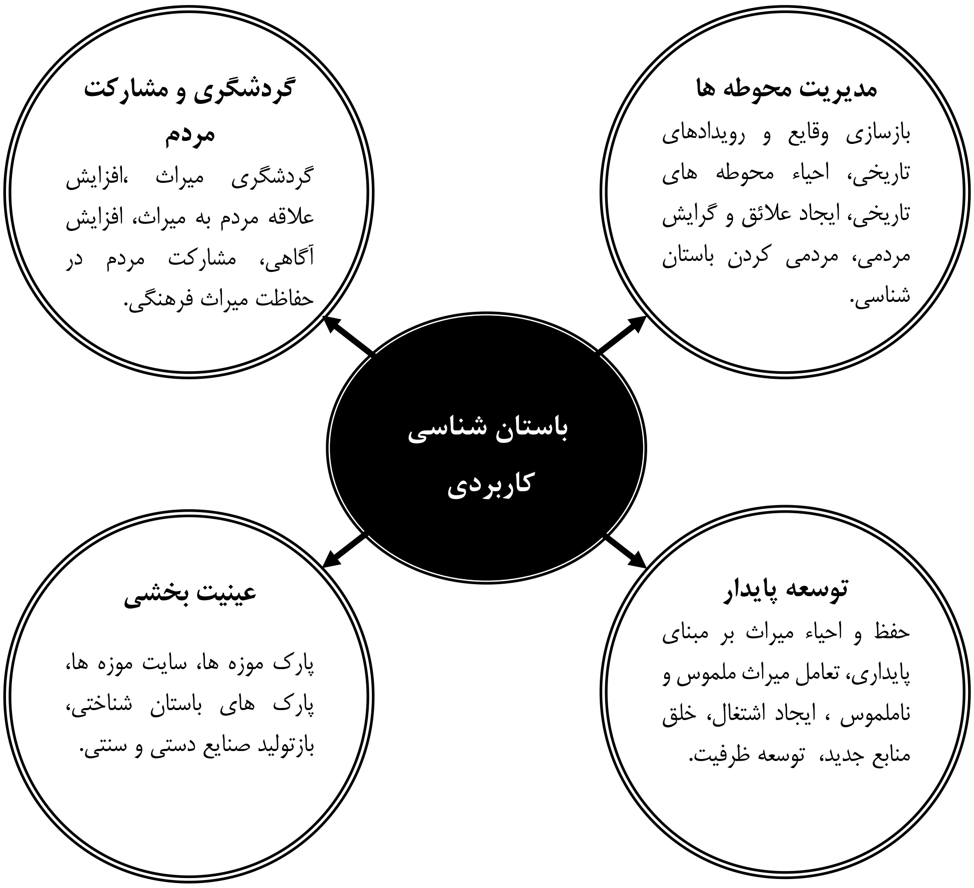
گردشگری میراث از جمله‌ی کارکردهای باستان‌شناسی کاربردی است. بعد از جنگ جهانی دوم کاوش‌های باستان‌شناسی عمدتاً در آمریکای شمالی به‌وسیله صنعت ابتدایی گردشگری میراث و متمرکز بر احیاء و جنبش ملی‌گرایانه بود [۱۸]. نوع نگرش باستان‌شناسی کاربردی به گردشگری میراث عمدتاً در چارچوب

[1] Community Colaboration

رهیافت «محافظتی» میراث تلقی می‌شود. در ادبیات باستان‌شناسی کاربردی؛ گردشگری میراث شاخه‌ای از گردشگری است که به میراث فرهنگی محلی که گردشگری در آن در حال اتفاق افتادن است، متمایل می‌شود. گردشگری میراث دارای دو هدف عمده است؛ حفاظت از میراث و توسعه گردشگری میراث [۱۹]. ارتقاء اشتیاق و علاقه به تاریخ و باستان‌شناسی و حفاظت از محوطه‌های تاریخی از جمله ی برآیندهای گردشگری میراث و باستان‌شناسی است. به‌طور خاص به گردشگری میراث «رهیافت محافظ» اطلاق می‌شود؛ چراکه می‌تواند میراث را ترویج کند [۲۰].

توسعه پایدار

باستان‌شناسی کاربردی در محوطه‌های میراث فرهنگی به دنبال توسعه پایدار است. مفهوم توسعه پایدار در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۶۰ میلادی برای کم کردن تأثیر مخرّب صنعتی شدن بر روی محیط و جامعه به وجود آمد [۲۱]. اصول توسعه پایدار در محوطه‌های میراث جهانی از زمانی که کمیته‌ی میراث جهانی در سال ۲۰۰۲، «میراث» را به‌عنوان وسیله‌ی «توسعه‌ی پایدار» اعلام کرد، کاربرد داشته است. حوزه‌ی اهمیت میراث فرهنگی از زمان پذیرش «کنوانسیون میراث جهانی» به‌وسیله‌ی یونسکو در سال ۱۹۷۲ به بعد، بسیار رشد یافته است. موضوع توسعه پایدار پیچیده و در چند دهه‌ی گذشته همواره مورد بحث بوده است [۲۲]. زمانی که نیک مریمن در آوریل ۱۹۸۹ میلادی وجود زمینه‌ی اجتماعی «رونق میراث» را در بریتانیا نشان‌داد بیش از چند دهه می‌گذرد. بعد از تغییر نام «گذشته» به «منابع» از دهه‌ی ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ میلادی به بعد «توسعه‌ی میراث» شروع شد [۲۳]. هرچند موضوعاتی از قبیل؛ افزایش آگاهی جهانی درباره‌ی مسائل محیط‌زیست، تغییرات آب‌وهوای و چشم‌اندازهای هزاره جدید در ابن باره مهم و تأثیرگذار بودند. باستان‌شناسی به یک بخش مهم از بحث توسعه از زمان پایان جنگ جهانی دوم تبدیل شد. هرچند که قبل از شروع رسمی پروژه‌ی توسعه غرب، باستان‌شناسی در ایجاد هویت، مالکیت زمین و مشروعیت ملی دخیل داده‌شده بود. به حوزه‌ی «میراث» که باستان‌شناسی از آن به‌عنوان یک پیکر به‌هم‌پیوسته و دارای انسجام ارائه می‌کند در



شکل ۲: کارکردها

هدایت پروژه توسعه‌ی جهانی غرب برای کاهش فقر و بیماری در سراسر جهان نگاه ویژه‌ای شده است [۲۴]. در پروژه‌های توسعه پایدار میراث فرهنگی، بر اساس دستورالعمل‌های توسعه‌ای جدید قرن ۲۱ عمل می‌شود. برای همین است که باستان‌شناسی، حمایت و دلگرمی برای مأموران دولت بوده و همچنین برای جمعیت‌های بومی است که دارای تاریخ مکتوب نبوده و درعین‌حال دارای قدمت زیاد می‌باشند. در راستای توسعه پایدار میراث فرهنگی منشورهای جهانی ابداع و به‌صورت مشترک مابین کشورهای عضو کنوانسیون جهانی اجرا شده‌اند که ازجمله آنها منشور ونیز است که به مجموعه‌ای از برنامه‌ریزی‌های دارای چارچوب و استاندارد برای محوطه‌ها و بناهاست که باید در مکان‌های اصلی خودشان به‌صورت پایدار حفظ شوند.

پارک‌های باستان‌شناختی [1]

پارک‌های باستان‌شناسی محصول و کارکرد باستان‌شناسی کاربردی در جامعه هستند؛ به‌عنوان یک تصور و فکر، ایده‌ی موزه برای نگهداری، حفاظت و تفسیر فرهنگ و میراث معنوی فرهنگی می‌توان گفت که از شروع تاریخ انسان وجود داشته است. احتمالاً قدیمی‌ترین تلاش‌های شناخته‌شده برای ثبت فرهنگ انسان، نقاشی‌ها غارهایی همچون لاسکو در جنوب غربی فرانسه بوده است که انسان غارنشین توانسته است مجموعه‌ای از مراودات و تعاملات خود بازندگی حیوانات را به تصویر بکشد. در زمان‌های تاریخی مفهوم موزه از تمدن و ذخایر و ابزار خانه‌ها وجود داشت. باوجوداین، موزه مدرن با شروع رنسانس و ساخت موزه بریتانیا در سال ۷۵۹ میلادی شروع شد. پس از گذشت یک‌صد سال از پیشرفت‌های سریع تکنولوژی و تغییرات اجتماعی که از آغاز اواخر قرن نوزدهم میلادی شروع شد، ابزار آگاهی و اهمیت تاریخ نیز برای حفظ و ارائه بیشتر و بیشتر می‌شد. درنتیجه موزه‌ها درروش و راه، رهیافت‌های نادر را آزمودند که تحت عنوان مجموعه‌های کنجکاو برانگیز شمرده می‌شدند. تأکید بر تفسیر، موزه‌ها را به نسل جدیدی سوق داد که تجربه کنش‌گری متقابل را با انتقال به سمت‌وسوی زندگی بومی و نامتعارف شهری سوق می‌داد. این مسیر تکامل ادامه داده شد تا اینکه گرایش پیشرفته‌ای رخ داد که آن ایجاد پارک– موزه‌های باستان‌شناختی در مناطق دارای پتانسیل باستان‌شناختی بود .پارک باستان‌شناختی به‌عنوان یک مفهوم و یک ایده، فرآیند و روشی برای حفاظت و مدیریت مجموعه‌ای از میراث در بافت اصلی یا مصنوع است. این رویکرد همواره از سال ۱۹۹۰ میلادی به بعد در حال تحول بوده است. همچنین ابزاری برای حفاظت از مناطق میراث تلقی شده است. لازم به ذکر است که پارک باستان‌شناختی لزوماً منطقه‌ای سرسبز با عناصری برای حفاظت نیست بلکه یک‌نهاد فرهنگی است که مدیریت آن نیاز به هماهنگی با سایر بخش‌ها و زیرمجموعه‌ها دارد [۲۵]. درواقع پارک باستان‌شناختی به منطقه‌ای اطلاق می‌شود که قابلیت تفسیری، آموزشی، پژوهشی و تفریحی را برای مردم داشته باشد. پارک– موزه‌ها نسل اولیه‌ی پارک‌های باستان‌شناختی بودند که اولین و قدیمی‌ترین آن به‌وسیله آرتور هازلیوس در اسکنسن سوئد به سال ۱۸۹۱ میلادی به وجود آمد و مهم‌ترین از این نوع در ایالات‌متحده‌ی امریکا است که مهم‌ترین و اصلی‌ترین آن روستای قرین فیلد است که به سال ۱۹۲۹ میلادی تأسیس‌شده است [۲۶]. مروری کوتاه بر مصادیق ایجادشده در ارتباط با ایجاد پارک‌های باستان‌شناختی نشان می‌دهد که مهم‌ترین و اصلی‌ترین برآیند ایجاد پارک‌های باستان‌شناختی «آموزش»، «توسعه گردشگری»، «بازتولید صنایع‌دستی»، «عینیت‌بخشی به پتانسیل میراث باستان‌شناختی» و «القاء اهمیت میراث برای مردم محلی» است. با این راهبرد علاوه بر آموزش حفظ آثار باستانی و یادمانی برای همه‌ی سنین جامعه به‌ویژه کودکان؛ میراث فرهنگی و باستان‌شناختی در زندگی مردم به‌عنوان تجربه تاریخی و عنصر مطلوب زنده که می‌تواند جاذبه تفریحی نیز داشته باشد اضافه می‌شود و بازدیدکنندگان قدرت و توان این موضوع را خواهند داشت که فهم و درک کاملی از بخش‌های از میراث فرهنگی کشورشان در ذهن داشته باشند. در واقعه پارک–موزه های باستان‌شناختی به این دلیل متولد شدند که علائق خروجی برای دیدن آنچه کشف‌شده است را به نحوه مؤثری برآورده سازند و به این نیاز پاسخ دهند [۲۷]. از این منظر، پارک‌های باستان‌شناختی بستری برای ارائه توانمندی‌های مردم محلی دارای میراث فرهنگی در حوزه‌ی صنایع‌دستی و مصنوعات جذاب خواهد بود.

[1] Archaeological Prak

نتیجه‌گیری

باستان‌شناسی به‌عنوان کنشی فرهنگی، مستقل از جامعه نیست؛ و نباید آن را فعالیتی مستقل فرض کرد و به‌تنهایی در نظر گرفت. تصور وجود مستقل برای فعالیت‌های باستان‌شناسی بدون در نظر گرفتن حضور مردم، توهمی بیش از فعالیت‌های باستان‌شناسی به‌جا نخواهد گذاشت. در این مقاله باستان‌شناسی کاربردی به‌عنوان یک رهیافت جدید و رویکرد میان‌رشته‌ای که حاصل مبانی نظری انسان‌شناسی، روش‌شناسی باستان‌شناسی و بر اساس نیازهای مدیریت و گردشگری محوطه‌های باستان‌شناختی بود، توصیف و تبیین شد. حفاظت پایدار میراث فرهنگی، مهم انگاشتن مردم درگذشته و حال، مدیریت محوطه‌ها و توسعه گردشگری میراث در محوطه‌های میراث فرهنگی ازجمله کارکردهای باستان‌شناسی کاربردی است. این در حالی است که در باستان‌شناسی حال حاضر ایران موضوعات طرح شده قبل؛ موضوعیت ندارند. با توجه به ظرفیت‌های عظیم میراث فرهنگی کشور، ضرورت استفاده از دانش میان‌رشته‌ای باستان‌شناسی کاربردی و آموزش دانشگاهی آن در کشور توصیه می‌شود.

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

(1). http://www.sas.upenn.edu/~cerickso/articles/Applied.pdf (Accessed 8 july. 2012).

(2). http://www.worldarchaeologicalcongress.org/abou.

منابع و مؤاخذ

[1]. Lozny, Lodomir R (2012); Western Europe: Historical Archaeology, in Encyclopedia of Global Archaeology, Editor, Claire Smith. Springer: Adelaide, Australia.

[2]. Kapyrka, Julie Christine (2011); Exploring the Relationship between Indigenous Peoples and Archaeologists in Ontario: A Dialectical Mixed-Model Research Inquiry, PHD dissertation, Trent University, Peterborough, Ontario, Canada.

[3]. Rockman, Marcy and Joe Flatman (2012); Archaeology in Society Its Relevance in the Modern World, Springer New York Dordrecht Heidelberg London, DOI 10.1007/978-1-4419-9881-1.

[4]. Jeffares, Ben (2009); "Philosophy of Archaeology" A Companion to the Philosophy of History and H istoriography Edited by Aviezer Tucker, 2009 Blackwell Publishing Ltd. ISBN: 978-1-405-14908-2.

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

[6]. Zebic, Jasmine (2006); an integrated approach towards marketing heritage productes: a case study of the proposed Bedouin Fort in Wadi Rum, Jordan; Master Thesis, World Heritage Studies, Brandenburg University of Technology, Cottbus, Germany.

[7]. Hirst, Kris (2008); "Archaeology Today", Encyclopedia of Archaeology, editor in chief De Borah M. Pearsall, Pages 478-489, Academic Press, New York.

[8]. Selvakumar, v (2010); "The use and relevance of archaeology in the post-modern world: views from India", World Archaeology Vol. 42(3): 468–480.

[9]. Stump, Daryl (2013); "On Applied Archaeology, Indigenous Knowledge, and the Usable Past" Current Anthropology, Vol. 54, No.

[10]. Brighton, Stephen A (2001); Applied Archaeology and Community Collaboration: Uncovering the Past and Empowering the Present, Human Organization 70, 4, pp: 344-354.

[11]. Shackel, Paul A, and Chambers Erve J (2004); PLACES IN MIND; Public Archaeology as Applied Anthropology, Routledge, New York.

[12]. Downum, Christian E and Laurie J. Price (1999): Applied Archaeology, Human Organization, Vol, 58, No, 3.

[13]. Jameson, John H (2008); "Interpretation of Archaeology for the Public", Encyclopedia of Archaeology, editor in chief De Borah M. Pearsall, Pages 1529-1543, Academic Press, New York.

[14]. Han, Sangwoo (2001); Cultural Heritage Management in South Korea, PHD Disertation, University of Minnesota.

[15]. Scott, Allen j(2010); The Cultural Economy of Landscape and Prospects for Peripheral Development in the Twenty-first Century: The Case of the English Lake District, European Planning Studies Vol. 18, No. 10.

[16]. Hardesty, Donald L (2008); "Goals of Archaeology, Overview", Encyclopedia of Archaeology, editor in chief De Borah M. Pearsall, Pages 1088-1093, Academic Press, New York.

[17]. Proebsting, Eric Louis (2009); Economy and Ecology on the age of America: the historical archaeology of three farming communities in the Arkansas landscape, PHD Disertation, University of Arkansas.

[18]. B Less, William (2008); "Historical Archaeology/as Discipline", Encyclopedia of Archaeology, editor in chief De Borah M. Pearsall, Pages 1438-1443, Academic Press, New York.

[19]. Giraudo, Rachel Faye (2011); Intangible Heritage and Tourism Development at the Tsodilo World Heritage Site, PHD dissertation in Anthropology, University of California, Berkeley

[20]. Baram, uzi.2008. "Tourism and Archaeology", Encyclopedia of Archaeology, ed. by Deborah M. Pearsall, Academic Press, New York.

[21]. Alrabady, Rama ibrahim (2006); Historic Preservation and Heritage Tourism in Texas: An Integrated Approach to Sustainable Heritage

Management, PhD dissertation, Texas A&M University.
[22]. Landorf, Chris (2009); A Framework for Sustainable Heritage Management: A Study of UK Industrial Heritage Sites, International Journal of Heritage Studies, Vol. 15, No. 6, pp. 494–510.
[23]. Hodder, Ian (1990); Archaeology and the Post-Modern, Anthropology Today, Vol. 6, No. 5, pp. 13-15.
[24]. Benavides, O Hugo (2008); “Development and Archaeology”, Encyclopedia of Archaeology, editor in chief De Borah M. Pearsall, Pages 1088-1093, Academic Press, New York.
[25]. Kaws, Mary L. (2012); archaeological Parks, Arkansas Archeological Survey, www.arkansasarcheology.org (Accessed 26 July. 2014).
[26]. Seaman, Michael J (1995); the heritage value consideration of Strategies for Enhancing the Overall Viability of Open Air Museum in Canada, Master of thesis, in Environmental design Studies, University of Nova Scotia.
[27]. Marie Barry, Kristin (2008); The New Archaeological Museum: Reuniting Place and Artifact, Master of Architecture thesis, College of Design, Art, Architecture and Planning, University of Cincinnati.

معرفی پارک-موزه‌های معدنی با اهدف آموزشی و گردشگری

قربان وهابزاده کبریا[1،*]

چکیده

معادن قدیمی با صدها یا ده‌ها سال قدمت می‌توانند به‌عنوان میراث صنعتی-معدنی و فرهنگی در نظر گرفته شوند. از آنجایی‌که همه معادن دارای جاده و خیابان، آب و برق و ساختمان‌های مسکونی بوده‌اند، با هزینه اندک بازسازی و با حفظ معماری می‌توانند به‌صورت پارک-موزه معدنی تغییر کاربری دهند. در این محیط جدید کارگران فنی شاغل در معدن دوباره به‌عنوان راهنمای تور به‌کار گرفته می‌شوند و شرایط اقتصادی جدید مانع مهاجرت بومیان ساکن می‌شود. روش تحقیق در این مطالعه توصیفی و تحلیلی بوده و به مطالعات مشابه در سطح جهان اشاره شده است. نتایج نشان می‌دهد که تاکنون تعداد زیادی از انواع معادن متروکه در جهان به پارک-موزه معدنی تبدیل گردیده‌اند. این‌ها ضمن تأمین نیاز گردشگری، به محل آموزش علوم طبیعی به‌ویژه مسائل زیست محیطی برای طبقات مختلف مردم شده است. از نمونه‌های خارجی می‌توان به موزه زغال‌سنگ تایوان، سونگ جیانگ چین ،استرلینگ هیل و اد در آمریکا، موزه معدن مس و قلع گیوور (کرنوال) بریتانیا ، موزه زغال‌سنگ تائبائک کره جنوبی، هوکایدوی ژاپن، گوئیدوی لهستان، پرنیک بلغارستان، موزه معدنی زغال‌سنگ اسلوونی وایتالیا را نام برد. در ایران نیز در سال ۱۳۹۰ موضوع تأسیس پارک-موزه‌های معدنی مطرح شده است. تاکنون معادن زغال‌سنگ کنیجکلا به‌عنوان قدیمی‌ترین معدن زغال ایران، معدن پتاس خور و بیابانک و معدن سرب و روی انگوران به موزه و یا پارک-موزه معدنی تبدیل شده و یا مطالعات امکان‌سنجی درباره آنها پایان یافته است. در این مقاله خصوصیات پارک-موزه‌های ایران معرفی و توصیف شده‌اند.

واژگان کلیدی: گردشگری معدنی، زغال‌سنگ کنیجکلا، پتاس خور و بیابانک، سرب و روی انگوران

* عهده‌دار مکاتبات، دانشیار، آدرس الکترونیکی gh.vahabzadeh@sanru.ac.ir

[1] دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.8.4

مقدمه

امروزه صنعت‌گردشگری به‌عنوان اقتصاد پنهان برای تمام کشورها حائز اهمیت می‌باشد. این اقتصاد به علت عدم نیاز به سرمایه‌گذاری سنگین، برعکس صنایع دیگر و ایجاد اشتغال‌زایی بالا نسبت به دیگر صنایع شدیداً مورد اقبال کشورها به‌ویژه کشورهای درحال‌توسعه می‌باشد. صنعت گردشگری، به‌عنوان دومین منبع درآمد بیش از ۴۹ کشور رو به توسعه به‌شمار می‌رود [۱]. از طرفی اخیراً زمین گردشگری را از اکوتوریسم جدا کرده و معتقدند که این شاخه اَشکال و موجودات بی‌جان که جذاب و دیدنی باشند، را شامل می‌گردد، درحالی‌که اکوتوریسم با بخش جاندار طبیعت یعنی با گیاهان و جانوران سروکار دارد [۲ و ۳]. به عبارت دیگر، ژئوتوریسم یا گردشگری جغرافیایی‌که جدیدترین نوع گردشگری بوده و شاخه‌ای از گردشگری مناطق طبیعی و شکلی از گردشگری پایدار به‌شمار می‌رود، روی ژئوسایت‌ها و چشم‌اندازهای ژئومورفولوژیکی تأکید دارد. این شکل گردشگری به‌واسطه برنامه‌ریزی مناسب و شناخت مزیت‌ها و محدودیت‌ها، می‌تواند نقش مهمی در توسعه ملی و تنوع بخشیدن به اقتصاد منطقه داشته باشد. ژئوتوریسم یا توریسم زمین‌شناسی یکی از شاخه‌های اصلی اکوتوریسم می‌باشد که به شناسایی و معرفی پدیده‌های زمین‌شناسی به گردشگران با حفظ هویت مکانی می‌پردازد. ژئوتوریسم زیر مجموعه‌ی توریسم پایدار بوده و هدف آن حفظ منابع گردشگری زمین‌شناسی است. به عبارت دیگر ژئوتوریسم یا زمین گردشگری یکی از گونه‌های تخصصی طبیعت‌گردی است که به معرفی پدیده‌های زمین‌شناسی شامل معادن در چارچوب مباحث توسعه می‌پردازد. گردشگری در بسیاری از کشورها نظیر آمریکا، چین، انگلستان، آلمان و استرالیا و ... بخش عظیمی از درآمد مملکت را تأمین می‌کند [۴]. سازمان یونسکو مهم‌ترین پتانسیل‌های زمین گردشگری را اینگونه معرفی می‌کند: غارها، دره‌ها، گسل‌ها، آبشارها، چشمه‌ها، ناودیس‌ها و تاقدیس‌ها، آتشفشان‌ها، موادآذرین بیرونی، استلاگتیت و استلاگمیت‌های درون غارها، کانیون‌ها و ... اشکال ساخته‌ی دست بشر در ارتباط با عوامل ژئومورفولوژی برای نمونه کتیبه‌های شکل‌گرفته روی دیواره‌های پرشیب جزء مهم‌ترین منابع زمین گردشگری به‌شمار می‌روند [۴].

از طرفی دیگر امروزه شاهد افزایش علاقه به رویدادهای زمین‌شناسی و توسعه ژئوتوریسم به‌عنوان ابزاری برای حفاظت از میراث زمین می‌باشیم. این شاخه از گردشگری به‌عنوان واژه نو و بدیع در تبلیغات گردشگری کشور ما به چشم می‌خورد. بدین شکل که هر جا بروید زمین است و هر نقطه از زمین دارای جاذبه‌های منحصر به‌فرد زمین‌شناسی خاص خود می‌باشد. در واقع مکان ژئومورفیک عبارت است از یک شکل ژئومورفولوژیکی که با توجه به درک و استنباط انسان دارای ارزش علمی، فرهنگی-تاریخی، زیباشناختی و یا اجتماعی-اقتصادی است [۵]. به نظر برخی زمین گردشگری به‌عنوان فعالیتی پویا و با ویژگی‌های بارز و منحصر به‌فرد، بخش مهمی از فعالیت‌های اقتصادی و تولیدی کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه را به خود اختصاص داده و درقرن حاضر با توجه به توسعه زیرساخت‌های اقتصادی، ارتباطی، بهداشتی و غیره، جزو سه صنعت برتر دنیا معرفی شده است [۶].

در ادبیات خارجی واژه ژئوتوریسم برای نخستین بار در مجله‌ی نشنال جئوگرافیک مطرح شد که در حال حاضر برای ژئوتوریسم تعاریف زیادی از دیدگاه‌های مختلف ارائه شده است [۷]. به‌دلیل گستردگی روز افزون، برخی از محققین زمین گردشگری را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند و رهیافتی نو مطرح نمودند. آنها مفاهیم ضد و نقیض را با توجه به نمونه‌های زیادی که در اروپا بررسی کردند [۸].

پارک‌ها و موزه‌های معدنی به‌عنوان زمین گردشگری، از اجزاء گردشگری فرهنگی بوده که نقش اساسی در محافظت، نگهداری، توسعه و انتقال تاریخی و ارزش‌های فرهنگی برای نسل‌های آینده دارد. با اینکه در برخی نقاط جهان از جمله در کشور ترکیه تعداد بازدیدکنندگان از موزه‌های فرهنگی و تاریخی در سال‌های اخیر کمتر شده ولی بازدیدکنندگان از موزه معدنی به‌خصوص در موزه‌های معدنی اروپا بیشتر شده است [۹].

سرمایه مادی و معنوی مربوط به معادن عمدتاً به‌دلیل اتمام ذخیره تعطیل می‌شوند و در نتیجه باعث تغییرات عظیم اقتصادی و اجتماعی می‌گردند، در حالی‌که آنها می‌توانند عاملی مهم در توسعه جوامع محسوب شده و نباید از حافظه تاریخی پاک شوند. در واقع این بقایای صنعتی و معدنی باید به‌عنوان میراث فرهنگی برای نسل‌های بعد حفظ شوند و باعث ایجاد توریسم میراث فرهنگی در این مناطق شوند [۱۰]. در برخی مناطق جهان

توریسم معدنی به حدی در توسعه منطقه و جوامع محلی نقش دارد که از آن به‌عنوان موتور محرکه اقتصادی نام برده می‌شود که به‌عنوان نمونه می‌توان به پارک–موزه معدن زغال‌سنگ در Campbell و Claiborne ایالت تنسی اشاره نمود [۱۱]. با اینکه توریسم میراث صنعتی یا توریسم صنعتی پدیده تازه‌ای نیست، ولی اهمیت روز افزونی به‌عنوان بخشی از موضوع فرهنگی با مقاصد گردشگری شده است. در حقیقت این نوع توریسم می‌تواند منبع سودآوری با عرضه میراث معدنی و صنعتی گذشته و حال‌حاضر باشد که با ارزش‌های بومی و محلی همراه بوده و با تجربه فراموش نشدنی و خاطره‌انگیز همراه است [۱۲و ۱۳]. حتی انباشتگاه باطله‌های معدنی هم امروزه به‌عنوان جاذبه گردشگری معدنی مورد توجه قرار گرفتند. به‌عنوان نمونه می‌توان از سد باطله معدن زغال‌سنگ سیلیزین در کشور لهستان را نام برد. بعضی محققین فضاهای زیرزمینی شامل غارها و معادن را از نظر گردشگری مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که غارها با استقبال بیشتری روبه‌رو هستند و علت آن را جوان بودن گردشگری معدنی دانسته و پیش‌بینی نمودند که در آینده بدلیل شناخت بیشتر مردم از معادن این نوع گردشگری به‌سرعت گسترش یابد [۱۴].

گردشگری معدنی

این نوع گردشگری عمر چندانی ندارد و در نیمه دوم قرن بیستم به‌وجود آمده است. ژئوتوریسم معادن یا گردشگری معدنی خود به بخش‌های متنوعی تقسیم می‌شود که شامل معادن شدادی و متروکه، درحال استخراج و فعالیت‌های اکتشافی، کارخانه‌های فرآوری و کانه آرایی و سایت‌های بازسازی متروکه و تعطیل شده است [۱۵]. از دید برنامه‌ریزی محیطی شناسایی پهنه‌های در بردارنده منابع مختلف کشور از جمله معادن متروکه و فعال برای مدیریت و برنامه‌ریزی تور گردشگری معادن و تعیین مناطق بالقوه اهمیت دارد. مشاهده معادن، روش‌های اکتشاف واستخراج، ماشین‌آلات و دستگاه‌های قدیمی و درحال کار امروزی و نیز انواع سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی یعنی گوهر و جواهرات برای اقشار مردم جذابیت خاصی دارد. همچنین درک مواهب خدادادی به‌صورت معادن و پتانسیل مناطق و روش‌های معدن‌کاری و تاریخچه معدن‌کاری هر منطقه در زمان حال و ازگذشته‌های دور به منظور رونق گردشگری طبیعت‌گرا و پرکردن اوقات فراغت و کمک به درک و حفظ محیط زیست و آموزش همگانی علوم زمین و معدن‌کاری، از رویکردهای جدید جهان است که خود می‌تواند نقش مهمی در کارآفرینی برای مهندسان معدن و افزایش درآمد جنبی معادن بخش خصوصی و حفظ طبیعت بی‌جان بعد از عملیات معدن‌کاری داشته باشد. ژئوتوریسم معادن و بازسازی زمین‌های استخراجی به‌منظور توسعه توریستم و کاربردهای ژئوتوریستی آنها مواردی است که از نظر کارشناسان و مدیران ملی و محلی به دور مانده و نیازمند توجه ویژه به آنها درکارآفرینی و توسعه پایدار و استفاده از پتانسیل‌های خاص هر منطقه در کنار میراث تاریخی و فرهنگی است [۱۶]. از طرفی سایت‌های معدنی کهن به‌عنوان میراث صنعتی ثبت جهانی می‌شوند تا منطقه را درجذب گردشگر یاری رسانند [۱۷]. در ژئوتوریسم معادن، بسته به شرایط معدن این امکان وجود دارد که در طول زمان بهره‌برداری و قبل از اتمام ذخایر نیز شرایط برای ایجاد محیط گردشگری و علمی فراهم شود که معادن سنگ ساختمانی، مس، سرب و روی از آن جمله هستند [۱۸]. به‌طور کلی گردشگری معدنی می‌تواند یک مزیت رقابتی برای کشور بوجود آورد تا علاوه‌بر رشد صنعت گردشگری و در نتیجه توسعه اقتصادی کشور به شناخت تمدن کهن ایران و نشان دادن تاریخ غنی و پربار ایرانی به گردشگران کمک کند و در نهایت سبب حفاظت این سایت‌ها شود [۱۹].

نمونه‌های خارجی پارک–موزه معدنی

موزه زغال‌سنگ ایتالیا

معدن سرباریو [۱] ایتالیا از سال ۱۹۳۷ تا ۱۹۶۴ فعال بوده است. این معدن برای موزه و مقاصد آموزشی مورد بازسازی و نوسازی قرار گرفت و به موزه معدنی زغال [۲] ایتالیا تبدیل گردید. موزه شامل چراغ خانه، گالری زیرزمینی و اتاق وینچ است. در این پارک–موزه، نمایشگاهی دائمی درمورد زغال، معدن و شهر کاربونیا [۳] برپا می‌باشد. در اتاق بزرگ آن مجموعه‌ای ارزشمند از

1 - Serbariu
2 - Coal Mining Museum
3 Carbonia

لامپ‌های معدنی، ابزارهای کار، اشیای روزمره، عکس‌ها، مستندات، فیلم‌ها و ویدئوی مصاحبه با معدنچیان برپاست [۲۰].

موزه معدنی اسلوونی

موزه معدنی زغال اسلوونی به تاریخ اجتماعی و تحولات تکنولوژیکی معدن‌کاری زغال در دره سلسکا[1]، منطقه غنی از زغال در اطراف شهر ولنجی[2]، اختصاص یافته است. بخش مهمی از آن در تونل‌های زیرزمینی قدیمی معدن اسکیل[3] قرار دارد. در این موزه، معدن‌کاری زغال‌سنگ از طریق تجربه زنده ورود به معدن از طریق چاه قدیمی به عمق ۱۶۰m و نیز از طریق نمایش تجهیزات معدنی و تصویر کردن زندگی معدنچیان، روش و رسوم آنها نشان داده می‌شود [۲۱].

موزه معدنی پرنیک[4] بلغارستان

این موزه از سال ۱۸۹۱ معدن زغال‌سنگ بوده است. تور موجود در این موزه گردشگران را به ۵۰ متر زیرزمین می‌برد. طول موزه ۶۰۰ متر درون تونل استخراجی تأسیس شده که همراه با نمایشگاه، ماشین‌های حفاری و اشیای تاریخی است. موزه معدنی زیرزمینی پرنیک یکی از مهمترین جذابیت‌های شهر پرنیک است. این معدن تا سال ۱۹۶۶ فعال بود و از سال ۱۹۸۶ به موزه تبدیل شده است. در نمایشگاه این موزه تاریخ معدن‌کاری زغال از ابتدا تاکنون نشان داده شده است. بخش اعظم اشیای به نمایش درآمده اصلی و طبیعی هستند. در سال ۱۹۸۹ این موزه معدنی به‌عنوان بنای فرهنگی اعلام شد [۲۲].

موزه معدنی زغال‌سنگ گوئیدوی[5] لهستان

این پارک-موزه معدنی در قلب منطقه سیلزیا واقع شده است. دو افق معدن دراعماق ۱۷۰ متری و۳۲۰ متری زیرزمین واقع شده‌اند. گردشگران با بالابر مطمئن قدیمی زغال‌سنگ به این افق‌ها برده می‌شوند. در افق ۱۷۰، کلیسای سنت باربارا[6] وجود دارد که باتوجه به کیفیت معماری خود توجه بازدیدکنندگان را به خود جلب می‌کند. بزرگترین جذابیت افق ۳۲۰ ماشین‌های معدن‌کاری عظیمی است که در حال عملیات در ریل الکتریکی نشان داده شده است. تور معدن گوئیدو در عمیقترین قهوه خانه اروپا در این افق پایان می‌یابد. در این سالن می‌توان قهوه نوشید، سوغاتی خرید و گردشگران با چای «گوئیدو» و سایر نوشیدنی‌های مختص موزه پذیرایی می‌شوند. سپس بازدیدکنندگان درحمام‌معدنی دوش می‌گیرند [۲۳].

پارک-موزه ملی زغال‌سنگ انگلستان

موزه معدن زغال‌سنگ انگلستان مکان ۴۱ هکتاری با مجموعه‌های منحصربه‌فرد از ساختمان‌ها، نمایش‌ها و گالری‌ها است که صنعت معدن و معدن‌کاری را نشان می‌دهد. این موزه در سال ۱۹۸۸ به‌عنوان موزه معدنی یورکشایر افتتاح شد و در سال ۱۹۹۵ موقعیت موزه ملی به آن اعطا گردید. این موزه جزو میراث‌های صنعتی اروپا به شمار می‌رود. ویژگی این موزه معدنی به‌شرح زیر است [۲۴].

۱- سایت پیک نیک، فروشگاه و نمایش اسب‌های معدنی، فعالیت‌های قایقرانی

۲- ارائه تجربه‌ای منحصربه‌فرد با رفتن به عمق ۱۴۰ متری زیرزمین

۳- برگزاری نمایشگاه شامل لامپ‌های معدنی، زبان معدنکاران، اعتصاب‌های معدنی، قهرمانان معادن زغال

موزه معدن قلع گیوور[7]-کرنوال بریتانیا

معدن قلع گیوورمعدن قلع در منتهی الیه غرب کرنوال[8] بریتانیا، قرار دارد و بین سال‌های ۱۹۱۱ و۱۹۹۰ فعال بوده ولی سابقه استخراج معدنی در این منطقه ۳۰۰ سال است. هم اکنون به صورت موزه و مرکز میراث و تاریخ زنده معدن قلع است. از سال ۲۰۰۶ این معدن بخشی از سایت میراث جهانی یونسکو و چشم انداز معدن‌کاری وست دوون[9] است. این موزه و مرکز میراث فرهنگی ۲۷۰ هزار مترمربع مساحت دارد و بزرگترین سایت معدن‌کاری حفاظت شده قلع در بریتانیای کبیر است [۲۵].

موزه معدنی زغال هوکایدوی ژاپن

این موزه در بالای تپه‌ای کم ارتفاع واقع است و در آن نمایشگاه جالب شامل بزرگترین کلوخه زغال ژاپن (حدود ۶ تن) و محیط کاری بازسازی شده با تونل معدن و ماشین‌آلات استخراجی

1 Šaleška
2 Velenje
3 Škale
4 Pernik
5 Guido
6 St. Barbara
7 Geevor Tin Mine
8 Cornwall
9 West Devon Mining Landscape

وجود دارد که نمایی واقعاً جذاب و گیرا از شهر معدنی است. این محل کمتر شناخته شده برای درک کامل تاریخ منطقه کاشیرو[1] اهمیت اساسی‌دارد. در اینجا می‌توان وضعیت معدن زغال‌سنگ دریایی بزرگ مقیاس نظیر تونل شبیه‌سازی شده، لوکوموتیو معدنی، حفار تونل[2] و نظایر آنها را مشاهده نمود [۲۶].

موزه معدنی زغال‌سنگ اد[3] در پنسیلوانیا

اولین فعالیت معدن‌کاری در این معدن به سال ۱۸۵۰ برمی‌گردد و گردشگری از سال ۱۹۷۰ در این معدن شروع شده است. سالانه هزاران نفر از محل‌های زیرزمینی و روباز این معدن بازدید می‌کنند. قبل از انجام تور زیرزمینی، راهنما توضیحاتی در خصوص چگونگی بهره‌برداری از معادن زغال‌سنگ و لوازم و تجهیزات مورد استفاده برای استخراج زغال‌سنگ، به افراد ارائه می‌دهد. موزه و فروشگاه هدایا نیز در داخل معدن وجود دارد. در فروشگاه سوغاتی و هدایایی مناسب هر سن، کلاه ایمنی معدن، آب نبات، نوشیدنی و انواع غذاهای فوری عرضه می‌شود. ورودیه معدن برای بزرگترها ۸ دلار و برای بچه‌ها تا ۱۲ سال ۶/۵ دلار می‌باشد [۲۷].

موزه زغال‌سنگ تائبائک کره جنوبی[4]

موزه زغال‌سنگ تائبائک محلی است که در آن می‌توان از طریق نمایشگاه‌های سازمان‌یافته در مورد تاریخچه صنعت زغال‌سنگ کشورکره اطلاعات خوبی کسب نمود. نمایشگاه‌ها به‌دلیل زیر موردتوجه بازدیدکنندگان قرار می‌گیرد [۲۸].

- تکنیک‌های حفاری و جمع‌آوری زغال با استفاده از ویدئو نشان داده می‌شود.
- اندازه موزه ۲/۴ هکتارشامل سه فضای زیرزمینی و یک فضای روزمینی به همراه سنگ‌ها، محصولات معدن، فسیل‌ها، تجهیزات، سوابق تاریخی و غیره.

موزه معدن مس بریتانیا

با بازدید از موزه معدن بریتانیا[5] گردشگران از لحاظ زمان به‌عقب برمی‌گردند و کار معدنچی تجربه می‌شود. معدن مس تاریخی بریتانیا در بریتیش کلمبیا بین ونکوور و ویستلر[6] واقع است. این موزه نگاه عمیقی به معدن‌کاری در سال‌های متمادی را به بازدیدکنندگان می‌دهد. نمایشگاه‌های آموزشی مختلف، فیلم‌ها و فعالیت‌های آزاد در این موزه پیشرفته تجربه می‌شود. سپس بازدید کنندگان مانند معدنکاران بر قطار معدن سوار شده و وارد تونل واقعی معدن می‌شوند. راهنمایان تور قبل از بسته شدن این معدن در دهه ۱۹۷۰ در آن کار می‌کردند! [۲۹].

موزه معدنی اورفان گرل[7] مونتانا

این معدن مس، روی، طلا و نقره از سال ۱۸۷۵ تا ۱۹۵۶ فعال بود. شعار موزه معدنی این است: «معدن اورفان گرل باید میراث تاریخی قدیمی معدن‌کاری و فرهنگ مرتبط بوته[8] مونتانا[9] و منطقه اطراف را حفظ کند و میراث معدن‌کاری قابل توجه آن را از طریق آموزش دادن مردم با دیدگاهی معطوف به منفعت کل خانواده ترویج کند». این موزه که در اطراف معدن در زمینی به مساحت حدود ۱۸ هکتار واقع است، فرصت‌های آموزشی متعددی را به بازدیدکنندگانی برای کلیه سنین فراهم می‌کند. سه قطار وجود دارد که می‌تواند بازدید کننده را به سفر بیست دقیقه‌ای در اطراف محدوده موزه معدنی ببرد [۳۰].

موزه معدنی استرلینگ هیل[10]

هدف از این موزه حفاظت از تاریخ معدنی منطقه استرلینگ هیل-فرانکلین است. تورهای واقعی در معدن زیرزمینی، ترویج دانش علوم زمین، کارهای قدیمی معدنی، حفاظت تاریخی و پیشبرد آموزش علوم زمین در این پارک-موزه صورت می‌گیرد. این موزه معدنی یک بنیاد غیرانتفاعی بوده که به حفاظت، تفسیر، درک و گسترش مطالعات معدن‌کاری، فناوری معدن، و زمین‌شناسی ایالت نیوجرسی از طریق برنامه‌های تحقیقاتی و آموزشی می‌پردازد [۳۱].

معدن طلای«ملای کاتلین»[11] در کلرادوی آمریکا

در طی بازدید از معدن، راهنما در مورد فعالیت‌های معدن توضیحات لازم را ارائه می‌دهد. تراموایی در داخل معدن برای انتقال معدنکاران و مواد معدنی وجود دارد که بازدیدکنندگان

---

1 Kushiro
2 tunnel excavator
3 Ed
4 Taebaeksan nationalpark
5 Britannia Mine Museum
6 Whistler
7 Orphan Girl
8 Butte
9 Montana
10 Sterlinghill
11 Mollie Kathleen

سوار بر این تراموااها از بخش‌های مختلف معدن بازدید می‌کنند. در مسیر بازدید، مهمانان از پلکان‌های مارپیچ و تونل‌های قائم که حاوی رگه‌های طلا هستند، عبور می‌کنند. تجهیزات شامل مته‌های حفاری تونل، نقاله معدنی، دوغاب ریزها، مته‌های حفاری پله‌های استخراج، جک‌های بالابر و سایر دستگاه‌های معدن‌کاری می‌باشد. در داخل معدن نمایشگاهی از کانی‌ها و سنگ‌ها وجود دارد [۱۶].

معدن سونگ جیانگ[1] چین

در این معدن مجموعه بزرگ تفریحی ورزشی با نام سونگ جیانگ شیمائو برای جذب گردشگران احداث گردید. بخش بزرگی از آن به یک هتل پنج ستاره اختصاص یافته است. چینی‌ها همواره به دنبال ساخت هتل‌های متفاوت هستند که آخرین آنها این هتل لوکس زیرزمینی در معدن متروکه است. این هتل پنج ستاره از امکانات رفاهی متنوعی از جمله یک دریاچه اختصاصی برای قایقرانی بهره می‌برد [۱۷].

موزه زغال‌سنگ تایوان

موزه معدن زغال تایوان موزه ای در مورد معدن‌کاری زغالسنگ در، شهر تایپه جدید[2] تایوان است. این معدن در سال ۱۹۶۵ افتتاح شد. اولین استخراج زغال از آن در سال ۱۹۶۷ انجام شد و موزه را در سال ۲۰۰۱ ایجاد گردید و زمین انبار معدن به ورودی موزه تبدیل شد. نمایشگاه‌ها شامل ۱– لوکوموتیو معدن، ۲– ماشین‌آلات بزرگ معدنی، ۳– سالن نمایشگاهی برای وسایل کوچک، ۴–پیت معدنی شبیه‌سازی شده است [۳۲].

نمونه‌های داخلی پارک–موزه معدنی

مجتمع پتاس، خور و بیابانک

در گردشگری معدنی مجتمع پتاس سعی بر آن است که نمونه کاملی از معماری همساز با اقلیم کویری و با حداقل مصرف انرژی ارائه گردد. جزئیات به‌شرح زیر است [۳۳]:

– **سایت تفریح در کویر (سایت بوستان پتاس)**. این بوستان که ۱/۵ هکتار مساحت دارد و بر فراز تپه‌ای خاکی و دست‌ساز در دل کویر بنا شده است.

– **سایت هنر در کویر (مزرعه تشتاب)**. این مجموعه ۱/۵هکتار مساحت دارد.

– **سایت ورزش در کویر (مزرعه بهشتی)**. این مجموعه ۲۳ هکتار مساحت داشته و با عنوان (ورزش در کویر) نامگذاری شده است.

– **سایت طبیعت در کویر (مزرعه کمال آباد)**. این مزرعه ۲ کیلومترمربع مساحت داشته و شامل ۲۵ منزل مسکونی سنتی است. این ناحیه عملکردهایی مانند پارک حیات وحش، محدوده شترسواری، پارک آبی، سوییت اقامتی و واحدهای مسکونی – بازسازی شده درنظرگرفته شده است.

–**سایت آبشار در کویر (دهکده نمکی)**. بطور کلی جزئیات فضای سایت دهکده نمکی شامل آبشار و دریاچه، هتل و سوییت‌های اقامتی، رصدخانه و کافی شاپ، نمایشگاه صنایع دستی، زمین‌های ورزشی و قایق سواری، استخر و حمام نمک، مدیریت پارکینگ و معابر، نمازخانه و سرویس بهداشتی است.

پارک –موزه معدنی کنیج کلا

در سال ۱۳۹۷ تونلهای زغال‌سنگ اطراف روستای کنیج کلا در نزدیکی شهر زیراب مازندران از طرف شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران و شرکت زغال‌سنگ البرز مرکزی به‌عنوان اولین پارک–موزه معدنی ایران مطرح و مطالعات مربوط به آن زیر نام «امکان‌سنجی طرح جامع ژئوتوریسم معادن کنیجکلا» با هدف بکارگیری دوتونل و محوطه بیرونی آنها و حفظ بقایای دستگاه‌ها و ماشین آلات معدنی و آثار معنوی معدنچیان زغال‌سنگ انجام شده است [۳۴].

تونل‌های معدن زغال‌سنگ روستای کنیج کلاه (زیراب)

تاریخچه زغال‌سنگ معدن کنیجکلا با تأسیس کارخانه ذوب آهن در ایران در اوایل سلطنت پهلوی در سال ۱۳۱۵مرتبط است. از بین این تونل‌ها، دو تونل فروردین و شاه تونل و محوطه بین آنها که در حال تبدیل به پارک معدنی هستند، دارای ویژگی ذیل می‌باشند [۳۴].

- شاه تونل در ارتفاع ۶۰۶ متری در نزدیکی محل بارگیری (منجنیق) قرار داشته و شامل دو بخش می‌باشد. قسمت اول

---

[1] Songjiang
[2] New Taipei City

بطول ۴۰ متر، عرض متوسط ۳/۳ متر و ارتفاع متوسط ۳ متر است. قسمت دوم یا تونل سمت چپ با عرض کف ۲/۵ متر، ارتفاع ۱/۸ متر و طول ۷۰۰ متر در جهت شرق امتداد ادامه داشته و این تونل دارای کانال تهویه بوده است [۳۵].

- تونل فروردین در ارتفاع ۶۰۳ در سال ۱۳۳۸ حفر گردید و یک کیلومتر طول دارد [۳۵].

فضاهای زیرزمینی شاه تونل

شاه تونل در غرب رودخانه معدن (ذبح دره) قرار گرفته و جهت بازسازی و تعمیرات آن با توجه به سطح مقطع موجود و تعداد گردشگران در آینده، تعریض می‌شود. همچنین برای ایجاد فضای لازم برای فروشگاه سنگ، کانی و فسیل، فست فود، کافی شاپ و.... در بخش انتهایی تونل سطح مقطع بزرگ ایجاد می‌شود. جهت تهویه مناسب و امکان تردد گردشگران با ورودی و خروجی مجزا، تونل ارتباطی بین شاه تونل و تونل فروردین بطول ۲۳۵ متر باید احداث گردد. جهت تهویه شاه تونل از یک دستگاه فن استفاده می‌گردد.

محوطه بیرونی پارک-موزه معدنی

کل مساحت محوطه بیرونی پارک-موزه معدنی ۳/۲ هکتار می‌باشد که از دید ژئوتوریســـم و موزه معدنی به ۴ بلوک قابل تقسیم بوده که به‌شرح زیر است.

اجزای بلوک شماره ۱ شامل سر در، کیوسک نگهبانی، پارکینگ و ساختمان اداری، نمایندگی سازمان میراث فرهنگی و نیروی انتظامی، پیکتو گرام، نصب پرچم تبلیغاتی و استند در محوطه، و پله‌های پیاده‌روی در مسیر شوت زغالی می‌باشد.

قابلیت بلوک شماره ۲ شامل رستوران غذا محلی و کافی شاپ و فست فود، نمازخانه، نیمکت‌های سنگی، تندیس مدیران و کارگران معدن، استند در ورودی تونل و دو پل چوبی بر روی رودخانه، فضای داخل تونل که شامل نمایشگاه و فروشگاه سنگ و چایخانه سنتی، حاشیه‌سازی رودخانه با سنگ چین و نصب پلاک بر روی سنگ‌ها و درختان.

بلوک شماره ۳ شامل نمایشگاه و کتابخانه تخصصی با جزئیاتی از قبیل دو فضای نیمه باز سر پوشیده برای نمایش تأسیسات قدیمی معدن با متریال چوب و سنگ و منطبق با معماری بومی منطقه، ساختمان نمایشگاهی موزه، کتابخانه و مرکز اسناد، سالن سمعی و بصری، مدیریت، اتاق IT، آزمایشگاه، آبدارخانه و سرویس بهداشتی، احداث چراغخانه قدیمی و ساخت حمام سنتی. بلوک شماره ۴ شامل هتل، سوییت‌های اسکان و بازار است. سه بخش زیر برای بلوک ۴ پیشنهاد در نظر گرفته شده است.

بخش اول شامل ساخت واحدهای اقامتی گردشگران با سازه سنگی و چوبی و ساختمان جانبی. بخش دوم شامل احداث ساختمان دو طبقه در فضای میانی مجموعه برای رستوران، سالن اجتماعات است و بخش سوم فضای بازار که کاربری رفاهی و تجاری دارد.

اهداف پارک-موزه معدنی کنیجکلا

۱- تبدیل تونل‌های متروکه به سایت گردشگری با هدف اشتغال‌زایی در منطقه

۲- افزایش آگاهی عمومی نسبت به علوم زمین و معدن‌کاری

۳- حفظ و ارتقای شاخصه‌های جغرافیای، زیست محیطی و تاریخی و فرهنگی منطقه

موزه معدنی و زمین‌شناسی طبس (موزه میراث زمین و ژئوپارک طبس)

این موزه درسال ۱۳۹۵ همزمان با یازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران افتتاح گردیده و در طبقه زیرین عمارت باغ گلشن و در فضایی حدود ۲۰۰ متر مربع به بهره‌برداری رسیده است . بیش از ۶۰۰ نمونه از انواع کانی‌ها، فسیل‌ها، سنگ‌ها و مواد معدنی شهرستان طبس و سایر نقاط ایران و جهان در آن به نمایش گذاشته شده است. اقدامات انجام شده این موزه به‌شرح زیر است [۳۶].

- شناسایی و مطالعه ژئوسایت‌ها، فرهنگی، طبیعی و تاریخی منطقه
- برگزاری دوره‌های آموزشی مفاهیم علوم زمین، ژئوتوریسم و ژئوپارک در مدارس

گردشگری معدنی مجتمع سرب و روی انگوران

این مجتمع در جنوب غرب شهر زنجان قرار دارد و معدن بزرگترین ذخیره معدن روی خاورمیانه است. قدمت این معدن ۱۰۰ سال است و می‌تواند قسمتی از تاریخ و میراث معدن‌کاری ایران باشد. معدن روباز دارای گسترش و تنوع وسیعی برای ژئوتوریسم و گردشگری معدنی است. زیرا بسیاری از پدیده‌های

معدنی و زمین‌شناسی در سرزمین قابل‌مشاهده است. دوتونل هرکدام به‌طول ۱۲۰۰ متر و در مجموع ۳۵۰۰ متر فضای زیرزمینی شامل تونل‌ها و انشعابات دسترسی به ماده معدنی وجود دارد که جاذبه خاصی برای گردشگران ایجاد می‌کند. معدن سنگ تراورتن نیز در مجموعه معدنی وجود دارد که به‌صورت پلکانی بهره‌برداری می‌گردد. وسعت این معدن درحال حاضر ۶۰ هکتار و ۱۲۰ متر عمق دارد [۳۷].

موزه سنگ بیستون

این موزه در قسمت شرقی پارک طاق بستان کرمانشاه قرار دارد. با توجه به قرارگیری موزه در ابتدای پارک، دید و منظر خوبی را نسبت به فضای شهر و به‌ویژه بافت مسکونی اطراف ایجاد می‌کند. فضای موزه در حدود ۱/۵ هکتار است. جزئیات فضای این موزه به‌شرح زیر است [۳۸].

– فضای ورودی شامل سالن اصلی، نگهبانی، نمایشگاه و سرویس بهداشتی

– فضای اداری شامل مدیریت، اتاق کنفرانس، آبدارخانه

– فضای نمایشگاهی شامل، گالری عکس سنگ‌ها و کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی

– فضای فرهنگی شامل مخزن، سالن مطالعات، آرشیو و تئاتر

موزه سنگ‌های تزئینی کرمان

در منتهی الیه شرقی شهر کرمان و در نزدیکی جنگل دشت کاشت قائم، گنبد بزرگ و زیبایی از سنگ و گچ قرار دارد که از جهات مختلف توجه مردم کرمان و گردشگران را به خود جلب کرده است. این گنبد ۸ ضلعی تماماً از سنگ بوده و عرض پی آن در پایه به ۳ متر می‌رسد. در ۸ طرف آن ۸ در به عرض ۲ متر قرار گرفته است. برای مستحکم ساختن بنا و جلوگیری از تخریب آن درگاه‌ها را با سنگ مسدود کرده‌اند [۳۹].

نتیجه‌گیری

امروزه مدیریت معادن متروکه در طبیعت از نظر تأثیر منفی در مسائل زیست محیطی، کاهش کیفیت چشم‌انداز و مشکلات اقتصادی و اجتماعی ناشی از بیکاری کارکنان فنی معادن و ساکنان بومی به معضلی برای مدیران کشوری و محلی تبدیل شده است. برای رفع همه این مشکلات، تشکیلات جهانی تحت عنوان موزه‌ها و یا پارک‌های معدنی زیر نظر سازمان علمی فرهنگی یونسکو ایجاد شده و به امر ساماندهی و تغییر کاربری این معادن و سایر پتانسیل های ژئوتوریسم در قالب ژئو پارک می‌پردازد. از نمونه‌های خارج از کشور می‌توان به پارک–موزه زغال‌سنگ تایوان، سونگ جیانگ چین، استرلینگ هیل، اورفان گرل، اد در آمریکا، موزه معدن مس، قلع گیوور (کرنوال) و پارک–موزه ملی زغال‌سنگ بریتانیا، موزه زغال‌سنگ تائبائک کره جنوبی، هوکایدوی ژاپن، گوئیدوی لهستان، پرنیک بلغارستان، موزه معدنی زغال‌سنگ اسلوونی و ایتالیا را نام برد. از نمونه‌های داخل کشور می‌توان به اولین ژئوپارک خاورمیانه یعنی ژئوپارک «قشم» اشاره نمود. در همین راستا سه معدن شامل معدن قدیمی زغال‌سنگ کنیجکلا در زیراب مازندران، معدن سرب وروی انگوران در استان زنجان و معدن پتاس خور و بیابانک ایران یا به موزه معدنی تبدیل شده و یا مطالعات امکان‌سنجی آنها انجام و درحال تبدیل به موزه هستند. از بین سه معدن فوق معدن زغال کنیجکلا در حال آماده‌سازی و دو معدن دیگر به‌صورت پارک–موزه معدنی در آمده‌اند و مورد استفاده گردشگران قرار می‌گیرند. محیط پارک–موزه معدنی هدف جدید گردشگری بوده و نیاز متنوع برخی گروه‌های اجتماعی را به گردشگری تأمین می‌کند. این امکانات جدید اقتصادی نه‌تنها کارشناسان متخصص شاغل در معادن را دوباره به‌عنوان راهنمای گردشگران در معادن زیرزمینی و روباز به‌کار می‌گیرد، بلکه با ایجاد فرصت‌های جدید اقتصادی مانع مهاجرت ساکنین بومی می‌شوند. امتیاز دیگر پارک–موزه‌های معدنی آموزش گردشگران به شناخت بیشتر طبیعت و حفظ میراث صنعتی و معدنی است که حاصل صدها یا دهها سال تلاش نیاکان ما است. ضمناً این مقاله و یا بخشی از آن در جایی دیگر چاپ نشده است.

منابع و مؤاخذ

[۱]. محمدی ده چشمه، م.، زنگی آبادی، ع.(۱۳۸۷). امکان سنجی توانمندی‌های اکوتوریسم استان چهارمحال و بختیاری به روش SOWT. محیط شناسی، دوره چهارم، شماره ۴۷، صص ۱۰–۱.

[۲]. امری کاظمی، ع. (۱۳۸۵). نگاهی به مفاهیم کلی ژئوپارک، میراث زمین‌شناسی و ژئوتورریسم و بررسی جایگاه ایران دراین زمینه، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی.

[۳]. نکویی صدری، ب. (۱۳۹۳). مبانی زمین گردشگری با تاکید بر ایران. انتشارات صمت، صص ۲۱۱–۱.

[۴]. رحیم‌پور، ع. (۱۳۸۵). ژئوتورریسم، دو ماهنامه بین‌المللی میراث فرهنگی، گردشگری و هتل‌داری، شماره ۳۳.

[۵]. علیزاده، م.، رحیمی، م.، فراگردی، ز.، افراسیابی، ف. (۱۳۹۸). ارزیابی ژئوسایت‌های شهرستان خلخال در راستای توسعه پایدار گردشگری. فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا(برنامه ریزی منطقه‌ایی) سال دهم شماره۱. صص ۴۳۳-۴۲۱.

[۶]. جهانگیر، م. ح.، محمدی، ع. (۱۳۹۶). ارزیابی توان توسعه گردشگری غار کرفتو استان کردستان با استفاده از مدل استراتژیک SWOT و مدل تحلیلی FASSOULAS. فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه‌ایی) سال هفتم شماره ۴، صص۱۶۸-۱۵۲.

[7]. Tourtellot, J. (2004). About Geotourism, National Geographic Society

[8]. Hose, T. H., Vasiljevic, D. A. (2012). Defining the nature and purpose of modern geotourism with particurar reference to the United kingdam and south-east Urope. Geoheritage, No. 4. PP. 43-25.

[9]. Albuz, N. (2017). Comparison of the only mining museum in Turkey with the examples from Europe. Multidiciplinary academic conference, proceeding of Mac2017, czehc technical university, Praque. PP. 17-1.

[10]. Jelen, J. (2018). Mining heritage and mining tourism., Czech journal of tourism, No. 7. PP. 105-93

[11]. Murray.M.N and Sims.C (2015)Coal mining and tourism ., engines of economic development for Campbell and Claiborne county. Center for public policy. The university of Tennessee

[12]. Gower, L. (2013). coal mining waste dumps as geotourist objecs exemplified on Ruhr distric and upper Silesian coal basin-comparison and valorization CUPRUM analysis.Vol. 3, No. 68. PP. 51-45.

[13]. Waterton E., Watson, S. (2015). The palgrave handbook of contemporary heritage research (chapter13 Vargas-sanchez. A). Macmillan, London, PP. 1-17.

[14]. Garofano, M., Govoni, D. (2012). Underground geotourism: an historic and economic overview of show caves and show mines in Italy. Geoheritage, Vol. 4, PP. 79–92.

[۱۵]. حسین زاده آهنگر، ر. (۱۳۹۹) بررسی توان زمین گردشگری منطقه‌ی بلیران آمل با استفاده از مدل‌های کوچین و پرالونگ .رساله کارشناسی‌ارشد آبخیزداری. دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی ساری.

[۱۶]. زینال زاده، آ.، میلانی، ا.، دانشورنیا، س. (۱۳۹۱). گردشگری معدنی، وزارت صمت، دفتر امور اکتشاف.

[۱۷]. بطحایی س، م. (۱۳۹۷). میراث معدن‌کاری و گردشگری معدنی، موسسه میراث زمین شناختی خاورمیانه.

[۱۸]. سید مجرد ثمرین، س. م.، سید مجرد ثمرین، س. م. (۱۳۹۸). ژئوتوریسم معادن، روشی نوین برای رونق گردشگری در استان اردبیل. اولین کنفرانس بین المللی گردشگری (مطالعه فرصت‌ها و چالش‌های توسعه گردشگری با محوریت استان اردبیل).

[۱۹]. قاسمی، م.، صالحی، ام. ح.، شالیکار، س. (۱۳۹۳). نقش معادن کهن ایران در گردشگری. اولین همایش ملی گردشگری و درآمد.

[20]. https://kerman-blog.irhttps://www.museodelcarbone.it /il-museo/la-visita

[21]. https://www.culture.si/en/Coal_Mining_Museum_of_Slovenia

[22]. http://museumpernick.com

[23]. https:// www. Kopalniaguido.pl–https:// wiki/National-CoalMining Museum for England

[24]. https://www.hideaways.co.uk

[25]. http://map.uu-hokkaido.jp/e/kushiro-coal-mine-museum

[26]. https://tour-edmine.com

[27]. English.visitkorea.or.kr/enu/ATR/SL EN 3111.jspcid=791768 //http

[28]. https://www.viator.com/tours/BritishColumbia/ Mine-Museum General Admission /d261-5610GEN

[29]. https://ghost.hauntedhouses.com/montana_butte orphan girl

[30]. https://www.sterlinghillminingmuseum.org

[31]. https://en.wikipedia.org/wiki/Taiwan_Coal_Mine_Museum

[۳۲]. مجتمع پتاس خور و بیا بانک (۱۳۹۶). طرح گردشگری معدنی.

[۳۳]. وهاب زاده کبریا، ق.، پاکزاد، ن. (۱۳۹۷). طرح مطالعات امکان سنجی طرح جامع ژئوتوریسم معادن کنیج کلا. شرکت زغال‌سنگ البرز مرکزی ودانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

[۳۴]. شرکت زغال‌سنگ البرز مرکزی (۱۳۹۷) لیست تونل‌های متروکه جهت پروژه گردشگری.

[۳۵]. شیبانی وصال، ی. (۱۳۹۷). اطلاعات ژئوپارک وموزه میراث زمین طبس.

[۳۶]. پتانسیل گردشگری مجتمع معدنی سرب و روی انگوران (۱۳۹۹). انتشارات روابط عمومی مجتمع.

[۳۷]. طرح مطالعه موزه سنگ بیستون کرمانشاه (۱۳۹۶). بی نام.

[38]. https://kerman-blog.ir

زالوی طبی: داروخانه زنده

معصومه ملک[۱،*]، علی اکبر موسوی موحدی[۲]

چکیده

در مقاله پیش‌رو، ضمن اشاره به انواع زالوی طبی و اهمیت آنها، به تاریخچه زالودرمانی که با فراز و نشیب‌ها در جهان مواجه بوده، پرداخته می‌شود. استفاده از زالوی طبی در قرن نوزدهم به اوج خود رسید که سبب انقراض جمعیت زالوی طبی در بسیاری از کشورهای غربی، رکود زالودرمانی مشاهده شد. با جداسازی هیرودین از غدد بزاقی، زالوی طبی و خواص بزاق آن در درمان بیماری‌های قلبی-عروقی، پیوند اعضا و جراحی پلاستیک مجددا به‌صورت علمی مورد استقبال قرار گرفت. در کشور ما نیز زالوی طبی توسط پزشکان به‌نامی نظیر ابن سینا، رازی، جرجانی، عقیلی علوی شیرازی در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. زالوی طبی در سازمان غذا و داروی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران به‌عنوان فرآورده سنتی مصوب شده و شیوه عمل استفاده از آن در سال ۱۳۹۸ در کمیته ملی زالوی طبی مستقر در این سازمان تصویب شده است. از فعالیت‌های انجام شده در دانشگاه تهران در رابطه با زالوی طبی می‌توان برگزاری دو همایش بین‌المللی و اولین استارت آپ ویکند زالوی طبی و صنایع وابسته، برگزاری ۱۵ کارگاه آموزشی ملی و بین‌المللی تکثیر و پرورش زالوی طبی، اولین کارگاه آموزش مسئولین فنی، ایجاد منطقه حفاظت‌شده زالوی طبی، پیگیری ایجاد کمیته ملی و تأسیس اولین مرکز مکانیزه تکثیر و پرورش زالوی طبی را برشمرد. درحال حاضر با مشکلات متعددی از جمله ورود زالوی قاچاق از سایر کشورها، برداشت بی‌رویه از طبیعت که موجب انقراض زالوی طبی خواهد شد و همچنین ورود زالوهای آلوده به مراکز درمانی می‌شود، تغذیه زالوهای پرورشی با خون آلوده، عدم پوشش بیمه زالودرمانی، عدم پوشش بیمه مراکز تکثیر و پرورش زالوی طبی روبه‌رو هستیم که می‌باید معضلات فوق با توجه ویژه و مدیریت پیشرفته گشایش یابد.

واژگان کلیدی: زالوی طبی، **Hirudo orientalis**، زالودرمانی، آنزیم‌ها، فرآورده سنتی

* عهده‌دار مکاتبات: استاد، تلفن: ۶۱۱۱۲۷۰۲، نمابر: ۶۶۴۰۵۱۴۱، نشانی الکترونیکی: memalek@ut.ac.ir

۱ دانشکده زیست‌شناسی و قطب تبارزایی موجودات زنده، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

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

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.9.5

شکل ۱: *Hirudo orientalis* ترسیم از سمانه پازوکی

انواع زالوی طبی

معادل انگلیسی برای زالو کلمه leech است؛ این کلمه از زبان آلمانی وارد زبان انگلیسی شده است. در زبان انگلیسی در قرون وسطی برای نامیدن زالو، از واژه leche و قبل از آن از اصطلاح læce استفاده می‌شده است. واژه Læce به‌معنای پزشک و همچنین کرم خونخوار بود که تغییر یافته واژه læce به‌معنی پزشک می‌باشد [۱–۳].

تاکنون حدود ۷۰۰ گونه زالو شناسایی شده است [۴] اما تنها ۱۵ گونه از آنها در پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قرن‌ها، از زالوهای طبی در سراسر جهان برای درمان بیماری‌ها استفاده شده است. در گذشته، زالوی طبی مورد استفاده در اروپا و آسیا به‌عنوان یک گونه با تنوعات رنگی منطقه‌ای در نظر گرفته می‌شد. از این‌رو، دو فنوتیپ با بیشترین تفاوت رنگی، به نام‌های *Hirudo medicinalis* و *Hirudo medicinalis officinalis* نامگذاری شده بودند. زالوی دوم که به زالوی مجارستان نیز معروف است، بعد از مدتی به‌عنوان گونه در نظر گرفته شد و *H. officinalis* نامگذاری شد. برمبنای اطلاعات علمی کنونی، الگوهای متنوع موجود روی سطح بدن دو فنوتیپ ذکر شده، نشان دهنده دو گونه متفاوت می‌باشد: *H. medicinalis* و *H. verbena*. ماهیت این دو گونه به‌وسیله تحلیل‌های ژنتیکی اثبات شده است. در سال ۲۰۰۵ گونه *H. orientalis* که گونه زالوی ایرانی می‌باشد، نیز از *H. medicinalis* جدا و توصیف شد [۵،۳،۲].

در ناحیه اوراسیا سه گونه زالو *H. medicinalis*، *H. verbena* و *H. orientalis* برای زالودرمانی مورد استفاده قرار گرفتند، ولی به‌دلیل مبهم بودن وضعیت این گونه‌ها و عدم شناسایی آنها در غالب موارد تحت عنوان *H. medicinalis* از آنها نام برده شده است [۲، ۶].

گونه‌های *H. medicinalis*، *H. orientalis*، *H. verbena*، *H. troctina*، *Hirudinaria manillensis* و زالوی طبی آمریکای شمالی *Macrobdella decora* برای زالودرمانی استفاده می‌شوند [۶]. در زالودرمانی، تفکیک گونه‌ها از هم ضروری نبوده است و از همه گونه‌ها به‌صورت یکسان استفاده شده است. با کاهش ذخایر طبیعی *H. medicinalis* به‌دلیل بهره‌برداری بی‌رویه از این زالو در قرن ۱۹، از *H. verbena* برای سال‌ها در سراسر جهان استفاده شده است. چون زالوهای طبی در ابتدا به‌عنوان واریته‌های یک گونه در نظر گرفته شده بودند، اکثر نویسنده‌ها بدون در نظر گرفتن تفاوت‌ها، با اسم *H. medicinalis* از آنها نام برده‌اند [۲] در حالی‌که زالوهای طبی تجاری در اروپا شامل سه گونه *H. medicinalis*، *H. orientalis* و به‌طور غالب *H. verbena* می‌باشد [۸،۷،۳].

در حال حاضر، اکثر زالوهای طبی مورد استفاده در اروپا وارداتی بوده (به‌طور غالب از ترکیه) و به ندرت بومی هستند. چندین تن زالو، به‌صورت زنده و یخزده، هر سال وارد اروپا می‌شود. سالیانه حدود ۳۰۰–۴۰۰ هزار زالو در آلمان مصرف می‌شود. در ایران نیز ذخایر طبیعی بسیار کاهش یافته، تکثیر و پرورش رونق چندانی نداشته و اغلب زالوهای مصرفی، زالوهای وارداتی از کشورهای آذربایجان و ترکیه می‌باشند.

تاریخچه

زمان دقیق توجه انسان به زالو مشخص نیست، ولی آنچه واضح است این موضوع به زمان‌های دیرین برمی‌گردد. با توجه به ذکر نام زالو در کتاب اوستا، شاید بتوان از آن به‌عنوان قدیمی‌ترین

مرجع که به زالو اشاره شده است، یاد کرد. در این کتاب اشاره شده است که زرتشت در کنار یک برکه با فردی برخورد می‌کند که با اشاره به زالو در برکه می‌گوید: «این موجود مغز پیشرفته‌ای دارد» (به نقل از پروفسور کریستان از دانشگاه سن دیه گو امریکا). البته تحقیقات دانشمندان نشان داده زالو دارای سیستم عصبی بسیار پیشرفته‌ای است [۹].

زالو در زندگی افرادی نظیر هیتلر، جورج واشنگتن و ناپلئون نقش داشته است [۱۰].

احتمالاً گزارش‌های اولیه استفاده از زالوی طبی به مصر کهن برمی‌گردد. زالوها در نقاشی دیوار محل دفن فراعنه (۱۵۶۷–۱۳۰۸ قبل از میلاد) قابل مشاهده هستند. گزارش مکتوب استفاده از زالوی طبی در اشعار پزشکی نیکادر [1] شاعر یونانی (۱۳۰–۲۰۰ قبل از میلاد) سروده شده است [۱۱]. در قرن اول بعد از میلاد منابع نوشتاری در خصوص استفاده از زالو موجود است. مطالبی به زبان‌های فارسی، چینی، عربی و سانسکریت در رابطه با استفاده از زالوی طبی موجود است. رومی‌ها نیز در این زمان با زالوی طبی آشنا بوده و آنها نام علمی آنرا «Hirudo» تعیین کردند. توصیف کامل زالودرمانی در متون هندی، در نوشته‌های پزشکی به نام سوشروتا [2] (۱۰۰ الی ۶۰۰ قبل از میلاد) وجود دارد [۲]. زالو درمانی در طب هندی واجد اهمیت خاصی بوده است. در بسیاری از تصاویر موجود خدایان طب هندو [3] زالو را در یک دست و شربت در دست دیگر دارد [۲].

در ادبیات فارسی بارها به فصد و حجامت اشاره شده است .به‌طور کلی فصد، خون گرفتن از رگ و حجامت، خون کشیدن از بافت است. علاوه‌بر این دو روش از زالو انداختن نیز به‌عنوان روشی برای مکیدن خون بیمار استفاده می‌شده که تا به امروز کاربرد خود را از دست نداده است. در اشعار فارسی زیادی، فساد و تباهی خون از انگیزه‌های اصلی فصد شمرده شده است. مثلاً نظامی یکی از علل فصد را زیادی خون دانسته است [۱۲].

چو خون در تن ز عادت بیش گردد

زای گوشمال نیش گردد

(نظامی، خمسه، خسرو و شیرین)

نعمت الوان دنیا مایه درد سر است

خون فاسد در بدن آهنربای نشتر است

(صائب تبریزی)

تمیسن [4] اهل سوریه در اوایل مسیحیت پیشرفت‌هایی را در استفاده از زالو ایجاد کرد. جالینوس (۲۰۱–۱۳۰ بعد از میلاد) حجامت را با مفهوم مزاج درمانی پیش برد. این مفهوم توسط بقراط (۴۶۰ –۳۷۰ قبل از میلاد) که معتقد بود کل بدن در یک تعادل قرار دارد و بیماری نتیجه عدم‌تعادل است، مطرح شد [۳]. احتمالاً اولین مدرک‌های ثبت شده از کاربرد زالو برای اهداف پزشکی به زمان بقراط مربوط می‌شود [۲].

جالینوس در قرن دوم میلادی از زالو به‌عنوان نوش‌دارو نام برده است [۱۳]. وی به اهمیت حفظ تعادل بین چهار مایع یا مزاج، شامل خون، بلغم، صفرای زرد و صفرای سیاه معتقد بود. هر مایع با یکی از ویژگی‌های شخصیتی خاص مرتبط بود و اعتقاد بر این بود که خارج کردن خون بیمار سبب تعادل مزاجی و سلامت بدن می‌شود. شواهدی وجود دارد که جالینوس از زالوها برای حجامت در درمان بیمارهای مختلف شامل صرع، بیماری‌های کبدی، مالیخولیا و ذات الجنب استفاده می‌کرد. الکساندر د ترالاس [5] (۶۰۵ – ۵۲۵ بعد از میلاد) از زالو حتی برای درمان ناشنوایی استفاده کرد. ابن سینا (۱۰۳۷–۹۸۰ بعد از میلاد، مقارن با ۳۵۹–۴۱۶ هجری شمسی) معتقد بود زالو نسبت به بادکش، خون را از نواحی عمیقتری از بدن به خارج می‌کشد. کتاب قانون وی شامل چندین صفحه دستورالعمل زالودرمانی است. ابن سینا اولین پزشکی بود که روش‌های متوقف کردن خونریزی مشکل‌ساز پس از زالودرمانی شامل: اکسید کلسیم، خاکستر، تارعنکبوت، گل رس و بوراکس را پیشنهاد داد و درصورت عدم موفقیت این روش‌ها، سوزاندن رگ را پیشنهاد داد. وی همچنین حساسیت ویژه بچه‌ها را مطرح نمود و پیشنهاد داد شب بعد از زالودرمانی بچه‌ها را تحت‌نظر نگهدارند [۳].

در انگلستان در اوایل قرون وسطی، اولین گزارش عملی این دوره در رابطه با استفاده از زالو «کتاب مقدماتی زالو» نام گرفت (حدود ۹۵۰–۹۰۰ بعد از میلاد) و در آن انواع اطلاعات در مورد زالودرمانی که یک روش مورد توجه در این زمان بود، ارائه شد.

---

[1] Nicader
[2] Sushruta
[3] Dhavantari
[4] Themisson
[5] Alexander de Trallas

در قرون وسطی آرایشگرهای جراح مجهز به وسایلی شامل یک وسیله که بیمار آن را در دست فشار داده (به منظور برجسته کردن رگها)، ظرفی برای نگهداری زالو و خون‌گیری و چندین نوار زخم بندی تمیز پارچه‌ای بودند. یک پارچه خونی اطراف تیرک آرایشگاه‌ها قرار می‌گرفت و نشان‌دهنده خدمات زالواندازی در آن محل بود. به‌همین علت بیرون سالن آرایشگاه‌های مدرن امروزی تیرک راه راه قرمز و سفید مشاهده می‌شود (هرچند که امروزه خدمات زالواندازی در آرایشگاه صورت نمی‌گیرد). تیرک آرایشگاه‌های بسیار قدیمی واجد یک ظرف زالو بود که به مرور زمان با یک توپ در راس تیرک جایگزین شد [۳].

زالوها در ظرف‌های مخصوص پر از آب که در رأس آن سوراخ‌هایی برای تنفس زالو تعبیه شده بود نگهداری می‌شدند. ظرف‌های اولیه به‌صورت شیشه‌ای بود که بعدها با ظرف‌های سرامیک جایگزین شد [۳].

در اوایل قرون وسطی در مقالاتی که در فرانسه در سال ۱۵۷۰ نوشته شده (در سال ۱۶۳۰ به انگلیسی ترجمه شده است)، به شناسایی و استفاده از زالوی طبی در این دوران اشاره شده است [۱۴]. در فرانسه تحت نفوذ بروسایس[1] (1772-1832)، پزشک مسئول بیمارستان وال دی گریس[۲] پاریس و جراح ارتش ناپلئون، استفاده از زالو به‌سرعت رواج پیدا کرد. از بروسایس به‌عنوان «خون آشامترین پزشک تاریخ» یاد می‌شود. او معتقد بود عامل کلیه بیماری‌ها، ساخته شدن خون اضافی است و رفع این حالت نیازمند خونگیری زیاد و گرسنه نگه داشتن بیمار است. پزشکان فرانسوی به همه بیماران بستری، حتی قبل از ویزیت آنها، زالو تجویز می‌کردند [۳]. در آن دوران، زالوها پس از استفاده در نزدیک‌ترین برکه‌ها رها می‌شدند. چون هنوز از وجود میکروب‌ها آگاه نبودند. بنابراین در رابطه با انتقال بیماری‌ها توسط میکرواورگانیسم‌ها نگرانی وجود نداشت و زالوهای مورد مصرف از طبیعت جمع‌آوری می‌شدند. استفاده زیاد از زالوها باعث کاهش شدید زالو در ذخایر بومی زالو در آلمان شد. تقاضای شدید برای مصرف زالو منجر به برداشت زالو از زیستگاه‌های طبیعی و صادرات به کشورهای مصرف‌کننده شد؛ به‌عنوان مثال از هامبورگ محموله‌هایی به وزن چند تن به فرانسه، آمریکا، استرالیا و انگلستان صادر می‌شد [۲].

در این دوران در روسیه مادرو[۳] و دیاکووسکی[۴] درباره زالو واقع‌بین بودند. آنها گزارش کردند استفاده از زالو در درمان بیماری‌های مختلف نظیر التهاب نیمکره‌های مخ، بیماری‌های کبد و کلیه، سل، صرع و بیماری‌های جنسی مؤثر است. البته به مواردی که زالودرمانی توصیه نمی‌شود، اشاره‌ای نشده است. به‌نظر می‌رسد آنها بیماران را بدون توجه به سن و وضعیت سلامت آنها تحت زالودرمانی قرار می‌دادند.

استفاده از زالو در این دوره محبوبیت بسیاری یافت، و در یک جلسه برای بیماران ۸۰ زالو تجویز می‌شد. در نتیجه گونه زالوی طبی در اروپا در معرض انقراض قرار گرفت. روسیه سالانه حدود ۳۰ میلیون زالو مورد استفاده قرار می‌داد. تنها در سال ۱۸۳۳، واردات زالو توسط پزشکان فرانسوی ۴۲ میلیون قطعه بود، و مصرف سالانه آن حدود ۱۰۰ میلیون رسید. افزایش بی‌رویه تقاضا سبب افزایش قیمت شد، دولت فرانسه برای شرکت‌هایی که سبب افزایش تولید زالو با ایجاد آبگیرها، رودخانه‌ها و حوضچه‌ها می‌شدند، جوایزی قرار داد [۳]. در این زمان بسیاری از پزشکان در مجاورت بیمارستان‌ها اقدام به نگهداری و پرورش زالو کردند و از حمایت‌های دولتی نیز برخوردار بودند [۲].

همچنین جمع‌آوری زالو یک راه درآمدزایی مرسوم شد و مردم به داخل حوضچه‌ها هجوم آورده، زالوهای چسبیده به پاهایشان را جدا کرده و می‌فروختند. در آلمان در دهه ۱۸۳۰ سالانه حدود ۳۰ میلیون زالو به آمریکا صادر می‌شد و این نگرانی در کشور آلمان ایجاد شد که نیاز کشور خودشان را نتوانند تأمین کنند. زالوی اروپایی نسبت به گونه زالوی طبی آمریکایی *H. decora* به دلیل ایجاد زخم عمیقتر و خارج شدن خون بیشتر ارجحیت داشت. در سال ۱۸۳۵ آمریکایی‌ها به‌دلیل مشکلی که در تأمین زالوی آلمانی داشتند، جایزه ۵۰۰ دلار برای کسی که بتواند در آمریکا زالوی طبی اروپایی تکثیر کند، قرار دادند [۱۴]. در برلین دکتر دیفنباخ[4] (1792-1847) که در بعضی مراجع به‌عنوان «پدر جراحی پلاستیک» به وی اشاره می‌شود، با پیشرفت در جراحی

[1] Broussias
[2] Val de Grace
[3] Mudrow
[4] Dieffenbach
[4] Diadkovsky
[5] Dieffenbach

بینی از زالو استفاده می‌کرد. یکی از چهار اصول مهم جراحی ترمیمی وی «درمان تهاجمی ضدالتهابی بافت پیوند زده شده با استفاده از کمپرس سرد و زالو» بود. دیفنباخ در سال ۱۸۲۷ در حدود ۱۷ مورد جراحی بینی از زالو استفاده کرد.

در دهه ۱۸۵۰، استفاده از زالو به‌تدریج کاهش یافت. این کاهش مصرف تا حدودی ناشی از انقراض زالو در مرکز اروپا و واردات آن از آسیای مرکزی بود که باعث گرانی بیش‌ازحد آن شده بود. اما دلیل اصلی این کاهش مصرف، ارائه مفهوم سلولی برای بیماری‌ها توسط دانشمندی به نام ویرخو در اواسط دهه ۱۸۵۰ بود که باعث ایجاد شک در مفهوم‌های درمانی قبلی شد. سال‌های بعد کشف شد که بسیاری از بیماری‌ها بوسیله باکتری‌ها ایجاد می‌شوند و ترس از گسترش بیماری‌های باکتریایی از طریق زالودرمانی باعث کاهش سریع و ناگهانی زالودرمانی شد و این شیوه درمانی به فراموشی سپرده شد [۲].

در انتهای قرن نوزدهم، زالو مقبولیت خود را از دست داد. این موضوع به‌خوبی در گزارش یک بیمارستان در انگلیس مشهود است، که در سال ۱۸۳۲ تقریبا ۱۰۰.۰۰۰ زالو استفاده شد، درحالی‌که ۵۰ سال بعد مصرف زالو در همین بیمارستان به ۲۰۰۰ عدد رسید. در واقع مصارف درمانی آنها با مفاهیم طب مدرن تطبیق پیدا نکرد. با توسعه فیزیولوژی، آسیب‌شناسی و میکروبیولوژی مدرن، زالو محبوبیت خود را نه‌تنها بین پزشکان، بلکه بین بیماران، از دست داد.

یکی از رویدادهای مهم در تاریخچه زالودرمانی، کشف ماده ضد انعقاد خون (هیرودین) در بزاق در سال ۱۸۸۴ توسط فردی به نام هیکرفت[۱] بود که زالو را به مرکز توجه برگرداند. به نظر می‌رسد یافته هیکرفت تنها مشاهده اولیه استاد روسی دیاکونوف[۲] را تأیید می‌کند. وی در مقاله‌ای در سال ۱۸۰۹ در رابطه با تغییر خون انسان در زالو بیان کرد: «فقدان خون لخته شده و شکسته نشدن گلبول قرمز در روده زالو، بیانگر حضور برخی مواد حل‌کننده در روده زالو است» [۳].

با کشف هیرودین، اثرات درمانی زالو به‌صورت فرآیندهای شیمیایی متناسب با اصول علمی و پزشکی مدرن تعریف شد. اما اخبار مربوط به این کشف به آهستگی پخش شد و بیشتر در جوامع علمی مورد توجه قرار می‌گرفت. با شروع جنگ جهانی اول زالودرمانی دوباره به فراموشی سپرده شد [۲].

زالودرمانی در دهه ۱۹۲۰ دوباره به‌شدت مورد توجه قرار گرفت و از زالودرمانی برای جلوگیری از لخته شدن خون در محل جراحی استفاده می‌شد. در طی چند سال همه بیمارستان‌ها در اروپا، دوباره شروع به استفاده از زالو کردند [۲].

بعد از جنگ جهانی دوم، به دلیل استفاده از هپارین و داروهای سنتزی، دوباره زالودرمانی کنار گذاشته شد [۲].

از وقایع مهم دیگر جدا کردن هیرودین از غدد بزاقی زالوی طبی توسط فریتز مارکوارد[۳] در سال ۱۹۵۵ می‌باشد. فریتز مارکوارد (۱۹۲۴– ۲۰۱۱) یک پزشک و داروساز آلمانی بود که از سال ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۱ به‌عنوان استاد و مدیر آکادمی علوم پزشکی در ارفورت مشغول به کار بود. وی موفق شد ماده ضدانعقادی هیرودین را از زالوی طبی جدا و توصیف کند. وی پس از خدمت در نیروی دریایی و کارآموزی داروسازی در دانشگاه ارنست موریتز آرنت در گریفسوالد از سال ۱۹۵۰ تا ۱۹۵۵ در رشته داروسازی و از سال ۱۹۵۵ تا ۱۹۶۰ به تحصیل در رشته پزشکی اشتغال داشت. در سال ۱۹۵۶ پایان‌نامه‌ای با عنوان «مطالعات در مورد هیرودین» ارائه نمود و در سال ۱۹۶۰ با ارائه پایان‌نامه‌ای با عنوان «داروسازی ضد انعقادها» دکتری تخصصی در فارماکولوژی دریافت کرد.

در سال ۱۹۸۶ ماده ضدانعقاد هیرودین در مقدار بالا توسط هاروی و همکارانش بوسیله مهندسی ژنتیک تولید شد [۱۵].

البته به دلیل تنوع ترکیبات و مکانیسم‌های پیچیده عملکرد بزاق زالو، زالوهای زنده در بسیاری از موارد مؤثرتر از ترکیبات بزاق (نظیر هیرودین) به تنهایی هستند [۳۰]. در دهه ۱۹۷۰، به دلیل استفاده از زالو در جراحی عمومی، جراحی پلاستیک، جراحی ترمیمی و پیوند عضو، زالودرمانی مورد اسقبال جهانی قرار گرفت. پس از آن، گزارش‌های زیادی در ارتباط با اثرات درمانی زالو برای بیماری‌های عصبی و سایر بیماری‌ها ارائه شد که نتیجه آن رونق زالودرمانی در پزشکی نوین است [۲، ۱۶].

زالوی طبی از دیرباز توسط پزشکان به نام ایرانی مورد استفاده قرار می‌گرفته است و در کتب طب سنی ایران نظیر کتاب‌های مخزن الادویه [۱۷]، ذخیره خوارزمشاهی [۱۸]، خلاصه الحکمه

---

1 Haycraft
2 Diakonov
3 Markward

[۱۹]، قانون ابن‌سینا [۲۰] و مفرح القلوب [۲۱]، الحاوی رازی [۲۲] به آن اشاره شده است.

ابن سینا در کتاب قانون [۲۰] به همه جوانب زالودرمانی از گونه مورد استفاده، زیستگاه مناسب برای جمع‌آوری زالو، آماده‌سازی و اقدامات پس از زالو درمانی و حتی توصیف گونه زالوی طبی ایرانی و نهی از استفاده از سایر گونه‌ها اشاره دارد. از نظر ابن سینا زالوهایی که به اندازه متوسط بوده و به رنگ ماش که بالای آن به سبزی می‌زند و دو نوار نارنجی طولانی در پشت آن قرار دارد، بهتر از سایرین است. این توصیف کاملاً با نوارهای نارنجی رنگ سطح پشتی زالوی طبی ایرانی *H. orientalis* مطابقت دارد. وی پیشنهاد می‌کند از زالوی پرزدار با خطوط لاجوردی به رنگ بوقلمون اجتناب کنید، چرا که سمی است و موجب دمل، غش، خونریزی، تب، ضعف و زخم‌های بدخیم می‌شوند. وی اشاره دارد زالوهایی که از آب‌های کثیف و گل آلود شکار می‌شوند نامناسب هستند. همچنین بیان می‌کند زالوهای شکم سرخ بدتر از زالوهای پشت سبز هستند. احتمالاً منظور ایشان از زالوهای شکم سرخ، *Erpobdella octoculata* بوده که زالویی گوشتخوار است و تحقیقات نگارنده و تیم تحقیقاتی نشان داده که در مواردی حتی از *H. orientalis* تغذیه می‌کند [۲۳]. از نظر ابن سینا لازم است زالوها یک روز قبل از استفاده صید شوند. سپس زالو را واژگون نگه دارند تا هر چه در بدن دارد، خارج شود. سپس کمی خون جانور دیگر به او داده، اطراف بدنش را با اسفنج تمیز کرده و آماده استفاده می‌شود. زالوها می‌باید در آب شیرین نگهداری شوند، و برای زالودرمانی زالوهایی که حرکت بیشتری دارند انتخاب شوند، با اسفنج اطراف بدنشان را تمیز کرده، عضو موضع مورد زالودرمانی را با آب و نمک بشویند، سپس بمالند تا سرخ شود تا زالو را در محل بچسبانند. علامت چسبیدن زالو، احساس فروکردن دندان‌ها در پوست است. دهن زالو مثلث و سه دندان دارد. این مطلب بیانگر اشاره ابن سینا به سه آرواره زالوی طبی است. وی زالودرمانی برای بهبود بیماری‌های پوست از قبیل جوش‌ها، دمل‌های صورت و لک و پیس را توصیه می‌کرد. از نظر ابن سینا مزیت زالودرمانی بر حجامت این است که زالو خون را از نواحی عمیق‌تر خارج می‌کند، به همین دلیل برخلاف حجامت پس از زالواندازی هر چه محل را بیشتر تمیز کنید، بیشتر خون می‌آید [۲۰]. برخی از پزشکان هندی معتقدند که زالو، خون تیره را از بدن خارج می‌سازد و به همین دلیل خونی که خارج می‌شود تیره است. در خلاصه الحکمه در تأیید این نظر ذکر شده است که چون جذب خون تدریجی است، طبیعت به‌تدریج خون فاسد را از خون سالم جدا و دفع می‌کند. زیرا طبیعت، حامی نافع به بدن و دافع مضر بدن است. البته می‌توان گفت که چون جذب آن تدریجی است، خون غلیظ شده و تیره به‌نظر می‌رسد [۱۹].

ابن سینا در کتاب قانون تأکید بر عدم نوشیدن آب از چشمه‌ها و چاه‌ها در هنگام شب، به دلیل امکان چسبیدن زالو به حلق دارد [۲۰]. در کتاب الحاوی به نقل از رازی اشاره به جوانی دارد که خون قی می‌کرد و در بررسی‌ها مشخص شد که او از محلی آب نوشیده و زالو به حلقش چسبیده است. با تجویز مواد محرک قوی معده، فرد را وادار به تهوع کرده و زالوی خون خورده را برمی‌گرداند، بدین ترتیب جوان از مرگ حتمی نجات یافت [۲۲]. این موضوع برای سربازان ناپلئون در هنگام عبور از صحرای سینا اتفاق افتاد و تعدادی از سربازان به دلیل خونریزی یا خفگی ناشی از بسته شدن مجرای تنفسی جان خود را از دست دادند [۱۰]. زالوهایی که به حلق چسبیده‌اند، احتمالاً *Limnatis nilotica* می‌باشند که به بافت ملتحمه می‌چسبند و معمولاً هنگام آشامیدن آب به حلق احشام چسبیده و سبب تلفات آنها می‌شوند.

زالودرمانی در عصر حاضر

زالوی طبی در سال‌های اخیر مجدداً توسط جراحان پلاستیک مورد توجه قرار گرفت. برای کمک به حفظ بافت پرخون شده سیاهرگی (دارای احتقان) در پیوندهای بخش‌های کاملاً جداشده و یا تا حدودی متصل شامل انگشتان قطع شده، گوش و نوک بینی است. شواهد مبتنی بر مطالعات مستند حاکی از بهبود پیوند دارای احتقان وریدی با استفاده از زالو در مراحل اولیه می‌باشد [۳، ۲۴].

در ۲۴ جولای سال ۲۰۰۴، سازمان غذا و داروی آمریکا به‌طور رسمی استفاده از زالو را به‌عنوان «ابزار پزشکی» تأیید کرد؛ این تأیید براساس مدارک علمی مربوط به اثرات درمانی روی آرتروز زانو انجام شده است. این تأیید دور جدیدی از فشار بر مصرف و کاهش گونه‌های زالوی طبی را به‌وجود آورد. اگرچه تأیید زالودرمانی خبر خوبی برای جامعه بشری می‌باشد، اما برای زالوی طبی، حداقل در حال حاضر، خبر خوبی نیست [۲]. در ادامه زالوی طبی به‌عنوان دارو توسط وزارت بهداشت آلمان نیز مورد تایید قرار گرفت (۱). اخیراً در ایران نیز از اردیبهشت ۱۳۹۵، *H. orientalis* به‌عنوان تنها گونه زالوی طبی دارای

مجوز استفاده در مصارف پزشکی توسط سازمان غذا و داروی وزارت بهداشت به‌عنوان «فرآورده سنتی» مورد تأیید قرار گرفت و استفاده از سایر گونه‌های زالوی طبی و واردات آن غیرقانونی است.

در کشور ما امروزه زالودرمانی در درمان بسیاری از بیماری‌ها نظیر ذات‌الریه، سل، اورام پستان، مری، معده، کبد، طحال و بیضه، دیپله کبد، بواسیر، عفونت ناف و نارسایی کلیه به‌کار می‌رود [۲۵].

مطالعه مروری انجام شده روی استفاده از زالوی طبی در طب سنتی ایران نشان داد، زالوی طبی در ایران در درمان ۱۲۵ بیماری مختلف شامل، بیماری‌های قلبی عروقی، سیستم عصبی مرکزی، پوستی، غدد داخلی، گوارشی (روده، معده و کبد)، خونی، اسکلتی عضلانی، چشمی، ادرای–تناسلی، تنفسی، همچنین اعتیاد و عفونت‌ها به‌کار می‌رود. این اطلاعات از طرق مختلف شامل، منابع موجود روی زالو درمانی نظیر ذخیره خوارزمشاهی (جرجانی، ۴۸۹ هجری شمسی)، خلاصه التجارب (بهاءالدوله رازی، ۸۸۰ هجری شمسی) و قانون (ابن سینا، ۴۰۳ هجری شمسی)، تجربیات پزشکان، مصاحبه با زالودرمانگرها و جستجوی بانک‌های اطلاعاتی موجود، جمع‌آوری شد [۲۶].

مطالعه مروری اخیر روی زالودرمانی در کشورهای مختلف نشان داد، امروزه زالوی طبی در درمان بیماری‌هایی نظیر احتقان وریدی، جراحی پلاستیک و ترمیمی، بیماری‌های قلبی–عروقی، سردردهای میگرنی، بیماری‌های پوستی، زخم پای دیابتی، ماکروگلوسیا، پریاپیسم، عوارض سرطان و زخم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۷]. زالودرمانی در بهبود افرادی که دچار احتقان وریدی پوست یا بافت هستند و یا ترمیم زخم‌ها بسیار مفید است. در چنین مواردی زالو با اثر ترومبولیتیک، ضد لخته، بهبود جریان خون و لنف، ضد التهاب و درد مفید واقع می‌شود. نقش زالو در جهت کاهش احتقان وریدی بعد از جراحی پلاستیک و ترمیمی در کشورهای غربی بسیار شناخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد و در کشورهای آسیایی و عربی بیشتر برای ترمیم زخم استفاده می‌شود [۲۸]. زالو در درمان زخم‌های دیابتی [۲۹، ۳۰] و زخم ناشی از لیشمانیوز پوستی نیز مورد استفاده قرار گرفته است [۳۱]. البته در بعضی موارد ممکن است در اثر زالودرمانی مشکلاتی نظیر عفونت، آلرژی و یا حرکت زالو به سایر نقاط بدن نیز مشاهده شود [۳۲]. به همین دلیل ما عنوان این مقاله را زالوی طبی: داروخانه زنده نامگذاری نمودیم.

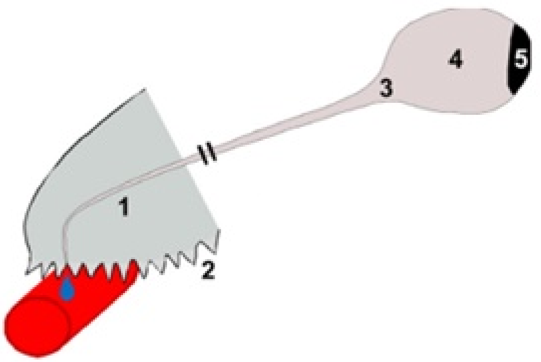
در تصور عموم مردم ، زالو تنها خونخوار است. بیشتر مردم و یا کسانی که زالودرمانی انجام می‌دهند و اطلاعات کافی درباره فرآیند زالودرمانی ندارند، بر این باورند که زالو تنها با خونخواری بیماری‌ها را درمان می‌کند، در صورتی‌که این تصور نادرست است و می‌باید این تفکر اصلاح شود. معجزه زالوی طبی به‌واسطه آنزیم‌هایی است که در بزاق آن وجود دارد و حین گزش به خون بیمار تزریق می‌شود.

زالو دو کار بسیار مهم و حیاتی انجام می‌دهد، اولاً با ضربان منظم کار مکش خون وریدی را انجام داده، ثانیاً همزمان که بزاق خود را در داخل خون تزریق می کند آنزیم‌های مربوطه را به خون وارد می‌کند. در واقع اثر زالودرمانی با کمک تزریق بزاق انجام می‌شود. زالو خون را از طریق مویرگ‌های ریز می‌مکد و بزاق خود را به داخل آنها ترشح می‌کند [۲].

در دهان زالو سه آرواره وجود دارد که با زاویه ۱۲۰ درجه نسبت به هم قرار گرفته‌اند. آرواره‌های تیغه مانند روی لبه خود ۶۰ تا ۱۰۰ دندان کوچک در یک ردیف دارند (شکل۲)؛ ساختار دندان در گونه‌های مختلف جنس *Hirudo* مشابه می‌باشد. در بین دندان‌ها منافذی وجود دارد که از طریق آنها بزاق ترشح می‌شود [۲، ۳۳].

شکل ۲: نمایش میکروسکوپ الکترونی ساختار آرواره‌ها و شکل زخم حاصل از گزش زالو [۳].

بزاق به‌وسیله سلول‌های غدد بزاقی مجزا از هم و پراکنده تولید می‌شود. کانال‌های تخلیه کننده بزاق، در نهایت به منافذ بین دندان‌ها وصل می‌شوند. بزاق زالو احتمالاً ماده بی‌حس‌کننده‌ای دارد که در هنگام گزش با ایجاد بی‌حسی مانع از واکنش میزبان می‌شود. در هنگام گزش، آرواره‌ها با حرکت نیم‌دایره‌ای در جای خود، پوست میزبان را بریده و ساختاری شبیه به Y را به‌وجود آورده و همزمان از بین دندان‌ها، بزاق به داخل زخم تزریق می‌شود (شکل۳)؛ برخلاف واقعیت برخی معتقدند هنگام تغذیه زالو از میزبان، بخشی از بزاق از بادکش دهانی به بیرون و پوست میزبان تراوش می‌کند. درحالی‌که این تراوش ادرار زالو است. دستگاه ادراری خاص زالو (نفریدیوم) یک جفت در هر بند است که از طریق منفذ ادراری در ناحیه شکمی– جانبی به بیرون راه دارد. هنگام تغذیه و پرشدن انشعابات روده (سکومها) با خون، مثانه هر یک از این دستگاه‌های ادراری تخلیه شده و قطرات ادرار در سطح پوست میزبان جاری می‌شود. دیواره حلق با مجموعه‌ای از ماهیچه‌های حلقوی، طولی و شعاعی پوشیده شده است؛ عملکرد این مجموعه ماهیچه‌ای منجر به مکش‌های منظم خون به داخل دستگاه گوارش می‌شود. معمولاً بعد از ۲۰ الی ۶۰ دقیقه تغذیه زالو تمام شده و میزبان را رها می‌کند [۲، ۳]. باید در نظر داشت که بعد از تغذیه کیسه‌های بزاقی تخلیه



می‌شوند و سه ماه طول می‌کشد که بزاق به مقدار اوج اولیه خود برسد. [۳۴].

شکل ۳: نمای غددبزاقی، آرواره و نحوه گزش زالوی طبی [۳۵]؛ ۱) آرواره‌ها، ۲) دندان‌های آهکی، ۳) کانال‌های ترشحی، ۴) بزاق، ۵) هسته سلول غده ترشحی می‌باشد.

ترکیبات موجود در بزاق زالو (جدول ۱). اثرات دارویی دارد و به همین دلیل از زالوهای طبی در درمان بیماری‌های مختلف از قبیل واریس، آرتروز، روماتیسم، فشار خون، میگرن و همچنین در پیوند عضو و جراحی‌های پلاستیک استفاده می‌شود. بزاق زالو برای درمان بیماری‌ها فوق مؤثر بوده و شامل ترکیبات پیچیده مختلفی است. ترکیبات مؤثر بزاق زالو شامل ترکیبات شیمیایی و بیوشیمیایی متفاوتی می‌باشد. ارزش عملکردی برخی از آنها مشخص است. هیرودین مانع از لخته شدن خون می‌شود؛ در نتیجه زالو به‌راحتی از خون در حال جریان تغذیه می‌کند. کالین جزء دیگری از ترکیب بزاق زالو است. اثر اصلی این پروتئین نیز همانند هیرودین، جلوگیری از لخته شدن خون است، به‌طوری‌که خونریزی می‌تواند تا ۱۲ ساعت ادامه داشته باشد [۲]. در جدول ۱ ترکیبات بزاق زالوی طبی و عملکرد آنها به اختصار نشان داده شده اند [۳۵].

در یک مطالعه ترکیب بزاق سه گونه *H. medicinalis*، *H. verbana* و *H. orientalis* را با هم مقایسه کردند؛ آنها نشان دادند که دو گونه خواهری *H. medicinalis* و *H. orientalis* از نظر ترکیب بزاق بیشترین شباهت را با هم دارند [۳۶].

زالو درمانی بخشی از درمان‌های چند رشته‌ای است و مواد مختلف زیست فعال از جمله آنزیم‌ها را ترشح می‌کند. این مواد در بین گونه‌ها متفاوت است و گونه‌های مختلفی هم با مولکول‌های ترشحی خاص را می‌باید از طریق پژوهش‌های گسترده کشف نمود. در این بخش توانایی‌های زیادی برای تشکیل مواد جدید زیست فعال وجود دارد و اینها می‌توانند در درمان‌های آینده استفاده شود. ناشناخته‌های بیومولکولی بزاق زالو بسیار زیاد است و نیاز به پژوهش‌های بسیار گسترده می‌باشد [۳۷].

آنزیم‌های شناخته شده در زالوی طبی

۱. هیرودین[1]

شناخته‌شده‌ترین آنزیم زالو و مقوی‌ترین ماده ضد انعقادی موجود می‌باشد. هیرودین به عنوان پادزهر نویدبخش شناخته می‌شود و شاخه‌ای از علم را با عنوان هیرودولوژی به‌وجود آورده است که کتاب‌ها در این مکتب نوشته شده است. مدت‌هاست که زالوهای طبی (*H. medicinalis*) حاوی ماده‌ای با خاصیت

[1] Hirudin

ضد انعقادی شناخته شده است. در مطالعات اولیه، از عصاره‌های آبی و آماده‌سازی خشک از زالوها که حاوی مقادیری از ماده فعال هستند برای جلوگیری از لخته شدن خون استفاده شد. پس از توسعه شیمی پروتئین و روشن شدن موضوع بیوشیمیایی انعقاد خون ، ماده ضد انعقادی، هیرودین، جدا شده و ماهیت و نحوه عملکرد شیمیایی آن مشخص شد. پیشینه تاریخی جداسازی هیرودین و خصوصیات بیوشیمیایی و دارویی آن در چندین مقاله مروری تشریح شده است [۳۸– ۴۴].

هیرودین به‌عنوان یک ماده ضد انعقاد نسبت به هپارین دارای مزایای خاصی است، زیرا در فعالیت خود نیازی به آنتی‌ترومبین III ندارد و تحت تأثیر کمپلکس هپارین– فاکتور ۴ پلاکت که در طی فرآیند انعقاد آزاد می‌شود، قرار نمی‌گیرد. برخلاف هپارین، هیرودین با بیوسنتز فاکتورهای انعقادی تداخل نداشته و یا بر سایر مسیرهای آنزیمی مانند لیپوپروتئین لیپاز تأثیر

جدول ۱: برخی از ترکیبات شیمیایی و زیست فعال موجود در بزاق زالوی طبی و عملکرد آنها

Molecule	Molecular mass	Potential function	References
Small molecules			
Histamine	111 Da	Increasing vascular permeability in the host	Baskova et al. (2008a)
Serotonin	176 Da	Not known	Baskova et al. (2008a)
Steroid hormones	272–362 Da	Not known	Baskova et al. (2008a)
Modulators			
Inhibitor of C1 complement component	60–70 kDa	Inhibits the classical pathway of complement activation	Baskova and Zavalova (2001)
Saratin	12 kDa	Binds to exposed host collagen in ruptured blood vessels and inhibits attachment of von Willebrand factor	Domogalla (2005); Gronwald et al. (2008)
Calin	65 kDa	Binds to exposed host collagen in ruptured blood vessels and inhibits attachment of von Willebrand factor; prolonged after-bleeding?	Munro et al. (1991); Deckmyn et al. (1995)
Enzymes			
Hyaluronidase	27.5 kDa	Cleaves hyaluronic acid in host extracellular matrix	Hovingh and Linker (1999)
Collagenase	Approximately 100 kDa	Cleaves collagen in host extracellular matrix	Rigbi et al. (1987b)
Apyrase	45 kDa	Cleaves adenosine 5′-diphosphate (ADP), inhibition of platelet activation	Rigbi et al. (1996)
Destabilase	12.6–12.9 kDa	Cleavage of isopeptide bonds in stabilized fibrin, thrombolysis	Baskova et al. (2001); Baskova and Nikonov (1991); Zavalova et al. (1993)
Protease inhibitors			
Antistasin	15 kDa	Inhibitor of tissue kallikreins	Söllner et al. (1994)
Eglin C	8.1 kDa	Inhibitor of neutrophil elastase and cathepsin G	Braun et al. (1987); Junger et al. (1992)
Leech-derived tryptase inhibitor	4.3–4.8 kDa	Inhibitor of tryptase	Sommerhoff et al. (1994); Stubbs et al. (1997)
Leech carboxypeptidase inhibitor	7.2–7.3 kDa	Inhibitor of carboxypeptidase B, fibrinolysis?	Reverter et al. (1998)
Hirudin	7.1 kDa	Inhibitor of thrombin, blocking formation of fibrin clots	Bodong (1905); Markwardt (1955); Stone and Hofsteenge (1991); Ascenzi et al. (1992); Nowak and Schrör (2007)
Eglins	5–38 kDa	Protection of crop content from untimely proteolysis	Seemüller et al. (1980); Rigbi et al. (1987a); Roters and Zebe (1992); Baskova et al. (2008b)
Bdellins	8.1 kDa	Protection of crop content from untimely proteolysis	Fink et al. (1986); Rigbi et al. (1987a); Roters and Zebe (1992); Baskova et al. (2008b)
Antimicrobial agents			
Destabilase	12.6–12.9 kDa	Lysozyme-like activity (cleavage of cell wall components of bacteria), defensin-like activity (inhibition of bacterial growth)	Zavalova et al. (2000, 2006); Baskova and Zavalova (2008)

نمی‌گذارد. مشتقات هیرودین با استفاده از فناوری نوترکیبی مانند لپرودین[1] و بیوالیرودین[2] تولید و کلون شده‌اند [۴۰-۴۱]

.۲. بدلین[3]

فاکتور ضدتورم است. بدلین مهارکننده پروتئازهایی مانند تریپسین، کیموتریپسین و پلاسمین است که وظیفه حالت‌های التهابی و انتشار آنها در بافت‌ها را به‌عهده دارد. این آنزیم در دو نوع یافت می‌شود: نوع A و نوع B. این ماده از ۴۵ اسید آمینه تشکیل شده است و میل به مهارکننده تریپسین تولید شده در لوزالمعده پستانداران دارد. گفتنی است که بدلین و هیرودین دقیقاً اثر متضادی در لخته شدن خون دارند. بدلین را می‌توان در تمام قسمت‌های بدن زالو و غدد بزاقی آن یافت، اما بیشتر در مناطقی که اندام‌های تولیدمثل در آن قرار دارند متمرکز شده است.

ساختار اولیه bdellin B-3 از زالو *Hirudo medicinalis* یک مهارکننده پروتئیناز جمع‌وجور از نوع «غیر کلاسیک» است که در زالو به صورت توده مولکولی بالا وجود دارد [۴۲].

.۳ آپیراز[4]

یک فاکتور (آنزیم) قوی ضد تجمع پلاکت می‌باشد که باعث بهتر شدن جریان خون می‌شود [۴۳].

.۴ اگلین[5]

یک آنزیم ضدتورم آنتی‌اکسیدان و آنتی‌رادیکال می‌باشد. اگلین یک ماده ضدالتهاب قوی است (عوامل مؤثر در حالات التهابی را مهار می‌کند) و یک آنتی‌اکسیدان بسیار فعال است. این ماده یک مهارکننده قوی پروتئازهایی مانند الاستاز و کاتپسین G است که توسط لکوسیت‌های پلی مورفونوکلئر انسان آزاد شده است و این امکان را برای محلی‌سازی فوری صدمات و التهابات بعد از عمل و انسداد مؤثر آنها فراهم می‌کند. اگلین همچنین پروتئینازهای تولید شده توسط باکتری *Bacillus subtilis* را کاهش می‌دهد. چند نوع اگلین توسط زالو تولید می‌شود، به‌عنوان مثال نوع C نمونه‌ای که کاملاً مورد مطالعه قرار گرفته است، دارای وزن مولکولی ۸۱۰۰ است و از ۷۰ اسید آمینه تشکیل شده است. اگلین‌ها به ترکیبات بسیار بادوام تعلق دارند. تحقیقات شواهدی در مورد اثربخشی آنها در معالجه برخی از تیک‌های عصبی و زخم روده و همچنین از بین رفتن پروتئین غیرعادی مربوط به بیماری سپتی سمی ارائه داده است [۴۴، ۴۵]. اگلین آنتی الاستاز[6] بوده و باعث کاهش فعالیت الاستازها، هورمون‌های کاهش‌دهنده الاستین پوست می‌شود [۳۵-۶۱].

.۵ دستابیلاز[5]

این آنزیم قدرت ضد تجمع پلاکتی بسیار قوی دارد. عملش از بین بردن لخته خون می‌باشد. دستابیلاز آنزیمی است که دارای خاصیت ضد تجمیعی قوی است و باعث تجزیه خون لخته می‌شود. فرصت‌های جدیدی را برای هیرودوتراپی فراهم می‌کند. دستابیلاز همچنین حاوی یک ماده مولکولی منحصربه‌فرد پروستاگلندین[6] است که شباهت خاصی به پروستاگلندین دارد. پروستاگلاندین مسئول بازسازی رگ‌های خونی و دستگاه گوارش، حفظ آنها در شرایط مناسب و همچنین تنظیم غلظت قند خون است. کمترین خاصیت مورد بررسی این ماده ، توانایی آن در تنظیم «فشار خون» است. یعنی، اگر فشار خون خیلی کم باشد، پروستاگلاندین به‌طور خودکار آن را به حد مطلوب بالا می‌برد و اگر بیش‌ازحد بالا باشد، باعث کاهش آن می‌شود. تلاش برای توضیح این مکانیسم به‌طور مداوم انجام می‌شود و پروستاگلاندین موضوعی است که مورد توجه مستمر دانشمندان قرار می‌گیرد [۴۶].

.۶ هیالورونیداز[7]

این ماده به‌عنوان فاکتور بخشی و به‌عنوان یک آنتی بیوتیک عمل می‌کند.

هیالورونیداز یک آنتی‌بیوتیک قوی و عاملی است که امکان نفوذ سریع غشاهای سلولی در سلول‌ها و بافت‌های همسایه را فراهم می‌کند. در سال ۱۸۹۱ کشف شد، بعدها از کشف آن جایزه نوبل دریافت شد. گزارش شده است که عصاره‌های زالو دارای

---

1 lepirudin
2 bivalirudin
3 Bdellin
4 Apyrase
5 Eglin
6 Antielastase

5 Destabilase
6 Prostaglandin
7 Hyaluronidase

خاصیت شل‌کننده و رقیق‌کننده قوی بر روی سلول‌ها و بافت‌های انسانی است. در سال ۱۹۴۱ ویژگی‌های قوی آنتی‌بیوتیکی این آنزیم را نشان داده شد. ویژگی جالب این آنزیم توانایی آن در حل کردن ترکیبات پلی ساکارید است که غشای اسپور میکروارگانیسم‌های بی‌شماری را تشکیل می‌دهند [۴۷، ۴۸].

۷. لیپازها و استرازها[1]

این مواد خاصیت لیپولیتیک دارند و چربی را آب می‌کند. از بین چربی‌های شناسایی شده در بزاق زالو، نتایج نشان می‌دهد که زالو حاوی توزیع لیپید منحصربه فرد است و ممکن است برخی از این مؤلفه‌ها فسفولیپازهای قوی و لیپازهایی باشند که در بهبود زخم نقش ایفا می‌نماید [۴۹]. گزارش شده است که احتمالاً فعالیت استرازی در بعضی از گونه‌های زالو از جمله *Piscicola geometra* در مقدار مناسب موجود است [۵۰].

۸. ماده بی‌حس کننده[2]

به‌واسطه این مواد محل گزش دردناک نخواهد بود. مواد بی‌حس‌کننده ضددرد هستند که هنوز نیاز به شناسایی دقیق دارند. گمان می‌رود که نوروپپتیدهای تولید شده توسط زالوها و توسط مغز انسان جذاب به نظر برسند، اثر ضد درد را تحریک می‌کنند. استدلال این است که این نوروپپتیدها حاوی اندورفین هستند، که معمولاً به‌عنوان هورمون‌های شادی شناخته می‌شوند. گذشته از اینکه باعث تسکین درد می‌شود، اندورفین‌ها اضطراب و سرخوشی را به ارمغان می‌آورند، آرامش را افزایش می‌دهند، مقاومت به استرس را از بین می‌برند، اعتیادهای روحی و جسمی، خلق و خوی بد، حالت تهوع، افسردگی را از بین می‌برند [۳۵].

۹. ماده گشاد کننده رگ[3]

این ماده شبه هیستامین است و باعث بازشدن رگ‌های خونی در ناحیه زخم و در نتیجه افزایش حجم خون در آن ناحیه می‌شود [۵۱].

۱۰. کینین[4]

کینین‌ها نیز در افزایش موضعی جریان خون مؤثرند. غلظت کینین موضعی تنها به تولید آن بستگی ندارد و به‌سرعت تجزیه آن هم مربوط است. کربوکسی پپتیداز B[5] موجود در پلاسما، کینین را شکسته و آن را غیرفعال می‌کند. جالب اینجاست که مهارگر این آنزیم در بزاق زالو نیز موجود است و LCI[6] نام دارد که باعث افزایش موضعی کینین و افزایش جریان خون می‌شود [۳۵-۶۱]. با توجه به آنزیم‌های متنوع بزاق زالوی طبی، به‌نظر می‌رسد بتوان از آن برای درمان آنفولانزای ناشی از ویروس کرونای جدید[7] استفاده کرد. طبق تحقیقات انجام شده زالو درمانی می‌تواند سبب پیشگیری از پیشرفت بیماری و کاهش‌دهنده عوارض مرگبار ویروس باشد. اصلی‌ترین عارضه این ویروس که منجر به مرگ بیمار می‌شود، ذات الریه و از کار افتادن برخی از اندام‌های حیاتی است. تحقیقات نشان داده که ویروس سبب لخته شدن خون در رگ‌های کوچک شش، قلب، کبد و کلیه می‌شود. انعقاد خون داخل عروقی در ۷۱.۴ درصد بیمارانی که فوت کردند مشاهده شده است، ولی تنها در ۰.۶ درصد بیمارانی که زنده ماندند مشاهده شد. همچنین در اغلب افراد کاهش شدید پلاکت‌ها نیز مشاهده می‌شود. بنابراین با استفاده از داروهای ضد انعقادی و ترومبولیتیک، انتظار می‌رود با کاهش مرگ‌ومیر و موارد نارسایی تنفسی در بیماران مبتلا، و یا کاهش عوارض در بیماران بهبود یافته مواجه شویم. با توجه به اینکه در زالو کلیه این عوامل وجود دارد، در برنامه‌های پیشگیری و درمان از طریق مواد ضد انعقاد و ضد کاهش پلاکت، زالودرمانی پیشنهاد می‌شود. هیرودین بزاق زالو به‌عنوان یک مهارکننده قوی ترومبین عمل می‌کند و تنها مهارکننده‌ای است که فعالیت آنزیم پروتئولیتیک را مهار می‌کند. از طرفی آنزیم دستابیلاز زالو ضد تجمع پلاکت و مانع لخته شدن خون می‌باشد. درواقع دستابیلاز نظیر لیپوزوم طبیعی است و دارای خاصیت پروتئولیتیک و ترومبولیتیک می‌باشد. پزشکان به بیماران مبتلا به ویروس کرونای جدید هپارین تجویز می‌کنند که سبب کاهش لخته شدن و التهاب ریه را کم می‌کند. ولی از طرف دیگر به دلیل پایین آوردن شدید پلاکت‌ها سبب ایجاد لخته جدید و مرگ بیمار می‌شود [۶۲]. تحقیقات انجام شده توسط محققین نشان

---

1 Lipases & Esterases
2 Anaesthetic substances
3 Vasodilator
4 Kinin
5 Carboxypeptidase B
6 Leech carboxypeptidase inhibitor
7 COVID-19
8 Transmembrane Serine Protease 2

می‌دهد، پروتئینازهای فورین و TMPRSS2[۸] سلول میزبان سبب شکاف در گلیکوپروتئین سنبله ویروس کرونای جدید می‌شوند. بدین ترتیب ویروس در سلول‌های شش بدن میزبان وارد و تکثیر می‌یابد [۵۸]. درحالی‌که بدلین زالوی طبی می‌تواند به‌عنوان مهارکننده پروتئیناز عمل کرده و مانع ورود ویروس به شش‌ها شود. اگلین موجود در بزاق زالوی طبی نیز می‌تواند در کاهش التهاب نقش بسیار مؤثری داشته باشد [۵۷]. مطمئناً تحقیقات بیشتر در این زمینه خواص زالودرمانی را هر چه بیشتر نمایان خواهد ساخت و امید است دانشمندان، پژوهشگران و پزشکان کشورمان با تحقیقات بیشتر نقش زالوی طبی و آنزیم‌های آن در درمان ویروس کرونای جدید مورد بررسی علمی-تحقیقاتی قرار دهند. این موضوع می‌تواند به عنوان پایان‌نامه‌های دانشجویان تحصیلات تکمیلی از جنبه‌های مختلف به ویژه قلمرو علوم زیست ملکولی قرار گیرد.

اقدامات انجام شده در رابطه با زالوی طبی در دانشگاه تهران

استفاده گسترده از روش‌های درمانی مرتبط با زالو در کشور ما از دوران و اعصار گذشته رایج بوده است، ولی جمع‌آوری غیراصولی زالوهای طبی از طبیعت در کشور، علاوه‌بر خطر انتقال بیماری، زالوی طبی ایرانی را تا مرز انقراض گونه پیش برده است. جهت حفظ گونه زالوی طبی و همچنین تولید زالوهای سالم و استاندارد که ضامن حفظ سلامت جامعه می‌باشند، پس از بازدید از مراکز تکثیر و پرورش زالوهای طبی در سایر کشورها شامل، مالزی، انگلیس، فرانسه، آلمان، روسیه و آمریکا و تجربیات چندین ساله، در سال ۱۳۸۸ مرکز تکثیر و پرورش زالوی طبی در مزرعه پژوهشی پردیس علوم دانشگاه تهران تأسیس، بیوتکنیک تکثیر و پرورش گونه زالوی ایرانی به‌ثبت رسید و به‌دنبال آن در سال ۱۳۹۴ اولین مرکز مکانیزه تکثیر و پرورش زالوی طبی نیز در همین مکان افتتاح شد (شکل ۴).

جهت ارائه راهکار و تصمیم‌گیری‌های کلان کشور و تبادل نظر با صاحب نظران و متخصصین داخلی و خارجی و مسئولین سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مرتبط با زالوی طبی، اولین همایش بین‌المللی زالو: زیست شناسی، زیست فناوری و کاربردها از تاریخ ۲۸ الی ۳۰ بهمن ماه ۱۳۹۳ در دانشکده زیست‌شناسی پردیس علوم دانشگاه تهران برگزار شد. در این گردهمایی متخصصان در زمینه استفاده از زالو درجراحی و پیوند اعضا (آقای دکتر Paruzel از لهستان)، زالو درمانی (آقای دکتر Koeppen رئیس انجمن زالودرمان اروپا از آلمان) و تکثیر و پرورش زالو (آقای Galatis رئیس بزرگترین مرکز تکثیر و پرورش زالوی جهان، bbez آلمان) و نامگذار زالوی طبی ایرانی *Hirudo orientalis* (آقای دکتر Utevsky از اکراین) و دست

شکل ۴: سوله مکانیزه تکثیر و پرورش زالوی طبی در مزرعه پژوهشی پردیس علوم دانشگاه تهران

اندرکاران صاحب‌نظر از وزارت علوم، تحقیقات وفناوری، معاونت طب سنتی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ستاد علوم و فناوری گیاهان دارویی و طبی سنتی معاونت فناوری ریاست جمهوری، شیلات ایران و سازمان حفاظت محیط زیست کشور شرکت کردند و در رابطه با مسائل مختلف گونه زالوی ایرانی شامل تنوع زیستی، کاربردهای درمانی و تولید محصولات دارویی، حفاظت، تکثیر و پرورش، قوانین و استانداردهای ارائه زالوی بهداشتی به مراکز درمانی و استفاده درمانی بحث شد.

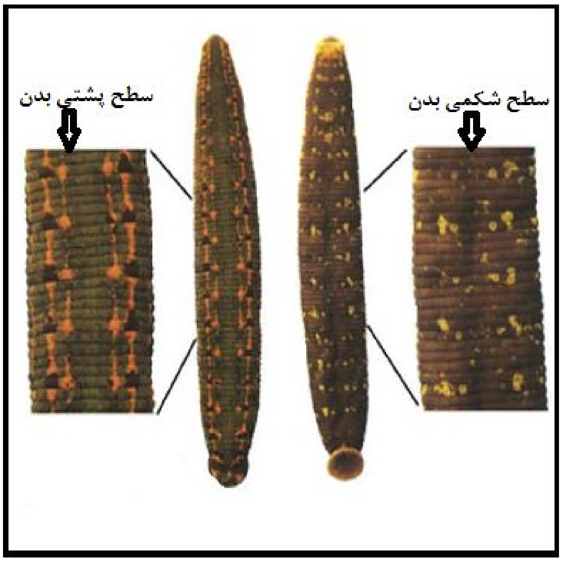
فعالیت طیف وسیعی از افراد درزمینه تکثیر و پرورش و وجود نگرانی‌های مشخص بهداشتی و زیست محیطی، لزوم ساماندهی بخشی و ترویج تکثیر و پرورش زالوی سالم را مشخص می‌کند و بدین‌منظور تاکنون چهارده کارگاه تکثیر و پرورش زالوی طبی و اولین کارگاه آموزش مسئولین فنی کارگاه‌های تکثیر و پرورش زالوی طبی در دانشگاه تهران تشکیل شده است.

همزمان جهت پاسخ به برخی از سوالات مطرح‌شده در رابطه با زالوی طبی، تحقیقات متعددی در زمینه‌های مختلف از قبیل چرخه زندگی در طبیعت [۵۴]، شرایط آزمایشگاهی [۵۵]، تکوین از پیله تا بلوغ زالوی طبی [۵۶]، باکتری‌های درون همزیست زالوی طبی [۵۷]، ژنتیک جمعیت زالوی طبی [۵۸]، مقایسه رشد و بقای دو جمعیت زالوی طبی [۵۹]، مقایسه چرخه زندگی دو گونه زالوی طبی [۶۰]، بررسی تغییرات پروتئین‌های

بزاق زالوی طبی [۶۱] و بهینه‌سازی تکثیر و پرورش زالوی طبی [۶۲] در قالب پروژه‌های کارشناسی ارشد، دکتری و پسادکتری در دانشگاه تهران به انجام رسید. تکثیر و پرورش زالوی طبی ایرانی *H. orientalis* به تفصیل در مقاله‌ای ارائه شده است [۶۳]. پیرو پیشنهادهای مطرح شده از سوی دانشگاه تهران در گزارش ارائه شده از فعالیت‌های انجام شده در رابطه با زالوی طبی در یکصد و نهمین جلسه ستاد توسعه علوم و فناوری گیاهان دارویی و طب سنتی معاونت علمی ریاست جمهوری، مبنی بر تشکیل کمیته ملی زالوی طبی با همکاری نمایندگان دفتر طب ایرانی و مکمل وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان شیلات ایران، سازمان دامپزشکی، سازمان حفاظت از محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران و دانشگاه تهران، به پیشنهاد ریاست آن ستاد، این کمیته در سازمان غذا و دارو با مسئولیت اینجانب تشکیل شد.

تشکیل کمیته ملی زالوی طبی از جمله اقداماتی است که با هدف ساماندهی به وضعیت این گونه ارزشمند، اصلاح و تصویب دستورالعمل‌های مرتبط با زالوی طبی صورت گرفته است.

تنها گونه زالوی طبی مورد تأیید سازمان غذا و داروی ایران جهت مصرف پزشکی، زالوی طبی ایرانی *H. orientalis* با مشخصات زیر می‌باشد. این زالو درسطح پشتی بدن به رنگ سبز علفی با دو جفت نوار طولی نارنجی و یک نوار زرد رنگ طولی در ناحیه حاشیه‌ای–جانبی است، این نوارها توسط لکه‌های سیاه رنگ منقطع شده‌اند. طرح شکمی سیاه است و جفت لکه‌های رنگی روشن روی آن قرار دارد (شکل‌های۱ و ۵) [۱۱– ۶۴]. عوامل مؤثر بر پراکنش این گونه در دو منطقه در استان گیلان مورد بحث و بررسی قرار گرفته است [۶۵].



شکل۵: طرح بدن زالوی طبی *H. orientalis*

این گونه زالوهای ارزشمند به‌واسطه برداشت بی‌رویه در معرض خطر انقراض قرار گرفته است. بنابراین برای حفظ این گونه ارزشمند، طرح تولید زالوی طبی و رهاسازی این گونه در زیستگاه‌های طبیعی به ستاد توسعه علوم و فناوری گیاهان دارویی و طب سنتی ارائه شد. با حمایت این ستاد، مطالعات ژنتیکی و جامع در این زمینه انجام گرفت و زالوها در شرایط استاندارد و بهداشتی جهت رهاسازی تولید شدند. جهت حفاظت از گونه و بازسازی ذخایر، چهار استخر بزرگ در مزرعه پژوهشی پردیس علوم دانشگاه تهران ایجاد شد و با رهاسازی نمونه‌های پرورش یافته در این محل، زیستگاه حفاظت شده زالوی طبی ایجاد شد که در نوع خود در جهان بی‌نظیر است. شکل ۶ منطقه حفاظت‌شده زالوی طبی در مزرعه پژوهشی تکثیر و پرورش زالوی طبی پردیس علوم دانشگاه تهران را نشان می‌دهد.

بدین ترتیب گونه زالوی طبی ایرانی *H. orientalis* در دانشگاه تهران و تحت نظر متخصصین حفظ خواهد شد. امید است با اقدامات سازمان‌های ذیربط و جلوگیری از ورود زالوهای قاچاق بتوانیم استفاده بهینه از این موهبت الهی داشته باشیم. البته حمایت از پرورش‌دهندگان زالوی طبی از طریق ارائه خدمات بیمه و تضمین شغلی راه دیگری در جهت حفظ گونه و تضمین سلامت جامعه می‌باشد. انتظار می‌رود جهت استفاده بهینه از زالوی طبی و تحت پوشش بیمه قراردادن زالوی طبی و هزینه‌های پزشکی مربوط کلیه اقشار جامعه بتوانند از فواید آن بهره‌مند شوند. در کشورهایی نظیر آلمان شرکت‌های بیمه بخشی

از هزینه زالودرمانی را پوشش می‌دهند و این امر سبب ترویج این سبک درمانی مهم می‌شود.

از دیگر اُقدامات انجام شده روی زالوی طبی، تشکیل هسته پژوهشی زالوی طبی در دانشگاه تهران است. این هسته پژوهشی با نمایندگان ستاد توسعه علوم و فنون گیاهان دارویی و طب سنتی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان دامپزشکی، سازمان شیلات ایران، سازمان حفاظت محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشگاه‌های علوم پزشکی تهران و ایران با هدف اجرای پروژه‌های ملی با همکاری وزارتخانه‌ها و سازمان‌های ذیربط در جهت رفع مشکلات مرتبط با زالوی طبی ایجاد شد.

درحال حاضر به منظور تبادل‌نظر و دستیابی به آخرین دستاوردهای پژوهشی و سیاستگذاری در زمینه‌های تکثیر و پرورش، حفاظت گونه، زالودرمانی، فرآورده‌های دارویی، بهداشت و بیماری‌ها، تجاری‌سازی، صادرات و کارآفرینی- دانشگاه تهران با همکاری ستاد توسعه علوم و فناوری گیاهان دارویی و طب سنتی معاونت علمی ریاست جمهوری، سازمان غذا و دارو، دفتر طب ایرانی و مکمل وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان شیلات ایران، سازمان دامپزشکی، سازمان حفاظت از محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران و دانشگاه تهران درصدد برگزاری دومین همایش بین‌المللی زالوی طبی در اسفند ۱۳۹۹ می‌باشد که دستاوردهای آن به چاپ خواهد رسید. همچنین به‌منظور پرورش ایده‌ها و تجاری‌سازی درست زالو و فرآورده‌های آن اولین رویداد استارت آپ با حمایت ستاد توسعه علوم و فناوری گیاهان دارویی و طب سنتی معاونت علمی ریاست جمهوری و همکاری وزراتخانه‌ها و سازمان‌های ذیربط در بهمن و اسفند ۱۳۹۹ در دانشگاه تهران برگزار شد. این همایش و استارت آپ نظیر اولین همایش زالوی طبی که در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه تهران برگزار شد، نقطه عطفی در شناخت همه جانبه به زالوی طبی و فرآورده‌های این موهبت الهی بود.

نتیجه‌گیری

درحال حاضر موارد آسیب شناختی اصلی در زالو و زالودرمانی عبارتند از:

۱- ورود زالوهای قاچاق از کشورهای همسایه می‌باشد. این موضوع از چند منظر قابل تأمل است:

الفِ) ورود زالوهای وارداتی به سادگی عامل انتقال هرگونه بیماری به کشور خواهد شد و از جنبه بیوتروریسم قابل‌تأمل است.

ب) قیمت زالوی طبی در اروپا حدود ۱۰ یورو می‌باشد، ولی زالوی طبی وارداتی با نرخی بسیار پایین‌تر از زالوی پرورشی و یا زالوی صید شده از طبیعت ارائه می‌شود، حدود چند هزار تومان یعنی معادل کمتر از ۱۰ سنت است، یعنی بیشتر از

شکل۶: منطقه حفاظت شده زالوی طبی در مزرعه پژوهشی پردیس علوم دانشگاه تهران، الف- فصل پاییز، ب- فصل بهار

۱۰۰برابر ارزانتر از اروپا!!!!!! آیا اگر این زالوها سالم و قابل عرضه در کشورهای خارجی بودند، با این نرخ پایین به کشور ما ارسال می‌شدند؟ پاسخ به‌روشنی مشخص است. این زالوها، زالوهای غیراستاندارد و آلوده می‌باشند که در اغلب موارد زالوهای مصرفی این کشورها هستند. از آنجا که زالوی آلوده مانند سرنگ آلوده می‌باشد، استفاده از آنها عامل انتقال هر گونه بیماری خونی به کشور می‌باشد. پیگیری این موضوع می‌باید در دستور کار سازمان‌های ذیربط سلامت جامعه قرار گیرد.

ج) ارائه زالوهای غیراستاندارد وارداتی با قیمت پایین و به تعداد زیاد، خارج از زنجیره تولید و توزیع کشوری، نه‌تنها از نظر تضمین سلامت، بلکه سبب ورشکستگی پرورش‌دهندگان زالو خواهد شد که علی‌رغم تلاش و مشکلات عدیده سعی در تولید زالوی سالم و بهداشتی برای مصرف جامعه پزشکی دارند.

۲- عدم پوشش بیمه خدمات درمانی برای زالو (به‌عنوان دارو) و زالودرمانی

یکی از دستاوردهای کمیته زالوی طبی که پس از برگزاری همایش زالوی طبی (۲۸-۳۰ بهمن ۱۳۹۳، دانشگاه تهران) در سازمان غذا و دارو با مشارکت وزارتخانه‌ها و سازمان‌های ذیربط تشکیل شد، زالوی طبی ایرانی *H. orientalis* به‌عنوان «فرآورده طبیعی» مورد تصویب قرار گرفت و مقرر شد در داروخانه‌های سلامتکده‌ها ارائه شود. اما ضمانت استفاده از زالوی طبی استاندارد در مراکز پزشکی، تحت پوشش بیمه قرار گرفتن زالوی طبی است. این موضوع سبب کاهش هزینه مصرف‌کنندگان و تشویق آنها به خریداری زالو از مراکز معتبر خواهد شد. تحت پوشش بیمه قراردادن زالودرمانی نیز سبب ترویج این مهم خواهد شد.

۳- استفاده از زالوهای جمع‌آوری شده از طبیعت

همانگونه که ذکر شد، در قرن نوزدهم به‌دلیل رواج زالودرمانی، جمع‌آوری زالو از طبیعت یکی از راه‌های کسب درآمد بود، که امروزه در کشور نیز راه امرارمعاش است. این مقوله علاوه‌بر در معرض انقراض قرار دادن گونه زالوی طبی، با در اختیار قراردادن زالوهای آلوده در مراکز طبی، سبب انتشار بیماری در جامعه خواهد شد.

۴- تغذیه زالو از خون‌های ناسالم

تغذیه زالوی طبی منحصراً از خون می‌باشد، ولی برای پرورش‌دهندگان تهیه خون سالم با قیمت مناسب چالش بزرگی است. امید است با حمایت از شرکت‌های تهیه خون بهداشتی و استریل، خون قابل‌استفاده برای پرورش‌دهندگان تأمین شود. در حال حاضر خون مورد استفاده در برخی از مراکز تکثیر و پرورش غیراستاندارد بوده و ممکن است منشأ بیماری‌های مشترک بین انسان و دام باشد.

۵- عدم پوشش بیمه برای مراکز تکثیر و پرورش زالو

درحال حاضر مراکز تکثیر و پرورش آبزیان (به غیر از زالو)، ماکیان و دام تحت پوشش بیمه قرار می‌گیرند. در صورت تحت پوشش بیمه قرار گرفتن مراکز تکثیر و پرورش زالو، نگرانی از خسارت‌های پیش‌بینی نشده، پرورش‌دهندگانی که تحت شرایط استاندارد به این امر اشتغال دارند، کاهش خواهد یافت. از طرفی افرادی که بدون رعایت اصول استاندارد به این امر اشتغال دارند، به‌دلیل اینکه زیر پوشش بیمه قرار نخواهند گرفت، سعی در استانداردسازی شرایط تکثیر خواهند داشت. تولید زالوهای استاندارد از مسائل بسیار مهم در این بحث می‌باشد. مهمترین مسئله در تولید زالوهای سالم و استاندارد تهیه خون سالم جهت تغذیه مولدین و نوزادان می‌باشد. خوشبختانه در کشور مراکز تکثیر و پرورش استانداردی فعالیت خود را آغاز کرده‌اند که زالوهای سالم جهت ارائه به مراکز درمانی تولید می‌کنند.

در بسیاری از کشورها کلینیک‌هایی وجود دارد که در آنها طب مکمل از جمله زالودرمانی دارای جایگاه ویژه‌ای است و پزشکان متخصص از زالو در درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌کنند. از آن جمله می‌توان به کلینیک طب یگانشی[1] شهر اسن[2] آلمان اشاره کرد. البته در این کشورها شرکت‌های بیمه بخشی از هزینه‌های زالودرمانی را پوشش می‌دهند.

تقدیر و تشکر

از حمایت‌های دانشگاه تهران، ستاد توسعه علوم و فناوری گیاهان دارویی و طب سنتی معاونت علمی ریاست جمهوری و صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور تشکر می‌شود.

1 Integrative medicine
2 Essen

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

پایگاه داده‌های دیده شده در این مقاله

(1).http://www.blutegel.de/egel/opencms/en/blutegel_en

منابع و مؤاخذ

[1]. Mann, K. H. (1962) Leeches (Hirudinea): their structure, physiology, ecology and embryology, Pergamon Press, PP. 239.
[2]. Michalsen, A., Roth, M., Dobos, G., Aurich, M. (2007) Medicinal leech therapy, Georg Thieme Verlag, New York, PP. 178.
[3]. Whitaker, I. S. (2009) Molecular genetic microbiological and clinical analysis of Hirudo species (leeches): implications for use in surgical practice, PhD thesis, Utrecht University, PP. 239.
[4]. Pechenik, J. A. (2014) Biology of the Invertebrates (7th ed.), McGraw-Hill Education; 2014, New York, PP. 624.
[5]. Trontelj, P., Sotler, M., Verovnik, R. (2004) Genetic differentiation between two species of the medicinal leech, Hirudo medicinalis and the neglected H. verbana, based on random-amplified polymorphic DNA. Parasitology Research, Vol. 94, No. 2, PP.118-124.
[6]. Utevsky, S., Zagmajster, M., Atemasov, A., Zinenko, O., Utevska, O., Utevsky, A., Trontelj, P. (2010) Distribution and status of medicinal leeches (genus Hirudo) in the Western Palaearctic: anthropogenic, ecological, or historical effects? Aquatic Conservation, Vol. 20, No. 2, PP. 198-210.
[7]. Siddall, M.E., Trontelj, P., Utevsky S.Y., Nkamany, M., Macdonald, K.S. (2007) Diverse molecular data demonstrate that commercially available medicinal leeches are not Hirudo medicinalis, Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, Vol. 274, PP. 1481-1487.
[8]. Sket, B., Trontelj, P. (2008) Global diversity of leeches (Hirudinea) in freshwater, Hydrobiologia, Vol. 595, No. 1, PP. 129-137.
[9]. French, K. A., Kirstan, Jr. W. B. (1992) Target Influences on the Development of Leech Neurons, Trends in Neurosciences, Vol. 15, No. 5, PP. 169-74.
[10]. Malek, M., Khodadoost, M. (2016) A chronological journey to Iranian medicinal leech: An amazing creature, Science Cultivation, Vol. 6, No. 1, PP. 73-80 [In Persian].

[11]. Wells, M. D., Manktelow, R. T., Boyd, J. B., Bowen, V. (1993) The medical leech: an old treatment revisited, Microsurgery, Vol. 14, PP. 183-186.
[12]. Farsani, M. (2010) Cupping and phelobotomy in Persian literature, Medical History, Vol. 4, No. 13, PP. 55-84 [In Persian].
[13]. Utevsky, S., Trontelj, P. A. (2005) new species of the medicinal leech (Oligochaeta, Hirudinida, Hirudo) from Transcaucasia and an identification key for the genus Hirudo, Parasitology Research, Vol. 98, No. 1, PP. 61.
[14]. Elliott, J. M., Kutschera, U. (2011) Medicinal leeches: historical use, ecology, genetics and conservation, Freshwater Reviews, Vol. 4, PP. 21–41.
[15]. Fields, W. S. (1991) The history of leeching and Hirudin. Haemostasis, Vol. 21(Suppl 1), PP. 3-10.
[16]. Saglam, N., Saunders, R., Lang, S. A., Shain, D. H. (2016) A new species of Hirudo (Annelida: Hirudinidae): historical biogeography of Eurasian medicinal leeches, BMC Zoology, Vol. 1, No. 1, PP. 5.
[17]. Aghili-Alavi-Shirazi, M. H. (2013) Makhzan al-Adwiya. Ed. by Shams Ardekani MR; Rahimi R; Farjadmand F., Choogan, Tehran. [In Persian].
[18]. Jorjani, E. (2013) Zakhireh Kharazmshahi, Institute of Natural Medicine Revival, Qom [In Persian].
[19]. Aghili Alavi Shirazi M. Kholasat Al hekmat, Edited by Nazem, Esmaeilian Publication, Qom [In Persian].
[20]. Avicenna, H. (2005) Al-Qanun fi al-Tibb (The Canon of Medicine), Alamy Le al-Matbooat Institute, Lebanon [In Arabic].
[21]. Arzani, M. (2012) Mofarrah al-Gholoob, Lomei, Tehran [In Persian].
[22]. Al-Razi M. (1955) Al-Hawi fi al-tibb. Osmania Oriental Publications Bureau, Hyderabad [In Arabic].
[23]. Darabi-Darestani, K., Malek, M. (2011) Predation of two species of leech under laboratory condition. Progress in Biological Sciences, Vol. 1, No. 2, PP. 11-15.
[24]. Paruzel, M. (2010) Practical outline of Hirudotherapy. Naturoterapia Par-med. PP. 147 [In Polish].
[25]. Mohammadi-Kenari, H., Kordafshari, Gh. (2015) Amale Yadavi (Phelobotomy, Cupping and leech therapy). Yaghout [In Persian].
[26]. Barzegar, A., Azizi, A., Faridi, P., Mohagheghzadeh, A. (2015) Leech therapy in Iranian traditional medicine. Forschende Komplementarmedizin, Vol. 22, PP. 50-53.
[27]. Ghods, R., Abdi, M., Pourrahimi, M., Dabaghian, F. (2029) Leech therapy indications: a scoping review, Persian Medicine, Vol. 4, PP. 118-130.
[28]. Koppen, D., Aurich, M., Pasalar, M., Rampp, T. (2017) Medicinal leech therapy in venous congestion and various ulcer forms: Perspectives of Western, Persian and Indian medicine, Journal of Traditional and complementary medicine, Vol. 10, No. 2, PP. 104-109.
[29]. Dwiwedi, A. P. (2012) Case study of leech application in diabetic foot ulcer, International International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy, Vol. 3, No. 5, PP. 748-751.
[30]. Hajtalebi, H., Iurigh, H. K., Hajtalebi, H. R. (2017) Treatment of diabetic foot ulcer in a 74-year-old female patient based on Iranian traditional medicine in Bojnurd, Asian Journal of Clinical Case

perspective, Integrative Medicine Research, Vol. 6, No. 4, PP. 337–343.
[45]. Abdualkader, A. M., Ghawi, A. M., Alaama, M., Awang, M., and Merzouk, A. (2013) Leech Therapeutic Applications, Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, Vol. 75, No. 2, PP. 127–137.
[46]. Kurdymov, A. S., Manuvera, V. A., Baskova, I. P., Lazarev, V. N. (2015) A comparison of the enzymatic properties of three recombinant isoforms of thrombolytic and antibacterial protein—Destabilase-Lysozyme from medicinal leech, BMC Biochemistry, Vol. 16, No. 27, PP. 1-11.
[47]. Linker, A., Hoffman, Ph., Mayer, K. (1957) The Hyaluronidase of the Leech: An Endoglucuronidase, Nature, Vol. 180, PP. 810–811.
[48]. Jin, P., Kang, Z., Zhang, N., Du, G., Chen, J. (2015) High-yield novel leech hyaluronidase to expedite the preparation of specific hyaluronan oligomers, Scientific Reports, Vol 4, No. 4471, PP. 1-8.
[49]. Rabinowitz, J. L. (1996) Salivary lipid profiles of the leech (Hirudo medicinalis), Lipids, Vol. 31, No. 8, PP. 887-8.
[50]. Van Der Lande, V. M. (1968) Esterase activity in certain glands of leeches (Annelida: Hirudinea), Comparative Biochemistry and Physiology, Vol. 25, No. 2, PP. 447-456.
[51]. Kraemer, B. A., Korber, K. E., Aquino, T. I., Engleman, A. (1988) Use of leeches in plastic and reconstructive surgery: a review, Journal of Reconstructive Microsurgery, Vol. 4, PP. 381-386.
[52]. Krashenyuk, A. I. Coronavirus COVID-19 Theoretical and Practical Substantiations for Reducing Mortality from Complications, Acta Scientific Medical Sciences, Vol. 4, No. 6, PP. 115-123.
[53]. Bestle, D., Heindl, M.R., Limburg, H., Lam Van, T. V., Pilgram, O., Moulton, H., Stein, D. A., Hardes, K., Eicmann, M., Dolnik, O., Rohde, C., Becker, S., Klenk, H. D., Garten, W., Steinmetzer, T., Botthcer- Friebertshäuser, E. (2020) TMPRSS2 and furin are both essential for proteolytic activation and spread of SARS-CoV-2 in human airway epithelial cells and provide promising drug targets. University of Oxford, Immunology network.
[54]. Darabi-Darestani, K. (2010) Seasonal variation in abundance and life cycle of leech Hirudo orientalis Utevsky and Trontelj, 2005 in Northern Iran, MSc. Thesis, University of Tehran, 2010.
[55]. Jafarifar, F. (2013) Life cycle and gonad histology of the medicinal leech Hirudo orientalis Utevsky and Trontelj, 2005 and effect of different factors on the breeding, MSc. Thesis, University of Tehran.
[56]. Ghobadi, S. (2012) Study of medicinal leech, Hirudo orientalis development from cocoon formation to maturation, MSc. Thesis, University of Tehran.
[57]. Sheikhzadeh-Najjar, M. (2015) Relationships between symbiotic bacteria and Hirudo orientalis Utevsky and Trontelj, 2005 during the life cycle, Msc. Thesis, University of Tehran.
Reports for Traditional and Alternative Medicine, Vol. 1, PP. 1-10.
[31]. Hamidzadeh, N., Azizi, A., Zarshenas, M. M., Ranjbar, S. (2017) Leech therapy in treatment of cutaneous leishmaniasis: a case report, Journal of Integrative Medicine, Vol. 15, No. 5, PP.407-410.
[32]. Pourrahimi, M., Abdi, M., Ghods, R. (2010) Complications of leech therapy, Avicenna Journal of Phytomedicine, Vol. 10, No. 3, PP. 222-234.
[33]. Kovalenko, M., Utevsky, S. (2015) Comparative structural analysis of jaws of selected blood-feeding and predacious arhynchobdellid leeches (Annelida: Clitellata: Hirudinida), Zoomorphology, Vol. 134, No. 1, PP. 33-43.
[34]. Soltani, M., Alijaniha, F. (2011) Medicinal leech therapy, Ishagh Publishing Co. [In Persian].
[35]. Hildebrandt, J. P., Lemke, S. (2011) Small bite, large impact–saliva and salivary molecules in the medicinal leech, Hirudo medicinalis, Naturwissenschaften, Vol. 98, No. 12, PP. 995-1008.
[36]. Baskova, I., Kostrjukova, E., Vlasova, M., Kharitonova, O., Levitskiy, S., Zavalova, L., . . . Lazarev V. (2008) Proteins and peptides of the salivary gland secretion of medicinal leeches Hirudo verbana, H. medicinalis, and H. orientalis, Biochemistry, Moscow, Vol. 73, No. 3, PP. 315-320.
[37]. Sig, A. K., Guney, M., Guclu, A. U., Ozmen, E. (2017) Medicinal leech therapy-an overall perspective, Journal of Integrative Medicine, Vol. 6, No. 4, PP. 337-343.
[38]. Markwardtm F. (1955) Untersuchungen uber Hirudin, Naturwissenshaften, Vol. 55, PP. 52:537.
[39]. Hoet, B., Close, P., Vermylen, J., Verstraete, M. (1990) Hirudo medicinalis and hirudin. In: Poller L, ed. Recent advances in blood coagulation, Vol. 3. Churchill Livingstone, Edinburgh, PP. 22344.
[40]. White, H. D., Chew, D. P. (2002) Bivalirudin: an anticoagulant for acute coronary syndromes and coronary interventions, Expert Opin Pharmacother, Vol. 3, PP. 777-788.
[41]. Markwardt, F. (1993) Hirudin: The Famous Anticoagulant Agent. In: Claeson G, Scully MF, Kakkar VV, Deadman J. eds. The Design of Synthetic Inhibitors of Thrombin, Advances in Experimental Medicine and Biology, Vol. 34. Springer, Boston, PP. 191-211.
[42]. Fink, E., Rehm, H., Gippner, C., Bode, W., Eulitz, M., Machleidt, W., Fritz, H. (1986) The primary structure of bdellin B-3 from the leech Hirudo medicinalis. Bdellin B-3 is a compact proteinase inhibitor of a "non-classical" Kazal type. It is present in the leech in a high molecular mass form, Biological Chemistry Hoppe Seyler, Vol. 367, No. 12, PP. 1235-42.
[43]. Rigbi, M., Levy, H., Iraqi, F., Teitelbaum, M., Orevi, M., Alajoutsijärvi, A., Horovitz, A., Galun, R. (1987) The saliva of the medicinal leech Hirudo medicinalis, Biochemical characterization of the high molecular weight fraction, Comparative Biochemistry and Physiology B., Vol. 87, No. 3, PP. 567-73.
[44]. Sig, A. K., Guney, M., Guclu, A. U., Ozmenc, E. (2017) Medicinal leech therapy-an overall

[58]. Darabi-Darestani, K. (2016) Freshwater leeches of Alborz region basins and a biosystematics approach to medicinal leech, Hirudo orientalis, PhD. Thesis, University of Tehran.
[59]. Sargolzaee, S. (2017) Comparative study of growth and survival in two populations of Hirudo orientalis Utevsky and Trontelj, 2005, Msc. Thesis, University of Tehran.
[60]. Salimian, F. (2019) The comparison of the life cycle of two species of medicinal leeches Hirudo orientalis Utevsky and Trontelj, 2005 and Hirudo verbena Carena, 1820, Msc. Thesis. University of Tehran.
[61]. Salehof, M. (2020) Age dependent changes in protein profiles of Hirudo orientalis Utevsky and Trontelj, 2005, Msc. Thesis. University of Tehran.
[62]. Roohi Aminjan, A. (2018) Optimization of breeding of Hirudo orientalis Utevsky & Trontelj, 2005, Postdoctoral project, Funded by Iran National Science Foundation, Iran.
[63]. Malek, M., Jafarifar, F., Parsa, H., Salehi, H. (2019) Culture of a new medicinal leech: growth, survival and reproduction of Hirudo orientalis Utevsky and Trontelj, 2005 under laboratory conditions, Journal of Natural History, Vol. 53, Nos. 11-12, PP. 627–637.
[64]. Darabi-Darestani, K., Sari, A., Sarafrazi, A. (2016) Five new records and an annotated checklist of the leeches (Annelida: Hirudinida) of Iran, Zootaxa, Vol. 4170, No. 1, PP. 41-70.
[65]. Darabi-Darestani, K., Malek, M. (2011) Seasonal variation in the occurrence of the medicinal leech Hirudo orientalis in Guilan Province, Iran, Aquatic Biology, Vol. 11, PP. 289–294.

مروری بر خواص زیست‌فعال ترکیبات فلوروتانین از جلبک‌های قهوه‌ای دریایی

علیرضا هدهدی[1]، آریا باباخانی[1،*]، هانیه رستم‌زاد[1]

چکیده

امروزه اهمیت ترکیبات زیست‌فعال موجود در جلبک‌های دریایی برای اهداف دارویی به‌خوبی شناخته شده‌است. به‌خصوص، مواد نوتروسیتیک حاصل از جلبک‌های دریایی به‌عنوان منبع غنی از مؤلفه‌های سلامتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بین جلبک‌های دریایی، جلبک‌های قهوه‌ای منبعی ارزشمند از ترکیبات طبیعی زیست‌فعال می‌باشند. این ترکیبات باعث ارتقاء سطح سلامت و کاهش خطر ابتلا به بیماری می‌شوند. منابع دریایی خلیج فارس غنی از جلبک‌هایی است که از خواص کاربردی آنها شناخت کافی وجود ندارد. در طی سال‌های اخیر، بینش‌های امیدوارکننده در مورد زیست‌فعال بودن عصاره‌ها و ترکیبات جدا شده از ماکروجلبک‌های دریایی باعث شده است که توسعه محصولات مشتق از جلبک دریایی با توان تجاری افزایش یابد. فلوروتانین یکی از این ترکیبات طبیعی زیست‌فعال مهم می‌باشد که در این مقاله تلاش شده است تا مروری بر خواص دارویی آن انجام شود. نتایج نشان داد که ترکیبات فلوروتانین با مهار کردن رادیکال‌های آزاد در سلول‌ها، روند اکسایش را به تأخیر انداخته و همچنین با کاهش جهش‌های احتمالی از بسیاری از بیماری‌های قلبی-عروقی، سرطان و غیره جلوگیری می‌کنند. بنابراین می‌توان از این ترکیب زیست‌فعال برای ساخت داروهای جدید و همچنین مواد غذایی غنی‌شده جهت مقابله با ناهنجاری‌های موجود در انسان، بهره برد.

واژگان کلیدی: جلبک قهوه‌ای، ترکیبات فلوروتانین، خواص زیست‌فعال، خلیج فارس

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

[1] دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.10.6

مقدمه

در دهه‌های اخیر جلبک‌های دریایی به‌عنوان منبع اصلی مواد غذایی عملکردی مورد بهره‌برداری قرار گرفته و در صنایع غذایی و دارویی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است [۱]. علاوه‌بر این، بسیاری از متابولیت‌های جدا شده از جلبک‌های دریایی دارای اثرات زیست فعال می‌باشند [۲]. در نتیجه، علاقه‌ی زیادی به شناسایی و استخراج این ترکیبات از گونه‌های مختلف آن که حاوی این ترکیبات هستند، وجود دارد [۳]. این جلبک‌ها را می‌توان به طور پایدار پرورش داد [۴]. در سال‌های اخیر پرورش گسترده‌ی جلبک‌های دریایی رشد چشمگیری داشته است، به‌طوری‌که بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ میزان پرورش آن تقریباً سه برابر شده و از میزان ۹/۳ میلیون تن به ۲۷ میلیون تن رسیده است که بیش از ۹۵٪ نیاز جلبک سراسر جهان را تأمین نموده است [۵]. این میزان در سال ۲۰۱۶ به ۳۰ میلیون تن رسیده است [۶].

جلبک‌های قهوه‌ای یکی از بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین گروه جلبک‌ها می‌باشند. این جلبک‌ها به رنگ‌های قهوه‌ای، زیتونی و زرد-قهوه‌ای دیده می‌شوند. تقریباً ۱۸۰۰ گونه جلبک قهوه‌ای وجود دارد که به طور گسترده از اقیانوس‌های مناطق گرمسیری تا قطبی گسترش یافته‌اند اما تنها تعداد اندکی از گونه‌های این جلبک‌ها در صنعت مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۷] . جلبک‌های قهوه‌ای غنی از ترکیباتی مانند فنول‌ها، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و سایر ترکیبات با فعالیت‌های زیستی مختلف هستند [۲]. پلی-فنول‌ها یکی از رایج‌ترین متابولیت‌های ثانویه در گیاهان خشکی‌زی و دریایی هستند. اگرچه پلی‌فنول‌های موجود در گیاهان خشکی‌زی و دریایی از بعضی جهات شبیه به هم هستند، اما در ساختار شیمیایی آنها تفاوت‌های اساسی وجود دارد. پلی-فنول‌های موجود در گیاهان خشکی‌زی شامل فلاونوئیدها یا اسیدهای گالیک هستند در حالی‌که پلی‌فنول‌های موجود درجلبک دریایی، شامل فلوروتانین‌ها می‌باشند [۸، ۹]. فلوروتانین‌های موجود در جلبک‌های قهوه‌ای دارای حداکثر هشت حلقه می‌باشند که از داخل به هم مرتبط هستند؛ این ویژگی باعث می‌شود که این فلوروتانین‌ها جاذب‌های قوی‌تری (۱۰۰-۱۰ برابر) برای رادیکال‌های آزاد در مقایسه با پلی‌فنول-هایی باشند که از گیاهان خشکی‌زی به‌دست می‌آیند و تنها دارای ۳ تا ۵ حلقه می‌باشند [۱۰].

خلیج فارس دارای گونه‌های جلبکی متفاوت و متنوعی می‌باشد. یک گروه از این جلبک‌ها، خانواده سارگاسوم‌ها می‌باشند که از مهم‌ترین خانواده‌های رده جلبک‌های قهوه‌ای بوده که در سطح جهانی پراکنده بوده و شامل بیش از ۴۰۰ گونه می‌باشند [۱۱]. در مطالعه‌ای نشان داده شد که جلبک‌های به ساحل ریخته شده در سواحل دریای عمان که عمدتاً از جنس سارگاسوم هستند به حدود ۲۰۰۰ تن در سال می‌رسند [۱۲]. جلبک‌های موجود در منابع دریایی جنوب کشور یکی از ظرفیت‌های زیستی ارزشمند کشور هستند که توجه چندانی به آنها نشده است و برنامه‌ریزی اصولی و مدونی برای بهره‌برداری از این ذخائر دریایی وجود ندارد. میزان بسیار زیادی از جلبک‌های خانواده سارگاسوم در خلیج چابهار و دریای عمان وجود دارد. لذا این جلبک‌ها با پراکنشی که در سواحل ایران دارند می‌توانند به عنـوان گونه‌ای بالقوه جهت بررسی وجود ترکیباتی با خواص زیست‌فعال برای اهداف دارویی و غذادارویی مورد بررسی قرار گیرند [۱۳].

فلوروتانین‌های استخراج شده از جلبک‌های قهوه‌ای

ترکیبات فنولی یکی از مهم‌ترین گروه‌های شیمیایی می‌باشند که به‌طور گسترده در گونه‌های مختلف گیاهان وجود دارند [۱۴]. جلبک‌های قهوه‌ای منبعی ارزشمند از این ترکیبات طبیعی زیست‌فعال به ویژه فلوروتانین‌ها بوده که بیشتر در قشر اپیدرمی آنها متمرکز می‌باشند؛ هرچند در دیواره سلولی ماکروجلبک‌های دریایی نیز یافت شده‌اند [۱۵، ۱۶]. جلبک‌های دریایی این ترکیبات زیست‌فعال را برای محافظت از خود در برابر عوامل خارجی مانند اشعه‌ی ماوراء بنفش، استرس و گیاهخواران تولید می‌کنند [۱۷]. فلوروتانین‌ها از طریق پلیمریزه شدن واحدهای مونومر فلوروگلوسینول (۱،۳،۵-تری‌هیدروکسی بنزن) و همچنین بیوسنتز از طریق مسیر استات-مالونات و مسیر پلی‌کتید تولید می‌شوند [۱۸، ۱۹]. فلوروتانین‌ها بر اساس نوع پیوند بین زیر واحدهای فلوروگلوسینول و همچنین تعداد گروه‌های هیدروکسیل اضافی روی ساختار آروماتیک، می‌توانند به ۶ زیر رده اصلی تقسیم شوند که شامل: فلوورتول‌ها[1]، فوکول‌ها[2]،

[1] Phlorethols
[2] Fucols
[5] Isofuhalols
[6] Eckols

فوهالول‌ها[1]، فوکوفلورتول‌ها[2]، ایزوفوهالول‌ها[5] و اِکول‌ها[6] می‌باشند [۲۰].

خواص زیست‌فعال فلوروتانین‌ها

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که با مهار کردن رادیکال‌های آزاد در سلول‌ها، روند اکسایش را به تأخیر انداخته و همچنین با کاهش جهش‌های احتمالی از بسیاری از بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان جلوگیری می‌کنند [۲۱]. بسیاری از بیماری‌ها با استرس اکسایشی (اکسیداتیو) همراه هستند که تصور می‌شود که آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند منجر به پیش‌گیری از شروع این نوع از بیماری‌ها گردد. استرس اکسایشی در یک سیستم بیولوژیکی، به دلیل وجود عوامل واکنش‌پذیر با اکسیژن، ایجاد می‌شود. این عوامل به طور طبیعی از متابولیسم‌های سلولی ایجاد می‌شوند یا می‌توانند ناشی از عوامل محیطی مانند دود و آلودگی باشند. این ترکیبات با کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک موجود در سیستم‌های بیولوژیکی واکنش داده و عملکرد آن‌ها را مختل می‌کنند [۱۷].

فلوروتانین‌ها یک پتانسیل بسیار عالی در برابر ترکیبات DPPH[7]، هیدروکسیل، سوپراکسید و رادیکال‌های پراکسید در شرایط آزمایشگاهی از خود نشان داده‌اند [۲۲]. بسیاری از مطالعات نشان داده است که فلوروتانین‌های استخراج شده از جلبک‌های قهوه‌ای دریایی نظیر *cklonia cava*، *Ecklonia kurome*، *Ecklonia bicyclis* و *Hyaleucerae fusiformis* دارای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی قوی در برابر رادیکال‌های آزاد هستند [۲۳، ۲۴]. مشتقات فلوروتانین مانند 6,6'-bieckol استخراج شده از جلبک قهوه‌ای *E. cava* دارای فعالیت آنتی-اکسیدانی بالاتری نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های تجاری نظیر آسکوربیک‌اسید می‌باشند [۲۵]. همچنین فلوروتانین‌های استخراج شده از جلبک قهوه‌ای *Fucus vesiculosus*، فعالیت کاهندگی آهن FRAP[8] و فعالیت جذب رادیکال آزاد DPPH بالایی از خود نشان داده‌اند [۱۸].

فعالیت ضد باکتریایی

فلوروتانین‌ها دارای خواص ضدباکتریایی در برابر برخی از باکتری‌های بیماری‌زای ناشی از مواد غذایی هستند. فعالیت ضد باکتریایی فلوروتانین‌ها به وزن مولکولی آنها وابسته می‌باشد، به‌طوری‌که هر چه وزن مولکولی بیشتر باشد واکنش‌پذیری بیشتر و در نتیجه خواص عملکردی بالاتری دارند. این امر به‌دلیل تعداد بیشتر حلقه‌های فنولی همراه با گروه‌های عاملی هیدروکسیل موجود در آن و چگونگی پراکندگی این عامل‌ها می‌باشد [۲۲، ۲۶، ۲۷، ۲۸].

گزارش شده‌است که فلوروتانین اثر مثبتی بر روی میکروفلور موجود در روده انسان داشته و سبب افزایش باکتری‌های پروبیوتیک می‌شود [۲۹]. فلوروتانین‌های استخراج شده از جلبک قهوه‌ای *F. vesiculosus* پتانسیل قابل‌توجهی در افزایش سطوح پروپیونات و بوتیرات از خود نشان داده‌اند که به واسطه نقش خود در هموستاز روده، دو اسید چرب با زنجیره کوتاه مهم محسوب می‌شوند [۳۰]. همچنین مشتقات فلوروتانین مانند- dieckol و 8,8-bieckol استخراج شده از جلبک قهوه‌ای *E. kurome* در کاهش رشد باکتری‌های *Campylobacter jejuni* و *Vibrio parahaemolyticus* موفق عمل نموده‌اند [۳۱]. از باکتری‌هایی که مورد بررسی قرار گرفته‌اند، باکتری *Campylobacter spp* بیشترین حساسیت را نسبت به گیاهان دارویی از خود نشان داد. علاوه‌بر این، فلوروتانین‌های حاصل از جلبک‌های قهوه‌ای به‌طور موثری رشد باکتری *Staphylococcus aureus* را کاهش دادند [۳۲]. همچنین نتایج نشان داده است که فلوروتانین‌های حاصل از جلبک قهوه-ای *Ascophyllum nodosum* باعث کاهش شیوع باکتری *Escherichia coli* در مدفوع گاوی می‌شوند [۳۳].

فعالیت ضد سرطان

تشکیل سلول‌های سرطانی در بدن انسان می‌تواند مستقیماً توسط رادیکال‌های آزاد ایجاد شود. امروزه داروهای ضد سرطان طبیعی به‌عنوان جایگزین شیمی درمانی دارای محبوبیت زیادی در درمان سرطان می‌باشند، از این‌رو می‌توان از ترکیبات ضد رادیکال آزاد مانند فلوروتانین‌ها برای مقابله با سلول‌های سرطانی با رویکرد استفاده آتی در آزمایشات بالینی انسانی استفاده کرد. گزارش شده است که ترکیبات غذا دارویی

---

[1] Fuhalols
[2] Fucophlorethols
[7] 2,2-diphenyl-1-pricrylhydrazyl
[8] Ferric Reducing Antioxidant power

(نوتروسیتیک) موجود در جلبک *Laminaria*، خطر ابتلا به سرطان روده و پستان را در مطالعات حیوانی کاهش می‌دهند [۳۴]. فلوروتانین‌های حاصل از جلبک قهوه‌ای *E. cava* می‌توانند از طریق القای آپوپتوز، رشد MCF-7 (سلول‌های سرطانی پستان انسان) را کاهش دهند [۳۵]. علاوه‌بر این، مشتقات فلوروتانین مانند dieckol و eckol استخراج شده از جلبک قهوه‌ای *E. cava* دارای اثر ضدسرطانی قوی بر سلول‌های سرطانی انسانی نظیر HeLa (سلول سرطانی دهانه رحم)، HT1080 (سلول سرطانی فیبروسارکوم)، A549 (سلول سرطانی ریه) و HT-29 (سلول سرطانی روده بزرگ) می‌باشند [۳۶].

فعالیت ضد دیابت

دیابت نوعی اختلال مزمن متابولیک است که با سطح قند خون بالا مشخص می‌شود. در فرآیند هضم کربوهیدرات‌های پیچیده رژیم غذایی، دو آنزیم آلفا-گلوکسیداز[۱] و آلفا-آمیلاز[۲] نقش مهمی دارند. مهار این دو آنزیم می‌تواند با تأخیر هضم الیگوساکاریدها و دی ساکاریدها، منجر به تأخیر جذب گلوکز توسط روده کوچک شده و در نتیجه باعث کاهش سطح گلوکز در پلاسما شود [۳۷]. استرس اکسایشی و رادیکال‌های آزاد غیرمتعادل موجب رشد بیماری دیابت نوع ۲ می‌شوند و یکی از مهم‌ترین راهکارهای تعدیل آن استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی خوردنی و غیرخوردنی می‌باشد [۳۸]. اکثر فلوروتانین‌های استخراج شده از جلبک قهوه‌ای *E. cava* به‌ویژه dieckol، فعالیت مهاری قابل‌توجهی در برابر آنزیم آلفا-گلوکسیداز موجود در روده موش و آنزیم آلفا-آمیلاز موجود در پانکراس خوک از خود نشان داده‌اند [۳۷] . مطالعات نشان داده است که مشتقات فلوروتانین مانند dieckol و eckol به ترتیب دارای فعالیت مهاری ۹۷٪/۵ و ۸۷/۵٪ در غلظت ۱ میلی‌مولار در مقابل آنزیم آلفا-آمیلاز می‌باشند [۹]. بنابراین جلبک قهوه‌ای *E. cava* یک منبع بالقوه برای استخراج ترکیبات فلوروتانین جهت اهداف دارویی، به‌ویژه برای بیماران دیابتی می‌باشد [۳۹].

فعالیت ضد فشار خون

آنزیم تبدیل کننده آنژیوتانسین-۱ (EC 3.4.15.1; ACE) با تبدیل آنژیوتانسین I به آنژیوتانسین II نقش مهمی در تنظیم فشار خون دارد. علاوه‌بر این، ACE در استرس اکسایشی و ترومبوز سلول نقش دارد که در طی آن ACE باعث فعال شدن پلاکت، تجمع و چسبندگی می‌شود [۴۰]. مهار ACE یک روش درمانی مفید برای فشار خون بالا محسوب می‌شود. مطالعات بسیاری در مورد سنتز مهارکننده‌های ACE مانند کاپتوپریل[۳]، انالاپریل[۴]، آلکاسپریل[۵] و لیسینوپریل[۶] انجام شده است که در حال حاضر در درمان فشار خون بالا و نارسایی قلبی در انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، این داروهای مصنوعی دارای عوارض جانبی نظیر سرفه، اختلال در حس چشایی، جوش‌های پوستی و غیره می‌باشند و اعتقاد بر این است که این عوارض، ذاتاً با مهار کننده‌های ACE مصنوعی در ارتباط می‌باشند. در سال‌های اخیر، جستجو برای مهارکننده‌های ACE طبیعی به‌عنوان گزینه جایگزین داروهای مصنوعی، برای جلوگیری از عوارض جانبی، بسیار مورد توجه بوده است. تحقیقات نشان داده است که فلوروتانین‌های حاصل از *E. cava* با تشکیل نوعی کمپلکس با پروتئین‌ها دارای اثر مهارکنندگی بر روی ACE می‌باشند [۴۱]. همچنین یافته‌ها حاکی از این است که فعالیت مهارکنندگی ACE به درجه پلیمریزه شدن مشتقات فلوروتانین بستگی دارد [۴۲].

فعالیت ضد HIV

جلبک‌های قهوه‌ای منبعی بسیار با ارزش از ترکیبات ضد HIV می‌باشند. برای اولین بار Ahn و همکاران [۴۳] گزارش دادند که فلوروتانین‌های dieckol و bieckol دارای اثر مهارکنندگی بر روی ویروس HIV-1 در شرایط آزمایشگاهی می‌باشند. تحقیقات نشان داده است که گروه‌های هیدروکسیل و آریل موجود در فلوروتانین‌ها باعث ایجاد اثر مهارکنندگی بر ویروس HIV می‌شوند [۹]. علاوه‌بر این، 6,6’-bieckol می‌تواند به‌طور انتخابی فعالیت ویروس HIV-1 را مهار کند؛ بدون این که هیچ گونه سمیتی از خود به جای بگذارد. بنابراین فلوروتانین‌ها دارای پتانسیل درمانی بسیار بالایی برای ساخت داروهای ضد HIV نیز می‌باشند [۴۴].

---

[1] α-glucosidase
[2] α-amylase
[3] Captopril
[4] Enalapril
[5] Alcacepril
[6] Lisinopril

فعالیت ضد آلرژی

امروزه بیماری‌های آلرژیک تقریباً یک سوم از مردم کره زمین را تحت تأثیر قرار داده‌اند. بیماری‌های آلرژیک در اثر فعال شدن شیمیایی یا ایمونولوژیک سلول‌ها بوده که با آزاد سازی گسترده‌ی واسطه‌های درونزا مانند هیستامین به وجود می‌آیند [۴۵]. تحقیقات نشان داده است که فلوروتانین موجود در جلبک قهوه‌ای *E. cava* می‌تواند ترشح هیستامین از سلول‌های موش را مهار کند [۴۶]. همچنین در تحقیقی نشان داده شد که عصاره آبی *E. cava* دارای بیش از ۵۰٪ اثر مهارکنندگی بر روی RBL-2H3 (سلول‌های بازوفیل موش) می‌باشد. بنابراین عصاره این جلبک حاوی عناصر مفیدی بوده که می‌توانند استخراج شده و به‌عنوان یک ترکیب دارویی، مورد استفاده قرار گیرند [۴۷].

سایر خواص زیست‌فعال

علاوه‌بر خواص زیست‌فعال ذکر شده در این تحقیق، فلوروتانین‌ها دارای فعالیت های بیولوژیکی متعددی نظیر فعالیت ضدویروس، ضد انگل، ضد پرولیفراتیو، ضد التهاب و غیره نیز هستند. آنها همچنین دارای اثر مهارکنندگی آنزیمی می‌باشند؛ مانند مهار استیل‌کولین استراز (AChE)[۱]، بوتیل‌کولین‌استراز (BChE)[۲]، ماتریس متالوپروتئیناز (MMPs)[۳]، هیالورونیداز[۴] و تیروزیناز[۵] [۴۸، ۴۹]. علاوه بر این، برخی از فلوروتانین‌ها مانند 7-phloroeckol، phlorofucofuroeckol A و 6,6 -bieckol به دلیل فعالیت‌های بازدارندگی در برابر هر دو آنزیم استیل کولین استراز و بوتیرول کولین استراز، می‌توانند به‌عنوان مواد دارویی مفید برای پیشگیری از بیماری آلزایمر استفاده شوند [۵۰].

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که فلوروتانین‌های موجود در جلبک‌های قهوه‌ای دریایی دارای عناصر زیست‌فعال فراوانی بوده و می‌توانند نقش مهمی در سلامتی انسان ایفا کنند. با وجود علاقه روز افزون جهانی به استفاده از این عناصر، هنوز معضلات زیادی در پیش رو وجود دارد که می‌بایست برطرف شوند. در این مطالعه تلاش شد که فعالیت‌های دارویی و غذا دارویی مرتبط با فلوروتانین‌ها که به شرایط آزمایشگاهی محدود بودند مورد بررسی قرار گیرد. تاکنون اکثر خواص زیست‌فعال فلوروتانین‌ها، در شرایط آزمایشگاهی و بر روی موش‌ها مشاهده شده‌اند، لذا تحقیقات بیشتری لازم است تا فعالیت آنها بر روی انسان نیز بررسی شود. با پیشرفت‌های اخیر در زمینه‌های زیست‌شناسی مولکولی و بیوشیمی، یک رویکرد مؤثر برای مطالعه تعاملات فلوروتانین‌ها با سیستم‌های سلولی انسان می‌تواند در درک فعل و انفعالات مولکولی فلوروتانین‌ها در مدیریت بیماری‌های مختلف انسانی مفید واقع شود تا بتوان از آنها برای ساخت داروهای جدید و همچنین مواد غذایی غنی‌شده جهت مقابله با ناهنجاری‌های موجود در انسان، بهره برد.

منابع و مؤاخذ

[1]. Kadam, S. U., and Prabhasankar, P. (2010). Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products, Food Research International, Vol. 43, No. 8, PP. 1975-1980.
[2]. Liu, X., Luo, G., Wang, L., and Yuan, W. (2019). Optimization of antioxidant extraction from edible brown algae Ascophyllum nodosum using response surface methodology, Food and Bioproducts Processing, Vol. 114, PP. 205-215.
[3]. Barbosa, M., Lopes, G., Andrade, P. B., and Valentão, P. (2019). Bioprospecting of brown seaweeds for biotechnological applications: Phlorotannin actions in inflammation and allergy network, Trends in Food Science & Technology, Vol. 86, PP. 153-171.
[4]. Wood, D., Capuzzo, E., Kirby, D., Mooney-McAuley, K., and Kerrison, P. (2017). UK macroalgae aquaculture: What are the key environmental and licensing considerations? Marine Policy, Vol. 83, PP. 29-39.
[5]. FAO. (2016). The state of world fisheries and aquaculture, Food and Agriculture Oraganization of the United Nations, 2016.
[6]. FAO. (2018). The state of world fisheries and aquaculture", Meeting the Sustainable Development Goals, Rome, PP. 358.
[7]. Indrawati, R., Sukowijoyo, H., Wijayanti, R. D. E., and Limantara, L. (2015). Encapsulation of brown seaweed pigment by freeze drying characterization and its stability during storage, Procedia Chemistry, Vol. 14, PP. 353-360.
[8]. Ragan, M. A. (1986). Phlorotannins, brown algal polyphenols, Progress in Phycological Research, Vol. 4, PP. 177-241.
[9]. Shibata, T., Fujimoto, K., Nagayama, K., Yamaguchi, K., and Nakamura, T. (2002). Inhibitory activity of brown algal phlorotannins

[1] Acetylcholinesterase (AChE)
[2] butylcholinesterase (BChE) inhibition
[3] Matrix metalloproteinases (MMPs) inhibition
[4] Hyaluronidase inhibition
[5] Tyrosinase inhibition

Stiger-Pouvreau, V., Czjzek, M., and Potin, P. (2013). Structure/function analysis of a type III polyketide synthase in the brown alga Ectocarpus siliculosus reveals a biochemical pathway in phlorotannin monomer biosynthesis, The Plant Cell, Vol. 25, No. 8, PP. 3089-3103.
[20]. Targett, N. M., and Arnold, T. M. (1998). Minireview-predicting the effects of brown algal phlorotannins on marine herbivores in tropical and temperate oceans, Journal of Phycology, Vol. 34, No. 2, PP. 195-205.
[21]. Samaraweera, A. M., Vidanarachchi, J. K., and Kurukulasuriya, M. S. (2012). Industrial applications of macroalgae. S. K. Kim, (ed)., Handbook of Marine Macroalgae Biotechnology and Applied Phycology, John Wiley & Sons Ltd. West Sussex. UK. PP. 500-521.
[22]. Li, Y., Qian, Z. J., Ryu, B., Lee, S. H., Kim, M. M., and Kim, S. K. (2009). Chemical components and its antioxidant properties in vitro: an edible marine brown alga, Ecklonia cava, Bioorganic & Medicinal Chemistry, Vol. 17, No. 5, PP. 1963-1973.
[23]. Shibata, T., Ishimaru, K., Kawaguchi, S., Yoshikawa, H., and Hama, Y. (2007). Antioxidant activities of phlorotannins isolated from Japanese Laminariaceae, In Nineteenth International Seaweed Symposium, PP. 255-261.
[24]. Sharifian, S., Shahbanpour, B., Taheri, A., and Kordjazi, M. (2019). Effect of phlorotannins on melanosis and quality changes of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) during iced storage, Food Chemistry, Vol. 298, PP. 124980.
[25]. Kang, S. M., Lee, S. H., Heo, S. J., Kim, K. N., and Jeon, Y. J., (2011), “Evaluation of antioxidant properties of a new compound, pyrogallol-phloroglucinol-6, 6'-bieckol isolated from brown algae, Ecklonia cava”, Nutrition Research and Practice, Vol. 5, No. 6, pp 495-502.
[26]. Kirke, D. A., Rai, D. K., Smyth, T. J., and Stengel, D. B. (2019). An assessment of temporal variation in the low molecular weight phlorotannin profiles in four intertidal brown macroalgae, Algal Research, Vol. 41, PP. 101550.
[27]. Audibert, L., Fauchon, M., Blanc, N., Hauchard, D., and Ar Gall, E. (2010). Phenolic compounds in the brown seaweed Ascophyllum nodosum: distribution and radical-scavenging activities, Phytochemical Analysis, Vol. 21, No. 5, PP. 399-405.
[28]. Ferreres, F., Lopes, G., Gil-Izquierdo, A., Andrade, P., Sousa, C., Mouga, T., and Valentão, P. (2012). Phlorotannin extracts from fucales characterized by HPLC-DAD-ESI-MSn: approaches to hyaluronidase inhibitory capacity and antioxidant properties, Marine Drugs, Vol. 10, No. 12, PP. 2766-2781.
[29]. Vázquez-Rodríguez, B., Santos-Zea, L., Heredia-Olea, E., Acevedo-Pacheco, L., Santacruz, A., Gutiérrez-Uribe, J. A., and Cruz-Suárez, L. E. (2021). Effects of phlorotannin and polysaccharide fractions of brown seaweed Silvetia compressa on human gut microbiota composition using an in vitro against hyaluronidase, International Journal of Food Science & Technology, Vol. 37, No. 6, PP. 703-709.
[10]. Mohamed, S., Hashim, S. N., & Rahman, H. A. (2012). Seaweeds: a sustainable functional food for complementary and alternative therapy, Trends in Food Science & Technology, Vol. 23, No. 2, PP. 83-96.
[۱۱]. آریا باباخانی لشکان، مسعود رضائی، کرامت ا... رضایی و سید جعفر سیف‌آبادی، (۱۳۹۱). بهینه‌سازی استخراج ترکیبات آنتی-اکسیدانی جلبک قهوه‌ای *Sargassum angustifolium* خلیج فارس به روش استخراج به کمک مایکروویو، نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳، صص ۲۴۳-۲۵۵.
[۱۲]. محمود حافظیه، سید حسن حسینی، دانیال اژدری و حمیرا حسین‌پور، (۱۳۹۱). برآورد ارزش غذایی دو گونه از گیاهان دریایی قهوه‌ای و قرمز دریای عمان *Sargassum ilicifolium* و *Gracillaria cortica*، مجله علمی پژوهشی اقیانوس شناسی، بهار ۹۳، شماره ۱۷، صص ۴۳-۲۳.
[۱۳]. مرتضی ضیاءالدینی، غلام‌رسول بسکله و میرمهدی زاهدی دیزجی، (۱۳۹۷). بهینه‌سازی استخراج ترکیبات فنولی کل دو نوع جلبک دریایی سارگاسوم (*Sargassum sp.*) و کاهو دریایی (*Ulva sp.*) در آب‌های ساحلی چابهار به روش اولتراسونیک، مجله اقیانوس-شناسی، شماره ۳۸، صص ۱-۱۰.
[14]. Safari, P., Rezaei, M., and Shaviklo, A. R. (2015). The optimum conditions for the extraction of antioxidant compounds from the Persian Gulf green algae (Chaetomorpha sp.) using response surface methodology, Journal of Food Science and Technology, Vol. 52, No. 5, PP. 2974-2981.
[15]. Arnold, T. M., and Targett, N. M. (2002). Marine tannins: the importance of a mechanistic framework for predicting ecological roles, Journal of Chemical Ecology, Vol. 28, No. 10, PP. 1919-1934.
[16]. Petchidurai, G., Amruthraj, N. J., John, M. S., Sahayaraj, K., Murugesan, N., and Pucciarelli, S. (2019). Standardization of quantification of total tannins, condensed tannin and soluble phlorotannins extracted from thirty-two drifted coastal macroalgae using high performance liquid chromatography, Bioresource Technology Reports, Vol. 7, PP. 100273.
[17]. Pinteus, S., Silva, J., Alves, C., Horta, A., Thomas, O., and Pedrosa, R. (2017). Antioxidant and cytoprotective activities of Fucus spiralis seaweed on a human cell in vitro model, International Journal of Molecular Sciences, Vol. 18, No. 2, PP. 292.
[18]. Wang, T., Jónsdóttir, R., Liu, H., Gu, L., Kristinsson, H. G., Raghavan, S., and Ólafsdóttir, G. (2012). Antioxidant capacities of phlorotannins extracted from the brown algae Fucus vesiculosus, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 60, No. 23, PP. 5874-5883.
[19]. Meslet-Cladière, L., Delage, L., Leroux, C. J. J., Goulitquer, S., Leblanc, C., Creis, E., Gall, E. R.,

converting enzyme inhibitors prevent diabetes and cardiovascular disease, The American Journal of Cardiology, Vol. 91, No. 12, PP. 30-37.
[41]. Liu, J. C., Hsu, F. L., Tsai, J. C., Chan, P., Liu, J. Y. H., Thomas, G. N., Tomlinson, B., Lo, M. Y., and Lin, J. Y. (2003). Antihypertensive effects of tannins isolated from traditional Chinese herbs as non-specific inhibitors of angiontensin converting enzyme, Life Sciences, Vol. 73, No. 12, PP. 1543-1555.
[42]. Cha, S., Lee, K., and Jeon, Y. (2006). Screening of extracts from red algae in Jeju for potentials marine angiotensin-I converting enzyme (ACE) inhibitory activity, Algae Inchon, Vol. 21, No. 3, PP. 343-348.
[43]. Ahn, M. J., Yoon, K. D., Min, S. Y., Lee, J. S., Kim, J. H., Kim, T. G., and Kim, J. (2004). Inhibition of HIV-1 reverse transcriptase and protease by phlorotannins from the brown alga Ecklonia cava, Biological and Pharmaceutical Bulletin, Vol. 27, No. 4, PP. 544-547.
[44]. Artan, M., Li, Y., Karadeniz, F., Lee, S. H., Kim, M. M., and Kim, S. K. (2008). Anti-HIV-1 activity of phloroglucinol derivative, 6, 6′-bieckol, from Ecklonia cava, Bioorganic & Medicinal Chemistry, Vol. 16, No. 17, PP. 7921-7926.
[45]. Church, M. K., and Levi-Schaffer, F. (1997). The human mast cell, Journal of Allergy and Clinical Immunology, Vol. 99, No. 2, PP. 155-160.
[46]. Sugiura, Y., Matsuda, K., Yamada, Y., Nishikawa, M., Shioya, K., Katsuzaki, H., IMAI, K., and Amano, H. (2006). Isolation of a new anti-allergic phlorotannin, phlorofucofuroeckol-B, from an edible brown alga, Eisenia arborea, Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, Vol. 70, No. 11, PP. 2807-2811.
[47]. Kimiya, T., Ohtani, K., Satoh, S., Abe, Y., Ogita, Y., Kawakita, H., Hamada, H., Konishi, Y., Kubota, S., and Tominaga, A. (2008). Inhibitory effects of edible marine algae extract on degranulation of RBL-2H3 cells and mouse eosinophils, Fisheries Science, Vol. 74, No. 5, PP. 1157-1165.
[48]. Li, Y. X., Wijesekara, I., Li, Y., and Kim, S. K. (2011). Phlorotannins as bioactive agents from brown algae, Process Biochemistry, Vol. 46, No. 12, PP. 2219-2224.
[49]. Haavisto, F., Koivikko, R., and Jormalainen, V. (2017). Defensive role of macroalgal phlorotannins: benefits and trade-offs under natural herbivory, Marine Ecology Progress Series, Vol. 566, PP. 79-90.
[50]. Yoon, N. Y., Lee, S. H., and Kim, S. K. (2009). Phlorotannins from Ishige okamurae and their acetyl-and butyrylcholinesterase inhibitory effects. Journal of Functional Foods, Vol. 1, No.4, pp. 331-335
colonic model, Journal of Functional Foods, Vol. 84, PP. 104596.
[30]. Catarino, M. D., Marçal, C., Bonifácio-Lopes, T., Campos, D., Mateus, N., Silva, A., Pintado, M. M., and Cardoso, S. M. (2021). Impact of Phlorotannin Extracts from Fucus vesiculosus on Human Gut Microbiota, Marine Drugs, Vol. 19, No. 7, PP. 375.
[31]. Nagayama, K., Iwamura, Y., Shibata, T., Hirayama, I., and Nakamura, T. (2002). Bactericidal activity of phlorotannins from the brown alga Ecklonia kurome, Journal of Antimicrobial Chemotherapy, Vol. 50, No. 6, PP. 889-893.
[32]. Eom S. H., Kang M. S., and Kim YM. (2008). Antibacterial activity of the phaeophyta Ecklonia stolonifera on methicillin-resistant Staphylococcus aureus, Fisheries and Aquatic Sciences, Vol. 11, No.1, PP. 1-6.
[33]. Braden, K. W., Blanton Jr, J. R., Allen, V. G., Pond, K. R., and Miller, M. F. (2004). Ascophyllum nodosum supplementation: a preharvest intervention for reducing Escherichia coli O157: H7 and Salmonella spp. in feedlot steers, Journal of Food Protection, Vol. 67, No. 9, PP. 1824-1828.
[34]. Yuan, Y. V., and Walsh, N. A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of extracts from a variety of edible seaweeds, Food and Chemical Toxicology, Vol. 44, No. 7, PP. 1144-1150.
[35]. Kong, C. S., Kim, J. A., Yoon, N. Y., and Kim, S. K. (2009). Induction of apoptosis by phloroglucinol derivative from Ecklonia cava in MCF-7 human breast cancer cells, Food and Chemical Toxicology, Vol. 47, No. 7, PP. 1653-1658.
[36]. Li, Y., QIAN, Z. J., KIM, M. M., and KIM, S. K. (2011). Cytotoxic activities of phlorethol and fucophlorethol derivatives isolated from Laminariaceae Ecklonia cava, Journal of Food Biochemistry, Vol. 35, No. 2, PP. 357-369.
[37]. Lee, S. H., Karadeniz, F., Kim, M. M., and Kim, S. K. (2009). α-Glucosidase and α-amylase inhibitory activities of phloroglucinal derivatives from edible marine brown alga, Ecklonia cava, Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 89, No. 9, PP. 1552-1558.
[38]. Taghavi, F., and Moosavi-Movahedi, A. A., (2019), “Free Radicals, Diabetes, and Its Complexities” in Book “Plant and Human Health” Vol. 2, pp 1-41 [Ozturk, M., and Hakeem, K. R., (eds.)], Springer Nature Switzerland 1-41.
[39]. Wijesekara, I., Yoon, N. Y., and Kim, S. K., (2010), “Phlorotannins from Ecklonia cava (Phaeophyceae): Biological activities and potential health benefits”, Biofactors, Vol. 36, No. 6, pp 408-414.
[40]. McFarlane, S. I., Kumar, A., and Sowers, J. R. (2003). Mechanisms by which angiotensin-

فرآیندهای کوانتومی در علوم زیستی

سید نصیب‌الله دوستی مطلق[۱]، امیر اشراقی[۱،*]

چکیده

زیست‌شناسی کوانتومی از رشته‌های نوظهور در حوزه مطالعات مکانیک کوانتومی است که طی دهه گذشته توجه زیادی را به خود معطوف کرده است. درگذشته فرض بر این بود که ویژگی‌های مکانیک کوانتومی نظیر همدوسی، درهم‌تنیدگی و تونل‌زنی فقط در دمای نزدیک به صفر مطلق و سیستم‌های خالص اتفاق می‌افتند؛ بنابراین آنها در دمای محیط و سامانه‌های زیستی که محیط‌هایی گرم و مرطوب هستند، تخریب خواهند شد؛ ازاین‌رو، این ویژگی‌های در سامانه‌های زیستی نادیده گرفته می‌شدند.

آیا مکانیک کوانتومی نقشی در فرآیندهای زیستی دارد؟ اگرچه این سؤال به اندازه نظریه کوانتوم قدیمی است اما اندازه‌گیری‌های اخیر بر سیستم‌های زیستی در مقیاس‌های زمانی بسیار سریع، پاسخ احتمالی را روشن کرده است. شواهد اخیر نشان می‌دهد که بعضی از پدیده‌های زیستی ممکن است برخی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد مکانیک کوانتومی را به‌کار گیرند تا مزیت زیستی به‌دست آورند. تاکنون دانشمندان موفق شده‌اند که این خواص کوانتومی را در فرآیندهای فتوسنتز، گیرندگی مغناطیسی در پرندگان، حس بویایی و کاتالیز آنزیمی مشاهده کنند. زیست‌شناسی کوانتومی مطالعه چنین فرایندهایی است. در این بررسی ما آخرین نتایج مربوط به اثرات کوانتومی غیربدیهی در پدیده‌های زیستی را ارائه می‌دهیم.

واژگان کلیدی: زیست‌شناسی کوانتومی، فتوسنتز، گیرندگی مغناطیسی در پرندگان، بویایی، کاتالیز آنزیم.

* عهده‌دار مکاتبات:، پژوهشگر دکتری، نشانی الکترونیکی: amireshraghi106@gmail.com

[۱] دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، پژوهشکده آماد و فناوری دفاعی، تهران، ایران.

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.11.7

مقدمه

پیشرفت‌های مکانیک کوانتومی در دنیای فیزیک دگرگونی‌های عظیمی را به پا کرده است. یکی از این پیشرفت‌ها مربوط به زمینه‌ی در حال ظهور «زیست‌شناسی کوانتومی[1]» است. زیست‌شناسی کوانتومی بسیار هیجان‌انگیز و بدون شک شاخه‌ای است که به‌سرعت در حال رشد است [۱-۴]. زیست‌شناسی کوانتومی شاخه‌ای جدید نیست؛ بحث در مورد این حوزه بعد از تکمیل شدن چارچوب نظری مکانیک کوانتومی در بین دانشمندان پیشگام در حوزه مطالعات کوانتومی آغاز شده بود. دانشمندانی نظیر نیلز بور[2]، جردن پاسکال[3]، ماکس دلبروگ[4] و اروین شرودینگر[5] و... به ارتباط بین زیست‌شناسی و مکانیک کوانتومی پرداخته و مقالات متعددی را منتشر کرده‌اند. در بین پیشگامان کوانتومی می‌توان کتاب «حیات چیست[6]؟» شرودینگر را تأثیرگذارترین تألیف در این حوزه دانست. بحث در مورد ارتباط بین زیست‌شناسی و مکانیک کوانتومی به دلایل مختلفی نظیر شروع جنگ جهانی دوم و نبود تجهیزات آزمایشگاهی پیشرفته به فراموشی سپرده شد. بنابراین، تفکر غالب نه‌تنها در بین زیست‌شناسان بلکه در بین فیزیکدانان و بیوشیمیدانان این بود که مکانیک کوانتومی نمی‌تواند هیچ نوع نقش ویژه‌ای در سیستم‌های زنده داشته باشد [۵-۷]. اکنون، شواهدی رو به رشدی وجود دارد که تعدادی مکانیسم خاص در موجودات زنده از ویژگی‌های مکانیک کوانتومی، مانند همدوسی[7] طولانی‌مدت و بلند برد، تونل‌زنی[8] و حتی درهم‌تنیدگی[9] استفاده می‌کنند. در ابتدا این اثرات در سامانه‌های زیستی نادیده گرفته می‌شدند چون این خواص فقط مختص به دنیای زیر اتمی، اتم‌ها و مولکول‌ها، سیستم‌های خالص در دماهای نزدیک به صفر مطلق هستند؛ ازاین‌رو تصور نمی‌شد در سیستم‌های زنده که محیطهایی پیچیده، گرم، مرطوب و پر از نویز هستند، مشاهده شوند [۸-۱۰]. یکی از مشهورترین نمونه‌ها در مورد نقش غیر بدیهی مکانیک کوانتومی در زیست‌شناسی، همدوسی کوانتومی طولانی‌مدت مشاهده‌شده در انتقال انرژی اکسیتون[10] در فتوسنتز است [۱۲،۱۱،۸]. علاوه‌بر این موضوع بحث‌برانگیز، نقش پررنگ‌تر مکانیک کوانتومی در تونل‌زنی الکترون‌ها و پروتون‌ها در کاتالیز آنزیمی یافت می‌شود. فراتر از این نمونه‌ها، درهم‌تنیدگی کوانتومی در ناوبری[11] پرندگان نقش دارد [۱۳]، درحالی‌که پیشنهاد شده است تونل‌زنی کوانتومی نیز در حس بویایی[12] و جهش[13] DNA دخیل می‌باشد [۱۴]. پیشرفت‌های اخیر در روش‌های آزمایشگاهی مانند طیف‌سنجی فوق‌سریع، طیف‌سنجی تک‌مولکولی، میکروسکوپ تفکیک زمانی و تصویربرداری تک‌مولکولی محققان را قادر کرده که دینامیک زیستی را در بازه‌های زمانی و اندازه‌های بسیار کوچک مطالعه کنند [۱۵،۴].

در این مطالعه ما تصویری از نقش خواص کوانتومی در فتوسنتز، مهاجرت پرندگان، حس بویایی و عملکرد آنزیمی را ارائه داده و شواهد و استدلال‌های موجود در مورد وجود نقش عملکردی پدیده‌های کوانتومی در این سیستم‌ها را به شرح زیر ارائه می‌-دهیم.

فتوسنتز

فتوسنتز تقریباً انرژی لازم برای حیات اغلب جانداران روی زمین را تأمین می‌کند. این انرژی، در شکل یک فوتون توسط آنتن‌های گیرنده نور به‌عنوان یک برانگیختگی الکترونی جذب می‌شود. سپس این برانگیختگی از هر آنتن به یک مرکز واکنش منتقل می‌شود. درنهایت جداسازی بار باعث ایجاد اشکال پایدارتری از انرژی شیمیایی می‌شود. ساختارهای زیستی دقیق و ترکیب‌های رنگدانه به‌کاررفته از آنتن به مرکز واکنش و پس‌ازآن، بین ارگانیسم‌ها متفاوت هستند [۱۶،۱۲،۱۷]. این تنوع در ابزارهای جذب نور نشان‌دهنده لزوم سازگاری ارگانیسم‌های فتوسنتزی با شرایط زیستی و زیستگاه‌های طبیعی مختلف است. یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین مثال‌ها، ابزار جذب نور باکتری گوگردی سبز[14] است [۱۸]. این باکتری‌ها دارای یک آنتن کلروزومی بسیار بزرگ هستند که رشد در شرایط کم‌نور را

---

[1] Quantum Biology
[2] Niels Bohr
[3] Pascual Jordan
[4] Max Delbrück
[5] Erwin Schrödinger
[6] What is life
[7] Coherence
[8] Tunneling
[9] Entanglement
[10] Exciton
[11] Navigation
[12] Smell
[13] Mutation
[14] Green-sulphur bacteria

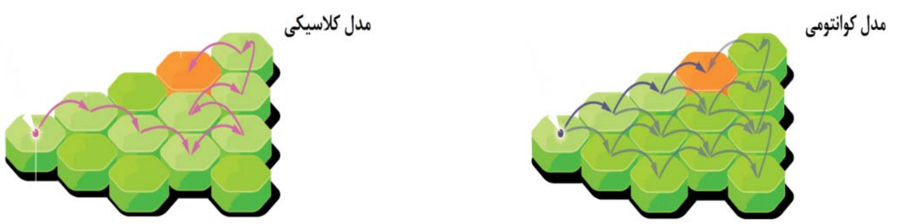
امکان‌پذیر می‌سازد. انرژی جمع‌آوری‌شده توسط این کلروزوم‌ها از طریق یک ساختار تخصصی به نام کمپلکس FMO[1] به مرکز واکنش منتقل می‌شود. نکته قابل‌توجه، راندمان مشاهده‌شده آن با سایر واحدهای فتوسنتزی است. تقریباً هر فوتون (تقریباً ۱۰۰ درصد) جذب‌شده، با موفقیت به مرکز واکنش منتقل می‌شود، حتی اگر برانگیختگی‌های الکترونی ایجادشده طول عمر بسیار کوتاهی (تقریباً ۱ نانوثانیه) داشته باشند [۱۹–۲۲]. در سال ۲۰۰۷، فلمینگ[2] و همکارانش، شواهد مربوط به انتقال همدوس انرژی در کمپلکس FMO را ارائه کردند [۱۱]. نتایج این تحقیق به‌قدری شگفت‌آور بود که منجر به انجام تحقیقات نظری و تجربی زیادی توسط محققان علاقه‌مند به این زمینه شد. نتایج این مطالعه در مجله نیچر[3] به چاپ رسید.

ویژگی‌های کوانتومی

شواهد مستقیم مربوط به وجود همدوسی کوانتومی در مقیاس‌های طولی و زمانی قابل‌توجه در کمپلکس FMO توسط فلمینگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ ارائه‌شده است. آنها مشاهدات طیفی در دمای پایین (۷۷ کلوین) برای دینامیک همدوسی کوانتومی مربوط به یک برانگیختگی الکترونی در رنگدانه‌های متعدد موجود در کمپلکس FMO را ارائه کردند. از آن زمان مجموعه عظیمی از آزمایش‌های بیشتر نشان می‌دهند که همدوسی حتی در دمای اتاق تا ۳۰۰ فمتوثانیه قابل‌مشاهده است [۲۵–۲۳]. مدل‌های نظری گوناگونی برای توضیح چرایی و چگونگی استفاده از همدوسی کوانتومی توسط طبیعت در هدایت این برانگیختگی الکترونی از طریق کمپلکس FMO ارائه‌شده است. نزدیک‌ترین مدل کلاسیک که می‌تواند با این اثرات کوانتومی مقایسه شود، مدل فورستر[4] است که در آن انتقال اکسیتون بین سایت‌ها به‌عنوان یک انتقال ناهمدوس در نظر گرفته می‌شود، و همه همدوسی‌ها یا برهم‌نهی‌های بین سایت‌ها نادیده گرفته می‌شوند [۲۶,۱]. در ابتدا مفهوم مشاهده همدوسی کوانتومی در دمای اتاق در یک سیستم زیستی می‌تواند تعجب‌برانگیز باشد. بااین‌حال، حتی یک مقایسه ساده در مورد مقیاس‌های انرژی مربوطه نشان می‌دهد که درواقع اثرات کوانتومی می‌توانند در این مورد مهم باشند [۲۷]. محاسبه یا سنجش دقیق انرژی‌ها و قدرت‌های کوپلینگ در کمپلکس فوتوسنتزی مانند FMO، مستلزم ترکیبی از طیف‌سنجی و روش‌های شیمی کوانتومی اولیه مبتنی بر مدل‌های اتمی می‌باشد. خوشبختانه FMO یکی از مدل‌هایی است که بیشتر مورد مطالعه قرارگرفته است و به‌طورکلی، سنجش و محاسبه قدرت‌های کوپلینگ و انرژی‌ها ازنظر کمی، مطابقت دارند. در دیدگاه کلاسیک انرژی به‌طور تصادفی از یک مولکول به مولکول دیگر جهش پیدا می‌کند درحالی‌که مطابق دیدگاه کوانتومی، انرژی به‌طور هم‌زمان در چند جهت حرکت می‌کند. در دنیای مکانیک کلاسیک، گام‌های کلاسیکی درواقع حرکت تصادفی براونی[5] هستند درحالی‌که گام‌های کوانتومی یک برهم‌نهی از موقعیت‌هاست [۲۸,۲۹]. تفاوت بین تفسیر کلاسیکی و کوانتومی به‌وضوح در شکل ۱ قابل‌مشاهده است.

گیرندگی مغناطیسی[6] در پرندگان و ناوبری آنان

گیرندگی مغناطیسی عبارت است از قابلیت برخی از گونه‌های مهاجر برای حرکت با استفاده از میدان مغناطیسی زمین. مکانیسم مبتنی بر تأثیر فرآیندهای شیمیایی با میدان مغناطیسی خارجی، رسوبات مواد معدنی مغناطیسی در موجود زنده، برای توضیح

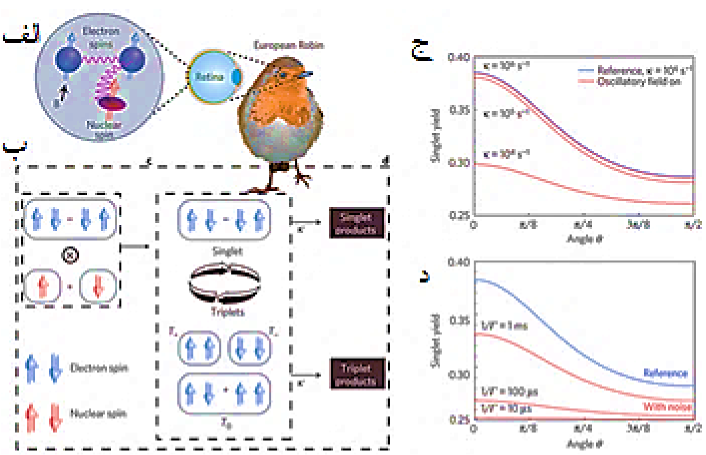


شکل ۱: طبق مدل کلاسیک یا «ناهمدوس» این فرآیند، مسیر برانگیختگی به مرکز واکنش کم‌وبیش تصادفی است. در نتیجه، چنین مسیری می‌تواند منجر به هدر رفتن انرژی شود. در مقابل، اگر فرآیند انتقال انرژی «همدوس» باشد به گونه‌ای که اکسیتون مانند یک موج حرکت کند، می‌تواند همه مسیرهای ممکن را به طور همزمان کاوش کند و فقط کارآمدترین مسیر را طی کند .[30]

[1] Fenna-Matthews-Olsen
[2] Fleming
[3] Nature
[4] Förster
[5] Brownian motion
[6] Magnetoreception

این قابلیت در برخی از ارگانیسم‌ها مورد استفاده قرارگرفته است. بااین‌حال، با توجه آزمایش‌های رفتاری انجام‌شده بر روی ارگانیسم‌های دیگر، مکانیسم مبتنی بر مواد مغناطیس رد می‌شود. به‌عنوان‌مثال، سینه‌سرخ‌های اروپایی دارای یک حس مغناطیسی هستند که به‌عنوان قطب‌نما عمل می‌کند و مستقل از قطبیت است، درحالی‌که اکثر مدل‌های قطب‌نما مبتنی بر مغناطیس بر پایه حساسیت به قطبیت عمل می‌کنند [۳۱-۳۳]. مجموعه آزمایش‌های رفتاری نشان‌دهنده ویژگی‌های جذاب‌تر این حس مغناطیسی غیرقطبی هستند. درنهایت، نشان داده شد که حس ناوبری توسط پالس‌های مغناطیسی و میدان‌های مغناطیسی نوسان‌کننده خارجی ضعیف تغییر می‌کند [۳۴]. در پاسخ به آزمایش‌های اولیه که نشان‌دهنده ویژگی‌های گیرندگی مغناطیسی وابسته به نور هستند، شولتن[1] و همکاران، مکانیسم جفت رادیکال را به‌عنوان یک قطب‌نمای شیمیایی- زیستی قابل‌قبول پیشنهاد کردند [۳۵]. در سال ۱۹۸۰، الریچ[2] و همکارانش نشان دادند که میدان‌های مغناطیسی قوی (۱۰۰-۱۰ گوس) می‌توانند بر عملکرد واکنش جفت رادیکال تأثیر بگذارند [۳۶]. در سال ۲۰۰۰، ریتز[3] در یک مقاله تحت عنوان «مدلی برای گیرندگی مغناطیسی مبتنی بر گیرنده نور در پرندگان» کار شولتن را گسترش‌داده و مدل صحیحی از مکانیسم جفت- رادیکال را ارائه داد [۳۷]. مدل جفت- رادیکال استاندارد می‌تواند به شرح زیر خلاصه شود (شکل ۲)، هر چند جزئیات و مراحل دقیق می‌توانند بسیار پیچیده باشند [۳۸،۳۹]: یک جفت رادیکال (معمولاً) یک جفت مولکول متصل است که هر یک دارای یک الکترون جفت نشده می‌باشد. این جفت‌ها با فرآیند فوتوشیمیایی در حالات همبسته اسپینی ایجاد می‌شوند؛ به عبارتی، به‌صورت تک یا سه‌تایی هستند. وضعیت این اسپین‌ها تحت تأثیر ترکیبی میدان مغناطیسی ضعیف زمین و برهم‌کنش‌های هایپرفین[4] هسته‌ای با هسته میزبان تکامل می‌یابد. درنهایت، سرعت نوترکیبی بار[5] به اسپین بارهای جداشده وابسته است و محصولات واکنش این جفت رادیکال‌ها را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد (یا: درنهایت، سرعت نوسان بین این حالات مستقیماً بر روی محصولات واکنش جفت- رادیکال تأثیر می‌گذارد). محصولات متفاوت واکنش جفت- رادیکال ازنظر زیستی قابل‌تشخیص هستند. بنابراین، اگر وزن نسبی حالت‌های تک و سه‌تایی به زاویه میدان خارجی حساس باشند، محصولات واکنش نیز منجر به یک قطب‌نمای مغناطیسی خواهند شد.

تا سال ۲۰۱۶، مدل‌های ارائه‌شده قادر نبودند تا دقت بالای چشم پرنده را برای تشخیص میدان مغناطیسی توضیح دهند. در



شکل ۱: قطب‌نمای کوانتومی پرندگان. الف. طرح کلی مکانیسم جفت رادیکال برای گیرندگی مغناطیسی که به‌طور بالقوه می‌تواند توسط سینه‌سرخ‌های اروپایی و سایر گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در این مکانیسم سه مرحله اصلی وجود دارند. اول، انتقال الکترون القاشده با نور از مولکول تشکیل‌دهنده جفت- رادیکال به یک مولکول پذیرنده که یک جفت رادیکال را ایجاد می‌کند (ب و ج). دوم، حالت‌های اسپین- الکترون تک و سه‌تایی به دلیل کوپلینگ‌های میدان‌های مغناطیسی خارجی (زیمان[1]) و داخلی (هایپرفین) به یکدیگر تبدیل می‌شوند (د). سوم، جفت رادیکال‌های تک و سه‌تایی به ترتیب به محصولات تک و سه‌تایی تبدیل می‌شوند. نتایج بالا نشان می‌دهند که حالت اسپین الکترون باید زمان همدوسی بسیار طولانی داشته باشد [۱۸].

[1] Schulten
[2] Ulrich
[3] Ritz
[4] Hyperfine
[5] Charge recombination

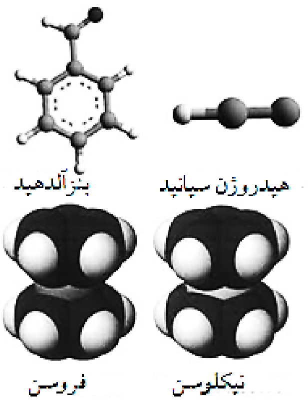
مطالعه‌ای که توسط هیسکوک[1] و همکارانش انجام شد، آنها مدلی از مکانیسم جفت- رادیکال را که قادر به توضیح اینکه چگونه چشم پرنده قادر به تشخیص زاویه کمتر از پنج درجه است، ارائه کردند [۴۰]. آنها با استفاده از شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای، نشان دادند که همدوسی طولانی‌مدت اسپینی کوانتومی، می‌تواند منجر به این دقت بالا در پرنده شود. آنها در این مطالعه نشان دادند که گیرندگی مغناطیسی جفت- رادیکال بیشتر از آنچه تا حالا شناخته‌شده است، کوانتومی است.

حس بویایی

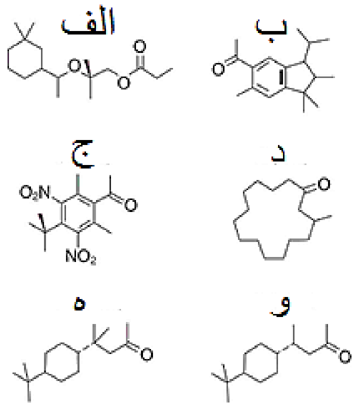
حس بویایی یکی از ویژگی‌های مهم موجودات زنده است. مکانیسمی که بو به‌وسیله آن شناسایی می‌شود، به‌طور کامل ناشناخته است. پیش‌ازاین، نظریه‌ی شکل[2] یا قفل و کلید[3] به‌عنوان توضیحی برای مکانیسم درک بو ارائه‌شده است. بر اساس این نظریه، شکل ماده معطر باید متناسب با گیرنده‌ی بویایی باشد (مانند تناسب قفل و کلید). محدودیت‌های این مکانیسم سبب ارائه یک نظریه جدید به نام نظریه ارتعاش[4] بویایی شده است. در نظریه‌ی ارتعاشی، بینی به‌عنوان یک طیف‌سنج در نظر گرفته می‌شود که ارتعاش مولکول معطر را شناسایی می‌کند. بااین‌حال، این موضوع در حال حاضر بحث‌برانگیز است و به‌طور جدی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه ما به بررسی نظریه‌های ارائه‌شده برای فرآیندهای دخیل در بویایی می‌پردازیم.

مدل قفل و کلید

در سال ۱۹۶۳، آمور[5] [۴۱] اظهار داشت که پاسخ به بو بر اساس مکانیسم «قفل و کلید» کار می‌کند. مدل قفل و کلید نشان می‌دهد که شکل مولکول‌های گیرنده و مولکول معطر مکمل یکدیگر هستند؛ این ایده از مکانیسم مولکولی رفتار آنزیم‌ها الهام گرفته‌شده بود [۱۴]. باوجود این توضیح قدرتمند در مورد اتصال ساختاری مولکول بو، نشان داده‌شده است که مولکول‌هایی با ساختار متفاوت دارای بوی یکسان هستند و ترکیباتی با ساختارهای مشابه، بوی متفاوتی دارند [۴۲,۴۳,۱۰]. برخی از ترکیبات مانند فروسن[6] و نیکلوسن[7] دارای ساختار مشابه اما بوهای متفاوتی هستند. نیکلوسن دارای بوی سیکلوکلن[8] است، درحالی‌که فروسن دارای بوی کافور است. علاوه بر این، هیدروژن سیانید و بنزآلدهید دارای ساختار متفاوت اما بوی یکسان هستند (بادام تلخ). شکل ۴ مدل فضاپرکن[9] بوها را نشان می‌دهد.



شکل ۳: ساختار بنزآلدهید و هیدروژن سیانید و مدل فضاپرکن فروسن و نیکلوسن [۴۴].



شکل۴: بوهای الف تا د ساختار متفاوت اما بوی یکسانی دارند، درحالی‌که بوهای (ه) و (و) دارای ساختار یکسان اما بوی متفاوتی هستند [۴۵].

مثال‌های دیگر در شکل ۴ نشان داده شده‌اند. ترکیب‌های الف تا د دارای ساختار متفاوت اما بوی یکسان هستند (مشک)، درحالی‌که (ه) و (و) دارای شکل مشابه ولی با بوی متمایزی

[1] Hamish G. Hiscock
[2] Shape
[3] Lock and key
[4] Vibrational
[5] Amoore
[6] Ferrocene
[7] Nickelocene
[8] Cycloalkene
[9] Space-filling model

هستند. مشخص‌شده است که ترکیب (ه) بدون بو است، درحالی‌که ترکیب (و) بوی ادرار می‌دهد. این باعث ایجاد مشکل در نظریه‌ی «قفل و کلید» شده است.

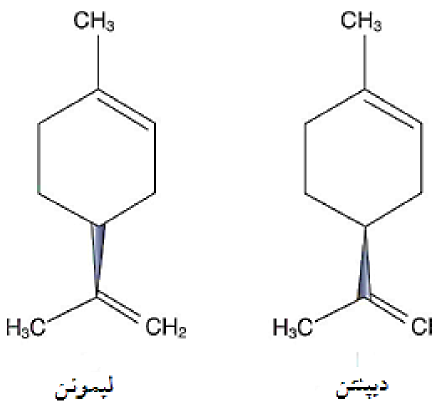
نظریه ارتعاش بویایی

در سال ۱۹۳۸، مالکوم دیسون[1] اظهار داشت که بینی، به‌جای شکل یک مولکول بو، فرکانس ارتعاشی آن را شناسایی می‌کند. دیسون اظهار داشت که مواد شیمیایی دارای بوی یکسان معمولاً گروه‌های شیمیایی یکسانی دارند (به‌عنوان‌مثال، C=O، این گروه‌های شیمیایی تا حد زیادی ویژگی‌های مولکول‌ها را تعیین می‌کنند). علاوه‌بر این، چند گروه شیمیایی دیگر مانند گروه تیول[2] (SH) وجود دارند که بوی یک مولکول را صرف‌نظر از شکل آن تعیین می‌کنند (بویی شبیه به تخم‌مرغ فاسد). او فرکانس‌های ارتعاشی ترکیباتی را اندازه‌گیری کرد و مشخص شد که از اصل پراکندگی نور رامان[3] تبعیت می‌کردند [۴۶]. او متوجه شد که بین برخی از فرکانس‌ها در طیف رامان با یک بوی خاص، ارتباطی قوی وجود دارد. همه‌ی ترکیباتی که دارای یک پیوند سولفور- هیدروژن انتهایی هستند دارای یک فرکانس رامان در همان محدوده می‌باشند.

استفاده از نظریه‌ی رامان برای توضیح بویایی دشوار بود. این نظریه زمانی بی‌فایده بود که مشاهده شد مولکول‌های کایرال (ترکیبات با ساختار شیمیایی یکسان و طیف رامان مشابه) می‌توانند به‌آسانی توسط بینی تشخیص داده شوند. یک مثال کلی لیمونن[4] است که به‌عنوان مولکول راست‌دست و دیپنتن[5] به‌عنوان مولکول چپ‌دست در نظر گرفته می‌شود (شکل ۵). هر دوی آن‌ها دارای پیوند مولکولی یکسان و طیف رامان مشابه درحالی‌که بوی متفاوتی دارند.

مدل رمز کارت مغناطیسی[6]

رمز کارت مغناطیسی ترکیبی از نظریه «قفل و کلید» و نظریه ارتعاشی است. این مدل ابتدا توسط استونهام[7] ارائه شد. او استدلال کرد که شکل گیرنده بویایی و ارتعاشات پیوند مولکول



شکل ۵: لیمونن و دیپنتن بوی متفاوتی دارند، درحالی‌که طبق مشاهدات دارای طیف یکسانی هستند [۴۵].

معطر باعث ایجاد بو می‌شوند [۴۷-۵۰]. گفته می‌شود که بخش اتصال گیرنده بویایی مانند دستگاه کارت‌خوان عمل می‌کند. به‌طورکلی، این بدان معنی است که مولکول بو ابتدا به شکل گیرنده مکمل خود متصل می‌شود، سپس تونل‌زنی الکترون ناشی از ارتعاش را انجام می‌دهد. گیرنده سمت راست، مولکول سمت راست را شناسایی می‌کند و بوی آن را تشخیص می‌دهد که متفاوت از مولکول سمت چپ شناسایی‌شده توسط گیرنده سمت چپ می‌باشد. نکته‌ای که هنوز واضح نیست، این است که شکل گیرنده بویایی چگونه است، چگونه دو مولکول گیرنده و دهنده مستقرشده و اتصال مولکول‌های سمت راست و سمت چپ به یک گیرنده یا گیرنده‌ای متفاوت صورت می‌گیرد.

عملکرد آنزیم‌ها

آنزیم‌ها برای عملکرد سلولی به‌دلیل کاتالیز کردن فرآیندهای بیوشیمیایی با سرعت بسیار پایین، ضروری هستند. شناخت اینکه چگونه آنزیم‌ها سرعت فرآیندها را افزایش می‌دهند هنوز جز مسائل باز است و نیازمند به تحقیق در این زمینه می‌باشد. نظریه حالت گذار[8] (TST) به‌عنوان پایه‌ای برای توضیح عملکرد آنزیم‌ها مورد استفاده قرارگرفته است. پارادایم برای فرآیندهای آنزیمی مفهوم «قفل و کلید[9]» است. این مفهوم از این واقعیت که

[1] Malcolm Dyson
[2] Thiol
[3] Raman
[4] Limonene
[5] Dipentene
[6] Swipe-card model
[7] Stoneham
[8] Transition-State Theory
[9] lock and key

آنزیم-پیش‌ماده[1] به سایت فعال درون ساختار آنزیم متصل می‌شود و اتصالات درون‌مولکولی خاصی با اسیدآمینه‌های باقی‌مانده بر روی آن ایجاد می‌کند. این باقی‌مانده‌ها زمانی به‌عنوان هسته و یا کاتالیزورهای اسید- باز در واکنش عمل می‌کنند که پیش‌ماده دقیقاً (مثل یک کلید) به آنزیم (مثل قفل) متصل شود. در طول تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده، فرآیند به‌دست‌آوردن این ترتیب خاص بین آنزیم و پیش‌ماده، ممکن است به دلیل هدایت اوربیتالی[2]، پیش‌ماده را به سمت حالت انتقال سوق دهد. این تناسب[3] سبب می‌شود که حالت انتقال به سمت محصول سوق پیدا کند و انرژی فعال‌سازی کاهش یابد. این مکانیسم ابتدا توسط پائولینگ[4] با عبارت «تئوری حالت گذار پیشرفته» بیان شد. علت استفاده از واژه پیشرفته این بود که اتصال بین آنزیم و پیش‌ماده ترجیحی است و به‌راحتی قابل‌جایگزینی و تقلید نیست. بااین‌حال، یک معما گیج‌کننده وجود داشت: افزایش سرعتی که به دلیل این انتقال اتفاق می‌افتد با هیچ‌کدام از تعبیرهای کلاسیک و یا هر نظریه حالت گذار کاملاً کلاسیک قابل توصیف نبود (به‌عنوان‌مثال، تفاوت سرعت تجربی برای واکنش‌دهنده‌ها در محلول در مقایسه با محیط آنزیمی 10^{25} است). این سرعت‌های بالای واکنش نه‌تنها به‌طور تجربی مشاهده می‌شوند بلکه فرآیندهای آنزیمی وابستگی عجیبی به دما دارند. حال چگونه این نتایج عجیب و سرعت‌های بالا رخ می‌دهند؟ برای اولین‌بار، آزمایش‌هایی که توسط دوالت و چانس[5] انجام شد، نقش تونل‌زنی کوانتومی در فرآیندهای آنزیمی مشخص شد. در کروماتیوم وینسوم[6]، باکتری فوتوسنتز کننده، اکسیداسیون نوری سیتوکروم[7] که سبب انتقال الکترون از سیتوکروم به باکتریوکلروفیل می‌شود. به‌غیراز حالتی که دو مولکول بسیار به هم نزدیک باشند (تماس واندروالسی)، انتقال الکترون از سیتوکروم به باکتریوکلروفیل به‌وسیله یک سد پتانسیل تقسیم می‌شود که از منظر فیزیک کلاسیک ممنوع است. آزمایش‌ها نشان‌داد، همان‌طور که انتظار می‌رود، اکسیداسیون در دماهای بالا وابسته به دما است. سرعت اکسیداسیون در دماهای بالاتر سریع‌تر است و نشان می‌دهد برای عبور از سد پتانسیل نیاز به انرژی فعال‌سازی هست؛ اما باکمال تعجب، در دماهای پایین‌تر (۱۰۰-۴ کلوین) وابستگی اکسیداسیون به دما از بین می‌رود و واکنش هنوز بدون انرژی «لازم» برای غلبه بر سد پتانسیل TST رخ می‌دهد. این بدان معنی است که بدون نیاز به انرژی اولیه برای غلبه بر سد پتانسیل، ممکن است الکترون‌ها از طریق تونل‌زنی مکانیک کوانتومی از سد پتانسیل عبور کنند. این یافته در ابتدا ناتوانی TST را در محدوده‌ی کلاسیک آن برای توضیح عدم‌وابستگی به دما در دمای پایین و سرعت بالای انتقال الکترون را برجسته می‌کند. درحالی‌که افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود، تئوری کلاسیکی هنوز نمی‌تواند بالاترین سرعت را گزارش دهد. تونل‌زنی کوانتومی یکی از راه‌های عبور از موانع است. آنها نشان دادند که انتقال الکترون تنها در محدوده فیزیک کوانتومی قابل توضیح دادن است [۲۵,۵۱].

کاربردهای نوظهور

بعد از مشخص شدن وجود اثرات کوانتومی در پدیده‌های زیستی نظیر فتوسنتز، جهت‌یابی پرندگان و سیستم بویایی، محققین بر آن شدند که بتوانند این فرآیندها را با حفظ ویژگی‌های کوانتومی تقلید کنند. به‌عبارت‌دیگر تلاش می‌کنند تا بتوانند مواد کوانتومی زیست‌تقلید ایجاد کنند. تقلید از فرآیند فتوسنتز با حفظ ویژگی‌های کوانتومی برای ارتقای سلول‌های خورشیدی، ساخت قطب‌نماهای زیست- شیمیایی که نسبت به قطب‌نمای رایج ساده‌تر و ارزان‌تر هستند. همچنین با الگوبرداری از مکانیسم کوانتومی دخیل در سیستم بویایی انسان بتوانند آشکارسازهایی برای تشخیص بوها (یا مواد شیمیایی) ارائه کنند. دانشمندان بر این باورند که این حوزه سبب موفقیت در دستگاه‌های عملی‌تر، مستحکم‌تر و بسیار کارآمد برای انرژی‌های سبز، پروتکل‌های ارتباطی و ناوبری، سنجش‌های زیستی و تصویربرداری تبدیل می‌شوند و همه این‌ها براساس منابع پایدار و سازگار با محیط‌زیست است. مطالعات این حوزه غالباً بر بخش نظری متمرکز است اما تحقیقات آزمایشگاهی برای تولید، ساخت و پیاده‌سازی نمونه‌های زیست‌تقلید تنها در تعداد محدودی از

---

[1] enzyme-substrate: پیش‌ماده یا سوبسترا ماده‌ای است که آنزیم بر آن اثر می‌کند و تحت تاثیر آنزیم‌ها، سوبسترا تغییر می‌کند و به یک یا تعدادی محصول تبدیل می‌شود. هر یک از مولکول‌های زیستی و آلی، حتی در بعضی موارد یون‌ها، می‌توانند سوبسترا باشند

[2] Orbital steering
[3] Fit
[4] Pauling
[5] DeVault & Chance
[6] Chromatium vinsosum
[7] Cytochrome

بهترین مراکز تحقیقاتی در حال انجام است. هر چند تاکنون هیچ‌کدام از این کاربردها عملی نشده است ولی تلاش‌های زیادی در حال انجام است. [۱۸,۵۲–۵۵,۵,۵۴]. به عنوان مثال، همین اخیراً گروه تحقیقاتی اوله اینگانوس[1] به‌طور کاملاً تصادفی همدوسی کوانتومی را در یک سلول خورشیدی آلی مشاهده کردند [۵۶]. در سال ۲۰۱۸، ایده استفاده از مکانیسم ارتعاشی مولکول‌ها در سیستم بویایی به عنوان پایه‌ای برای طراحی و توسعه‌ی سنسورهای مواد معطر ارائه شد. در این مطالعه ایده ساخت یک بینی الکترونیکی بر مبنای مکانیسم ارتعاشی دخیل در حس بویایی انسان ارائه شد [۵۷].

نتیجه‌گیری

زیست‌شناسی کوانتومی یک شاخه نوظهور از مطالعات کوانتومی است که هنوز در ابتدای راه قرار دارد و در بخش‌های مختلفی برمبنای حدس و گمان است. پیشرفت در تکنیک‌های مشاهده به ما این امکان را می‌دهد که دینامیک زیستی را در مقیاس‌های به‌طور فزاینده کوچک بررسی کنیم. درک عمیق‌تر از پدیده‌های زیستی می‌تواند تأثیر شگرفی بر مصرف انرژی جوامع، توسعه فناوری‌های نوآورانه، زیست‌تقلید، پایدارتر و ارزان‌تر داشته باشد که بسیار فراتر از فناوری‌های امروزی ما است. مسائل بسیار زیادی مانده است تا کشف و توضیح داده شوند اما زیبایی هریک از موارد گفته‌شده در این مطالعه این است که نگرش جدیدی در حوزه مطالعات کوانتومی و زیست‌شناسی مطرح‌شده است. با توجه به تحقیقات انجام‌شده در این حوزه، بسیار زود است که بخواهیم در مورد وجود این شاخه از علم با توجه به تردیدهایی که وجود دارد، با قطعیت سخن به میان آورد؛ اما آنچه مشخص است، شواهد اخیر وجود اثرات کوانتومی را در فرآیندهای زیستی را به‌خوبی نشان داده‌اند.

منابع و مؤاخذ

[1]. Mohseni M, Omar Y, Engel GS, Plenio MB (2013) Quantum effects in biology. Cambridge University Press; 1 edition,

[2]. Hore P, Rooman M (2011) Discussions on Session 5B:Quantum effects in biology: enzyme activity, bird navigation. Procedia Chemistry 3 (1):316-321. doi:https://doi.org/10.1016/j.proche.2011.08.039

[3]. Scholes GD, Fleming GR, Chen LX, Aspuru-Guzik A, Buchleitner A, Coker DF, Engel GS, van Grondelle R, Ishizaki A, Jonas DM, Lundeen JS, McCusker JK, Mukamel S, Ogilvie JP, Olaya-Castro A, Ratner MA, Spano FC, Whaley KB, Zhu X (2017) Using coherence to enhance function in chemical and biophysical systems. Nature 543 (7647):647-656. doi:10.1038/nature21425

[۴]. نصیری، فرید. شریعت پناهی، پیمان. رهنمای، محمد. موسوی موحدی، علی اکبر (۱۳۹۸)، زیست شناسی کوانتومی، نشریه نشاء علم، ۹(۲)، ۶۳–۷۲

[5]. Marais A, Adams B, Ringsmuth AK, Ferretti M, Gruber JM, Hendrikx R, Schuld M, Smith SL, Sinayskiy I, Krüger TPJ, Petruccione F, van Grondelle R (2018) The future of quantum biology. Journal of The Royal Society Interface 15 (148):20180640. doi:10.1098/rsif.2018.0640

[6]. McFadden J, Al-Khalilij.al-khalili J (2018) The origins of quantum biology. 474 (2220). doi:10.1098/rspa.2018.0674

[۷]. سربلوکی م (۱۳۸۰) حیات چیست؟ دیدگاه‌های برجسته‌ترین دانشمندان معاصر. کتاب ماد

[8]. Lee H, Cheng Y-C, Fleming GR (2007) Coherence Dynamics in Photosynthesis: Protein Protection of Excitonic Coherence. Science 316 (5830):1462. doi:10.1126/science.1142188

[9]. Wolynes PG (2009) Some quantum weirdness in physiology. Proceedings of the National Academy of Sciences 106 (41):17247. doi:10.1073/pnas.0909421106

[10]. Brookes JC, Horsfield AP, Stoneham AM (2009) Odour character differences for enantiomers correlate with molecular flexibility. Journal of The Royal Society Interface 6 (30):75-86. doi:10.1098/rsif.2008.0165

[11]. Engel GS, Calhoun TR, Read EL, Ahn T-K, Mančal T, Cheng Y-C, Blankenship RE, Fleming GR (2007) Evidence for wavelike energy transfer through quantum coherence in photosynthetic systems. Nature 446 (7137):782-786. doi:10.1038/nature05678

[12]. Collini E, Wong CY, Wilk KE, Curmi PMG, Brumer P, Scholes GD (2010) Coherently wired light-harvesting in photosynthetic marine algae at ambient temperature. Nature 463 (7281):644-647. doi:10.1038/nature08811

[13]. Kerpal C, Richert S, Storey JG, Pillai S, Liddell PA, Gust D, Mackenzie SR, Hore PJ, Timmel CR (2019) Chemical compass behaviour at microtesla magnetic fields strengthens the radical pair hypothesis of avian magnetoreception. Nature Communications 10 (1):3707. doi:10.1038/s41467-019-11655-2

[14]. Turin L (1996) A Spectroscopic Mechanism for Primary Olfactory Reception. Chemical Senses 21 (6):773-791. doi:10.1093/chemse/21.6.773

[15]. Arndt M, Juffmann T, Vedral V (2009) Quantum physics meets biology. HFSP Journal 3 (6):386-400. doi:10.2976/1.3244985

[1] Olle Inganäs

[29]. Rebentrost P, Mohseni M, Kassal I, Lloyd S, Aspuru-Guzik A (2009) Environment-assisted quantum transport. New Journal of Physics 11 (3):033003. doi:10.1088/1367-2630/11/3/033003
[30]. Offord C (2019) Quantum Biology May Help Solve Some of Life's Greatest Mysteries. The Scientist.
[31]. Roswitha W, Wolfgang W (2014) Sensing Magnetic Directions in Birds: Radical Pair Processes Involving Cryptochrome. Biosensors 4 (3)
[32]. Wiltschko W (2003) Magnetic Orientation in Birds and Other Animals. In: Kramer B (ed) Advances in Solid State Physics. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp 815-832. doi:10.1007/978-3-540-44838-9_58
[33]. Rodgers CT, Hore PJ (2009) Chemical magnetoreception in birds: The radical pair mechanism. Proceedings of the National Academy of Sciences 106 (2):353. doi:10.1073/pnas.0711968106
[34]. Wiltschko R, Stapput K, Thalau P, Wiltschko W (2010) Directional orientation of birds by the magnetic field under different light conditions. Journal of The Royal Society Interface 7 (suppl_2):S163-S177. doi:10.1098/rsif.2009.0367.focus
[35]. Schulten K, Swenberg CE, Weller A (1978) A Biomagnetic Sensory Mechanism Based on Magnetic Field Modulated Coherent Electron Spin Motion. Z Phys Chem (N F) 111 (1):1-5. doi:10.1524/zpch.1978.111.1.001
[36]. Steiner UE, Ulrich T (1989) Magnetic field effects in chemical kinetics and related phenomena. Chemical Reviews 89 (1):51-147. doi:10.1021/cr00091a003
[37]. Ritz T, Adem S, Schulten K (2000) A Model for Photoreceptor-Based Magnetoreception in Birds. Biophys J 78 (2):707-718. doi:https://doi.org/10.1016/S0006-3495(00)76629-X
[38]. Wiltschko R, Thalau P, Gehring D, Nießner C, Ritz T, Wiltschko W (2015) Magnetoreception in birds: the effect of radio-frequency fields. Journal of The Royal Society Interface 12 (103):20141103. doi:10.1098/rsif.2014.1103
[39]. Shaw J, Boyd A, House M, Woodward R, Mathes F, Cowin G, Saunders M, Baer B (2015) Magnetic particle-mediated magnetoreception. Journal of The Royal Society Interface 12 (110):20150499. doi:10.1098/rsif.2015.0499
[40]. Hiscock HG, Worster S, Kattnig DR, Steers C, Jin Y, Manolopoulos DE, Mouritsen H, Hore PJ (2016) The quantum needle of the avian magnetic compass. Proceedings of the National Academy of Sciences 113 (17):4634-4639. doi:10.1073/pnas.1600341113
[41]. Amoore JE (1963) Stereochemical Theory of Olfaction. Nature 199 (4896):912-913. doi:10.1038/199912b0
[42]. Bentley R (2006) The Nose as a Stereochemist. Enantiomers and Odor. Chemical Reviews 106 (9):4099-4112. doi:10.1021/cr050049t
[16]. Romero E, Augulis R, Novoderezhkin VI, Ferretti M, Thieme J, Zigmantas D, van Grondelle R (2014) Quantum coherence in photosynthesis for efficient solar-energy conversion. Nature Physics 10 (9):676-682. doi:10.1038/nphys3017
[17]. Rathbone HW, Davis JA, Michie KA, Goodchild SC, Robertson NO, Curmi PMG (2018) Coherent phenomena in photosynthetic light harvesting: part one—theory and spectroscopy. Biophysical Reviews 10 (5):1427-1441. doi:10.1007/s12551-018-0451-2
[18]. Lambert N, Chen Y-N, Cheng Y-C, Li C-M, Chen G-Y, Nori F (2013) Quantum biology. Nature Physics 9 (1):10-18. doi:10.1038/nphys2474
[19]. Cogdell RJ, Gall A, Kohler J (2006) The architecture and function of thelight-harvesting apparatus of purple bacteria :from single molecules toin vivomembranes. Quarterly Reviews of Biophysics 39 (2):227-334
[20]. Sarovar M, Ishizaki A, Fleming GR, Whaley KB (2010) Quantum entanglement in photosynthetic light-harvesting complexes. Nature Physics 6 (6):462-467. doi:10.1038/nphys1652
[21]. Policht VR, Niedringhaus A, Ogilvie JP (2018) Characterization of Vibrational Coherence in Monomeric Bacteriochlorophyll a by Two-Dimensional Electronic Spectroscopy. The Journal of Physical Chemistry Letters 9 (22):6631-6637. doi:10.1021/acs.jpclett.8b02691
[22]. Rammler T, Wackenhut F, Oven-Krockhaus Sz, Rapp J, Forchhammer K, Harter K, Meixner AJ (2019) Quantum coherence in the photosynthesis apparatus of living cyanobacteria. bioRxiv:2019.2012.2013.875344. doi:10.1101/2019.12.13.875344
[23]. Phelan BT, Schultz JD, Zhang J, Huang G-J, Young Ryan M, Wasielewski MR (2019) Quantum coherence in ultrafast photo-driven charge separation. Faraday Discussions 216 (0):319-338. doi:10.1039/C8FD00218E
[24]. Wang L, Allodi MA, Engel GS (2019) Quantum coherences reveal excited-state dynamics in biophysical systems. Nature Reviews Chemistry 3 (8):477-490. doi:10.1038/s41570-019-0109-z
[25]. Brookes JC (2017) Quantum effects in biology: golden rule in enzymes, olfaction, photosynthesis and magnetodetection. Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 473 (2201):20160822. doi:10.1098/rspa.2016.0822
[26]. Scholes GD, Fleming GR, Olaya-Castro A, van Grondelle R (2011) Lessons from nature about solar light harvesting. Nature Chemistry 3 (10):763-774. doi:10.1038/nchem.1145
[27]. Lambert N, Chen Y-N, Cheng Y-C, Li C-M, Chen G-Y, Nori F (2012) Functional quantum biology in photosynthesis and magnetoreception. arxiv
[28]. Mohseni M, Rebentrost P, Lloyd S, Aspuru-Guzik A (2008) Environment-assisted quantum walks in photosynthetic energy transfer. The Journal of Chemical Physics 129 (17):174106. doi:10.1063/1.3002335

[43]. Gane S, Georganakis D, Maniati K, Vamvakias M, Ragoussis N, Skoulakis EMC, Turin L (2013) Molecular vibration-sensing component in human olfaction. PLoS One 8 (1):e55780. doi:10.1371/journal.pone.0055780
[44]. Brookes JC (2011) Olfaction: the physics of how smell works? Contemporary Physics 52 (5):385-402. doi:10.1080/00107514.2011.597565
[45]. Al-Khalili J, McFadden J (2014) Life on the Edge: The Coming of Age of Quantum Biology. Bantam Press, London, UK
[46]. Asogwa C (2019) Quantum Biology: Can we explain olfaction using quantum phenomenon?
[47]. Brookes JC, Hartoutsiou F, Horsfield AP, Stoneham AM (2007) Could humans recognize odor by phonon-assisted tunneling. Physical Review Letters 98. doi:10.1103/PhysRevLett.98.038101
[48]. Brookes CJ, Horsfield PA, Stoneham MA (2012) The Swipe Card Model of Odorant Recognition. Sensors 12 (11). doi:10.3390/s121115709
[49]. Liza N, Blair EP (2019) An explicit electron-vibron model for olfactory inelastic electron transfer spectroscopy. Journal of Applied Physics 125 (14):144701. doi:10.1063/1.5086053
[50]. Som PM, Naidich TP (2018) The Olfactory System: Part II: How Olfaction Is Processed in the Olfactory Epithelium and Olfactory Bulb. Neurographics 8 (2):136-153. doi:10.3174/ng.1700003
[51]. Sakaushi K, Lyalin A, Taketsugu T, Uosaki K (2018) Quantum-to-Classical Transition of Proton Transfer in Potential-Induced Dioxygen Reduction. Physical Review Letters 121 (23):236001. doi:10.1103/PhysRevLett.121.236001
[52]. Lidar DA (2019) Lecture Notes on the Theory of Open Quantum Systems. arXiv:190200967:131
[53]. García-Pérez G, Rossi MAC, Maniscalco S (2020) IBM Q Experience as a versatile experimental testbed for simulating open quantum systems. npj Quantum Information 6 (1):1. doi:10.1038/s41534-019-0235-y
[54]. Lukzen NN, Ivanov KL, Sadovsky VM, Sagdeev RZ (2020) Magnetic field effect on recombination of radicals diffusing on a two-dimensional plane. The Journal of Chemical Physics 152 (3):034103. doi:10.1063/1.5131583
[55]. Jones GA, Bradshaw DS (2019) Resonance Energy Transfer: From Fundamental Theory to Recent Applications. Frontiers in Physics 7 (100). doi:10.3389/fphy.2019.00100
[56]. Bian Q, Ma F, Chen S, Wei Q, Su X, Buyanova IA, Chen WM, Ponseca CS, Linares M, Karki KJ, Yartsev A, Inganäs O (2020) Vibronic coherence contributes to photocurrent generation in organic semiconductor heterojunction diodes. Nature Communications 11 (1):617. doi:10.1038/s41467-020-14476-w
[57]. Kesarwani S, Mahajan A, Ganguly S IETS in MIS Contacts: Towards a Quantum Biomimetic Electronic Nose. In: 2018 IEEE SENSORS, 28-31 Oct. 2018 2018. pp 1-4. doi:10.1109/ICSENS.2018.8589860

منشور هفتگانه برای همزیستی در جهان آینده

سیدکاظم علوی‌پناه[1]، علی اکبر موسوی موحدی[2]

سرسخن

بنی آدم اعضای یک پیکرند
که در آفرینش ز یک گوهرند
چو عضوی به درد آورد روزگار
دگر عضوها را نماند قرار
تو کز محنت دیگران بی غمی
نشاید که نامت نهند آدمی
(سعدی)

امروز ویروس کرونا-۱۹ علاوه‌بر بیماری‌هایی که انسان را درگیر نموده به‌عنوان یک درس در زندگی بشر نقش بسیار سازنده‌ای ایفا می‌نماید و می‌بایست با حکمت و خرد به این موجود بسیار ریز نامرئی نگریست؛ لذا شایسته است که از پندهای حکیمان قدیم برای درک و معرفت حقیقت بهره جست. در این میان، سعدی شیرازی سخنور بزرگ و ارزشمند ایران زمین شاعر دیروز، امروز و فردا بوده، حکیم و شاعری جهانی می‌باشد که رهنمودهای او راهگشای مشکل بشر امروز است. سعدی ابیات سه‌گانه فوق را قریب به هشتصد سال قبل از صدور «اعلامیه جهانی حقوق بشر» سروده است و امروز هم این ابیات به‌صورت نغمه و سرود و موسیقی‌های ملل با زبان‌های مختلف هم‌آوا شده است. البته شایان ذکر است سابقه تاریخی نشان می‌دهد که کهن‌ترین و اولین بیانیه و لایحه منشور جهانی حقوق بشر حدود ۶۰۰ سال قبل از میلاد توسط ایرانیان نوشته و ابلاغ شده است. ایران سرزمینی است که سر چشمه میلیون‌ها پیام انسانی، بیت شعر و کمال است. سرزمینی که حکیمان و شاعران و دانشمندان بزرگ جهانی را در خود پرورانده است که شگفتی‌های ماندگار را برای بشریت به ارمغان آورده‌اند.

پیشینه انسان خردمند امروزی چند ده هزار سال و پیشینه کره زمین چهار تا پنج میلیارد سال ارزیابی شده است. هرچند در دوره‌های گوناگون تکامل اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و اقتصادی جوامع و کیفیت این پیوند دچار فراز و فرودهایی شده ولی هیچ‌گاه از هم نگسسته است. از مطابقت شرایط طبیعی و روحیه انسان‌ها در گذشته با حال می‌توان چنین نتیجه گرفت که: طبیعت رو به درهم شکستن است و هم‌راستای آن میزان لذت بردن بشر از طبیعت و التذاذ درونی او نیز چون معنویت‌گرایی رو به کاستی است. این در حالی است که میزان لذت‌جویی از دستاوردهای مصنوعی و جاذبه‌های بیرونی افزایش یافته است. امروز زمان نوشتن نامه‌های سرگشاده برای حرف‌های نو و غیرتکراری است! زمانی که منشورنویسان هر آنچه در ذهن دارند به روی کاغذ و به میان مردم می‌آورند. منشور هفت‌گانه از نغمه‌ها و غزل‌های ادیبان و بزرگانی است که هم خود خوب زیستند و هم خوب

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

[1] گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

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

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.12.8

زیستن را آموختند. گشت‌وگذار در ادبیات و آثار شاعران بنام ایران زمین همانند حافظ، سعدی، مولانا، فردوسی و دیگر بزرگان که صدها سال قدمت دارد، این فرصت را پدید می‌آورد تا با شناخت وسیع توأم با بینشی ژرف، آسیب‌ها و آفت‌های زندگی بشر در این جهان پر از مخاطره را شناسایی کرده و گامی به‌سوی انسانیت برداریم. لذا در این پیام کوتاه منشور هفتگانه را با رهنمود از حکیمان و شاعران پارسی اعلان می‌نماییم:

پا بر سر چرخ هفتمین نه

کاین عشق به حجره‌های بالاست

(مولانا)

منشور اول (خودشناسی)

بدان تا هر آن کس که دارد خرد

به منشور آن دادگر بنگرد

(فردوسی)

این ویروس نامرئی کارهای بسیاری را در عالم انجام می‌دهد که فقط با چشم علوم تجربی دیده نمی‌شود بلکه نیاز به نگاه دیگری هم دارد. کون و هستی دارای ملکوت و معنویت بالایی است و چکیده عالم هم انسان است که صاحب کرامات هستی می‌باشد. سلامتی انسان از توازن و تعادل با طبیعت بیرونی و طبیعت درونی (فطرت) شکل می‌گیرد. آنچه انسان از طبیعت درونی و بیرونی خود دور شود از تعادل که اصل سلامت انسان است فاصله می‌گیرد. بنابراین خودشناسی زیربنای سلامتی و سعادت بشر است. البته خودشناسی یک نوع از خداشناسی است. انسان برای شناخت خود و خلقت نیاز به حکمت دارد. حکمت به‌معنای رسیدن به حقیقت به‌وسیله دانش و عقل است که سستی و یا کژی در آن راه ندارد. علم، کشف واقعیات است آنگونه که هست، دانشمند چیزی را خلق نمی‌کند بلکه آنچه خلق شده را می‌شناسد. اما حکمت کشف حقایق است و فهم هدف نهایی زندگی که انسان‌های خاص به آن دسترسی پیدا می‌نمایند.

هر چند طلسم این جهانی

در باطن خویشتن تو کانی

بگشای دو دیده نهانی

آخر تو به اصل اصل خویش آ

(مولانا)

منشور دوم (تغییر)

چون تغییر هست در جان وقت جنگ و آشتی

آن نه یک روحست تنها بلک گشتستند جدا

(مولانا)

امروزه حاکمان جهان به‌جای پرداختن به ریشه و اصل مشکل، پروای عوارض آن را دارند. بدین سبب بسیاری از مشکلات جهان به‌طور اساسی حل نمی‌شود و در صورت حل شدن مشکلات دیگری به‌همراه خود پدید می‌آورد. اصل چیست؟ اگر بدانیم اصل چیست دیگر به تعریف فرع نیاز نداریم زیرا اصل، اصل است و فرع، فرع! اما بسیاری اثرگذاران خود، اصل را نمی‌دانند، شاید هم منافعشان ایجاب می‌کند فرع را بدانند و اصل را فراموش کنند! هر چیزی در زمان و مکان تغییر می‌کند و تنها یک استثنا وجود دارد و آن هم کلمه تغییر است که ثابت باقی می‌ماند. آیا ما انسان‌ها در رابطه با تغییر به‌ویژه پس از شیوع ویروس کرونا چه وظایفی داریم؟ اگر پس از تغییر در محیط و طبیعت ما هم تغییر کنیم حیات جدید می‌یابیم .

منشور سوم (شادی و امید)

کی شعر ترانگیزد خاطر که حزین باشد

یک نکته از این معنی گفتیم و همین باشد

(حافظ)

مرا عهدی است با شادی که شادی آن من باشد

مرا قولیست با جانان که جانان جان من باشد

(مولانا)

جهان امروز بیش از هر زمان دیگر به تلطیف و مهربانی نیاز دارد. هنگامی که غم و اندوه بر جامعه و افراد آن حاکم باشد نتیجه شادی‌بخشی حاصل نمی‌شود. رگبار اطلاعات در عصر حاضر، مخاطب امروزی را دچار دلزدگی و سردرگمی کرده است که او به لقمهٔ حاضر و آماده عادت کرده و زمانی را به اندیشیدن اختصاص نمی‌دهد. از روزگاران گذشته مردم به ارزش شعر نه‌تنها به‌عنوان یک تسکین‌دهنده روح و تلطیف عواطف انسانی بلکه به‌عنوان یک روش برای درمان دردهای بشر و جوامع بشری پروا داشته‌اند.

منشور چهارم (ضعف قدرت)

به پیش حرص تو خود پیل لقمه‌ای باشد

تویی چو مرغ ابابیل پیل کرده شکار

(مولانا)

پرسشی که در اینجا مطرح می‌شود اینست که اگر ویروس کرونا برود و طبیعت از نو بازسازی شود آیا دوباره روز از نو و روزی از نو تکرار نخواهد شد؟ اگر امروز طبیعت و شرایط پدید آمده، ما انسان‌های اجتماعی را در کنج خانه‌هایمان حبس کرده و از هر گونه فعالیت اجتماعی دور نگه داشته است، نیک است تا انسانیت خود دوباره به اجتماع خویش برگردیم. آیا هیچ از خود پرسیده‌ایم چرا موضوع این ویروس به یکباره جهانی شد؟ شاید نقش فناوری اطلاعات که این‌گونه دنیا را با خبر ویروس کرونا ملتهب کرد نباید نادیده انگاشته شود و از طرفی پیشرفت حمل و نقل سبب شد ظرف مدت کوتاهی ویروس به دورترین نقاط جهان برده شود. موضوع دیگر آنست که بشر نشان داده فراموشکار و مغرور است! ای انسان! چه چیز تو را در برابر پرودگارت مغرور ساخته است؟ در آشفته بازار همه‌گیری بیماری می‌بینیم چیزی در حدود ۵ گرم ویروس کرونا در کل جهان این‌همه انسان، اقتصاد، شرایط اجتماعی و سیاسی را دگرگون ساخته و انسان را در کنجی زمین‌گیر کرده است.

منشور پنجم (دانش و معنویت):

لذت علمی چو از دانا به جان تو رسید

زان سپس ناید به چشمت لذت جسمی‌لذیذ

(ناصرخسرو)

خاتم ملک سلیمان است علم

جمله عالم صورت و جان است علم

(سنایی)

هر کدام از شاعران این مرز و بوم به نوعی طبیب روحانی روزگار خویش بوده‌اند. هر کدام به نوعی به تشخیص درد جامعه و مداوای آن اقدام کرده‌اند. در واقع هنر شعر و موسیقی هدف واحدی دارند و هر دو وسیله‌ای برای بیان اندیشه‌های متعالی و آفرینش زیبایی‌اند. اگر هنرمندانه، همانند یک رسانه جهانی، پیام‌آور آزادی و کاشف مشترکات میان انسان‌ها باشیم و تلاش کنیم آدمی را در غربت جهان به سوی رهایی از خشونت هدایت کنیم، او را به سمت تماشای زیبایی کشانده‌ایم و چه‌بسا بدین ترتیب خشونت از جامعه رخت بربندد.

زمان ضایع مکن در علم صورت

مگر چندان که در معنی بری را

چو معنی یافتی صورت رها کن

که این تخمست و آنها سر به سر کاه

(سعدی)

منشور ششم (صلح و راستی):

شود از همدلی و همکاری

ذوق هر یک به دیگران ساری

(جامی)

ای آنکه که می‌گویی صبر کن تا وقت آن سرآید، باید بگویم حالا که یک ذره نامرئی هم به‌دنبال حیات است نباید به صلح و زندگی فکر کنی؟ ای آنکه باز هم می‌گویی حالا که وقت خوشی سرآمده، کی این غصه به پایان آید؟ مولانا در جواب می‌گوید:

امتزاج روح‌ها در وقت صلح و جنگ‌ها

با کسی باید که روحش هست صافی صفا

پس به همه حاکمان و دولتمردان پیغام می‌دهیم:

باز در عالم بیار ایام صلح

جنگجویان را بده پیغام صلح

(اقبال لاهوری)

راستی کن راستان رستند

در جهان، راستان قوی دستند

(اوحدی مراغه ای)

منشور هفتم (ندای درون):

وصال دل طلب کن در درون تو

که جان خواهد شدن این رهنمون تو

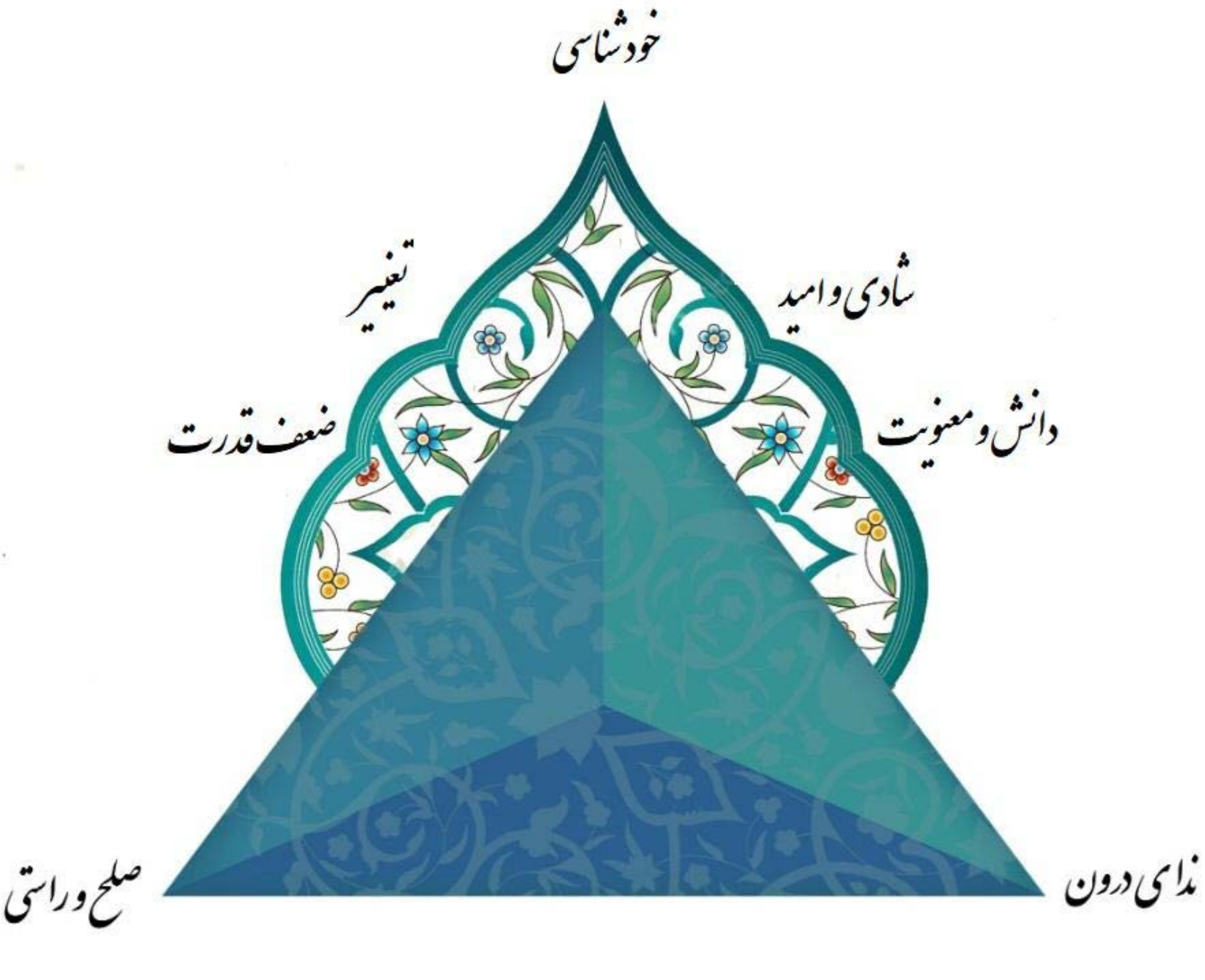
(عطار)

رویداد اخیر ویروس کرونا نشان داد که انسان‌ها برخلاف پیشرفت‌ها، ضربه‌پذیری زیادی دارند و نیاز است که به یک بازنگری در سبک زندگی و بینش خود نسبت به آینده داشته باشند. در مجموع نقش شعر در تلطیف فضای زندگی انسان‌ها

و امیدواری آنها به آینده بهتر را هشدار دادیم و چنین نتیجه می‌گیریم که آینده بهتر در گروی توجه خاص به اندیشه‌های درونی است. بیاییم درون خود را تقویت کنیم تا از دشمن برون در امان بمانیم. بیاییم تعادل را که مایه حیات و فرمان آفریننده است، در خود معنا کنیم. بیایم از درون خود عزم صلح کنیم تا از جنگ برون با دیگران در امان بمانیم. آیا وقت آن نرسیده که نخست درون و آنگه برون را برای صلح درونی و بیرونی آماده سازیم؟

هر که شود صید عشق، کی شود او صید مرگ
چون سپرش مه بود کی رسدش زخم تیر
(مولانا)

بیا تا قدر یکدیگر بدانیم
که تا ناگه ز یکدیگر نمانیم
کریمان جان فدای دوست کردند
سگی بگذار ما هم مردمانیم
(مولانا)



هفت تغییر دانش و معنویت برای خوشبختی

Quantum Process in Life Sciences

Amir Eshraghi[*,1], Seyyed Nasibollah Dousti-Motlagh[1]

Quantum biology is one of the emerging disciplines in the field of quantum mechanics that has attracted a lot of attention over the past decade. In the past, it was assumed that the properties of quantum mechanics such as coherence, entanglement, and tunneling would occur only at temperatures close to absolute zero and pure systems; Therefore, they would collapse at ambient temperature and in biological systems which are hot and humid environments. Hence, the non-trivial quantum effects were ignored in biological systems.

Is there a functional role for quantum mechanics or coherent quantum effects in biological processes? While this question is as old as quantum theory, only recently have measurements on biological systems on ultra-fast time-scales shed light on a possible answer. Recent evidences suggest that some biological phenomena may use some of the unique properties of quantum mechanics to gain biological advantage. So far, scientists have been able to observe these quantum properties in the processes related to handful of biological phenomena such as photosynthesis, avian magnetoreception, olfaction, and enzymatic catalysis. Quantum biology is the study of such processes. In this review we present the latest results for non-trivial quantum effects in biological phenomena.

Keywords: Quantum Biology, Photosynthesis, Avian Magnetoreception, Olfaction, Enzyme Catalysis

[*] Author for Correspondence, Researcher,Ph.D. Email: amireshraghi106@gmail.com
[1] Supreme National Defense University,Tehran, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.11.7

An Overview on Bioactive Properties of Phlorotannin Compounds from Marine Brown Algae

Alireza Hodhodi[1], Aria Babakhani[*,1], Haniyeh Rostamzad[1]

Nowadays the importance of bioactive compounds from seaweeds is well known for pharmacological purposes. In particular, the neutrocytic compounds from seaweed are used as a rich source for medicinal applications. Among seaweeds, brown algae are a valuable source of natural bioactive compounds. These compounds improve health and reduce the risk of diseases. The marine resources from Persian Gulf are rich in algae that their functional properties are not sufficiently known. In recent years, promising insights into the bioactivity of extracts and compounds isolated from marine algae has increased the development of seaweed-derived products with commercial potential. Phlorotannin is one of these important natural bioactive compounds that in this article, an attempt has been made to review its pharmacological properties. The results showed that phlorotannin compounds delayed the oxidation process by inhibiting free radicals in cells and also prevented many cardiovascular diseases, cancer and etc. by reducing possible mutations. Therefore, this bioactive compound can be used to make new drugs and enriched foods to deal with abnormalities in humans.

Keywords: Brown algae, Phlorotannin compounds, Bioactive properties, Persian Gulf

[*] Author for Correspondence, Assistant Professor, Phone: 09113348019, E-mail: babakhani@guilan.ac.ir
[1] Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.10.6

Medicinal leeches: Alive Pharmacy

Masoumeh Malek1[*,1], Ali Akbar Moosavi-Movahedi[2]

In the present article, while referring to different types of medicinal leeches and their importance, the history of world leech therapy with its inconsistency are discussed. The application of medicinal leeches reached its peak in the nineteenth century, and consequently led to the extinction of their populations in many Western countries, and then there was a drop of leech therapy. By isolating Hirudin from salivary glands, leech saliva complex compounds were again significantly welcomed in the treatment of cardiovascular diseases, organ transplantation and plastic surgery. In Iran, medicinal leeches have been used for treatment of different diseases by well-known Ancient Scientists such as Avicina, Razi, Jorjani and Aghili Alavi Shirazi.

Medicinal leeches were approved as a traditional product by the Food and Drug Administration of the Ministry of Health and Medical Education of Iran, and the instructions for its use were approved in 2019 in the National Committee of Medicinal Leeches. Some activities carried out at the University of Tehran about the medicinal leeches include: organizing two International Conference and startup weekend on Medicinal Leeches, offering 15 national and international training workshops on reproduction and breeding of medicinal leeches, the first training workshop for technical officers, establishing a protected area for medicinal leeches, pursuing the establishment of a National Committee and constituted the first automated center for reproduction and breeding of medicinal leeches. Currently, leech industry is facing many issues, including the illegal import of leeches from abroad, lack of control on leech overfishing from the natural habitats, which led to the extinction of medicinal leeches, as well as the supplying the medical and health centers with infected leeches, feeding reared leeches with contaminated blood, no-insurance coverages of leech treatment, and medicinal leech farms. The above problems should be solved with special attention and advanced management.

Keywords: Medicinal leech, *Hirudo orientalis*, Leech therapy, Enzymes, Traditional products

* Author for Correspondence, Professor, Tel: +98-21-61112702, Fax: +98-21-66405141, E-mail: memalek@ut.ac.ir
1 School of Biology and Centre of Excellence in Phylogeny of Living Organisms, College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran
2 Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.9.5

Introduction of Mining Museum Park for Educational Tourism Purposes and

Ghorban Vahabzadeh[*,1]

These mines can be considered as industrial mining and cultural heritage, Scince all the mines had roads and streets, water and electricity and residential buildings with a small cost of reconstruction and preserving the architecture, they can change their use as mining museum park. In this new environment,the technical workers working in the mine are again employed as tour leader. An new economic conditions provent the migration of indigeneos peoples. The research methods in this study is descriptive and analytical and refers to similar studies worwide. The results show that so far a large number of abandoned mines in the word have been turned into mining museum park. These parks have become a place of natural science education, especially environment issue for different classes of people, by meetings the needs of tourists. examples include the Taiwan coal museum, Sungjiang (China), Sterling hill & Ed in the USA,the geevor copper and Tin mine in Britania. Hokkaido (Japan), Guido (Poland), Pernik (Bulgaria), Slovenia,s coal mine and Serbariu (Italy).In Iran, in the 2010 yeat, the issue of establishing mining museum park was arised. So far, Kanijkola coal mine, Khorbiabanak potash mine and Angoran lead zinc mine have been turned into mining museum park or feasibility study on them are over. In this article, the charecteristics of mining museum park of Iran are introduced and described.

Keyword: Mining Tourism, Konijkola Coal, Khorbiabanak Potash, Angoran Lead Zinc

[*] Author for Correspondence, Associate Professor, E-mail: gh.vahabzadeh@sanru.ac.ir
[1] Department of Watershed Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.8.4

Science and Education

Applied Archaeology, Uncovering the Past and Use the Present

Behrouz Afkhami[*,1]

Archaeology interprets and rebuilds the past of human (mankind) based on material and spiritual remains. When it comes to archeological data, our thoughts will be focused on remain works of past people such as manuscripts, furniture, remaining of houses and cultural works which fills our museums; therefore, the main issue of archaeology is humankind and its artifacts that human species creates either intentionally or unintentionally (consciously or unconsciously) during the time. The current archaeology in Iran is working with a historical cultural approach which is an evolutionary approach to morphology of past people's artifacts; while applied archaeology is looking for solving the problems of contemporary society with development and comprehensive approach by using of the past. Since the early 1990s, applied archaeology became prevalent with mentioned issues such as sustainable development and green issues and with the influx of people to visit the sites and with the reveal of management areas necessity. Pure archaeology was not the answer of underhung needs; so applied archaeology created based on anthropological theoretical; archaeological methodology and field techniques to collect data and quickly developed according to needs of tourists and cultural heritage management and based on these two fields. The aim of this article is explaining the importance of applied archaeology as interdisciplinary knowledge. The research is done in a descriptive–analytical manner and with critical approach. The result shows that applied archaeology has nature of interdisciplinary and according to that, it could use cultural heritage huge potential of the country contemporary and modern coincides with the objectification and stable protection to develop the tourism and cultural economy.

Keywords; applied archeology, cultural property, past, usable, contemporary.

[*] Author for Correspondence, Associate Professor, E-mail: bafkhami@uma.ac.ir
[1] Department of archaeology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

DOR:20.1001.1.2008935.1400.12.1.7.3

Innovation Management, Innovation Standards, and Its Importance

Mansooreh Mazaheri *,1, Malihe Nazi 2

In today's world, companies and organizations are required to innovate, constantly update products and services, and invent smart methods to continue working in the future and attract customers. New technologies, environmental considerations, government regulation and global competition are some of the factors that drive the need for innovation. Establishing an innovation system depends on the flexibility of the organization and helps to find answers to challenging issues and gain new opportunities. Ultimately, big ideas and new inventions are often the result of a vast array of ideas and changes, all of which have been driven in the most effective way. Innovation management system provides a systematic approach to integrating innovation at all levels of the organization, which creates opportunities for the development of new solutions, systems, products, and services. Therefore, having a guidance framework for the innovation management system can help solve the problems in this area. These frameworks are the same as the standards. Standardization acts as a technology transfer bridge to empower and facilitate innovation. This article discusses innovation management, standards related to the innovation system and their importance.

Keywords: Standard, System, Management, Innovation

* Author for Correspondence, Assistant Professor, Tel/Fax: 026- 32823176, E-mail: m_mazaheri@standard.ac.ir
1 Research Department of Food Technology and Agricultural Products, Standard Research Institute, Karaj, Iran.
2 Research Department of Chemistry and Petrochemical, Standard Research Institute, Karaj, Iran.

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.6.2

An Overview on Grassroots Innovation and Experiences in Some Countries

Akram Ghadimi [*,1]

Grassroots innovations are community-based solutions which are provided to respond to the needs of the local community. Working with indigenous knowledge will be developed with people's interactions and environmental challenges. The grassroots innovations are easy and inexpensive, the motivation for this type of innovation is not profit or commercialization, but it is important to preserve the indigenous identity & culture. Grassroots innovations are usually informal, indigenous and carried out by ordinary people. The purpose of this paper is getting acquainted with grassroots innovations in other countries. In this study, we discuss about the grassroots innovations in India, Brazil and Argentina, which were primers of grassroots innovation movements, and have taken a brief look at the resemble innovations in Malaysia, China, South Africa, and England. Grassroots innovations are often formed to serve local goals and problems. The two subjects of "greenness" and "low cost" are the most important in this issue.

Keywords: Innovation, Grassroots Innovations, Problem Solving. Sustainable Development.

[*]Author for Correspondence, Associate Professor, Tel: +9821 88036144, Fax: +982188061747, E-mail: ghadimi@nrisp.ac.ir

[1] National Research Institute for Science Policy, Tehran, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.5.1

Lean Higher Education

Mohsen Nazarzadeh Zare[*,1]

Nowadays, the application of the principles of lean higher education is considered as a strategy to reduce costs and wastes, and consequently improve the quality and effectiveness in universities. Thus, the purpose of this study is to investigate the concept of lean and principles of lean higher education in universities and higher education institutions in Iran and abroad. To achieve this purpose, a systematic review of past articles and reports between 2005 and 2019 was used. The results of this study showed that all studies conducted in Iran and abroad have supported the application of the principles of lean higher education. Although the study does not provide an in-depth analysis in this regard and only presents the aspects of the studies done, nevertheless, it can increase the understanding of academic administrators and change their attitudes in the importance of applying these principles. Based on the findings of this study, the implementation of the principles of lean higher education in the academic system of Iran requires a change in the mentality of academic administrators, compilation and review of academic strategic planning based on the five principles of lean, holding workshops about the lean higher education for academic staff and administrators and also, the establishment of an office called the Office of Lean Higher Education in universities.

Keywords: Principles of lean, Lean higher education, Creating value, Universities

[*] Author for Correspondence, Assistant Professor, E-mail: Nazarzadezare@malayeru.ac.ir
[1] Department of Educational Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Malayer University, Malayer, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.4.0

.

International Scientific Cooperation as A Driver for Science and Technology Diplomacy

Esmaeil Vaziri*,[1], Ali Akbar Saboury[2]

Science and Technology Diplomacy (STD) aiming at better understanding and enhancing relations among science and technology for international affairs for coping national and international challenges has been considered seriously in recent decades. One of the most important factors in STD is international scientific collaboration. Analyzing the literature review showed that these elements has been categorized in four groups including infrastructural, national, and international factors. In structural group, international scientific collaborations, academic exchange of students and professors, education, financial aids and copyrights, developing virtual communications and educational infrastructures and focusing on international norms. Facilitating visa for scientific cooperation's, compiling related regulations in order to publish international research, Sabbatical Leave and etc. In national level, diplomacy stakeholders like universities and research centers, knowledge base enterprises, incubators, science and technology parks and policy making councils in diplomacy and science and technology related issues are the most important factors. In international group, science and technology exhibitions, internationalization of education, and using people with international figures are the most important indicators. Scientific collaborations and related issues play an important role in enhancing STD. Of course, science creates a kind of diplomacy that requires close cooperation between nations, elites, universities and scientific centers, governmental and non-governmental organizations in different countries. It is necessary to be considered facilities and initiative in to promote scientific collaboration by policymakers and stakeholders in order to accelerate scientific movement and using scientific potentials effectively.

Keywords: STD, Scientific Collaboration, International Scientific Cooperation, Science and Technology Diplomacy

* Author for Correspondence, Assistant Professor, E-mail: evaziri@uoz.ac.ir

[1] Department of Information Science and Knowledge Studies, University of Zabol, Zabol, Iran

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

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.3.9

Science and Education

Science Diplomacy as Important Opportunity for Development of International Scientific Cooperation and Strategic Relations

Reza Yousefi *,1,2, Ali Akbar Moosavi-Movahedi[1]

In today's world, many problems, such as the deadly pandemics that science seeks to solve, are borderless in nature, and overcoming such challenges goes through the international scientific cooperation between scientists and policymakers working across geopolitical boundaries. Over the past few decades, in parallel with traditional diplomacy, a new type of diplomacy has emerged in the field of international relations called science diplomacy (SD), which has important features such as diversity, pervasive multilateralism, involving citizens and civil society, and high impact. In fact, scientific diplomacy is used to describe many types of exchanges in the fields of science, technology and innovation (STI), and participation of countries in the higher educational (HE) programs. Despite the high diversity of the field, it is divided into three main categories, including science in diplomacy, diplomacy for science, and science for diplomacy. Over the past few decades, countries that have been at the forefront of key science and technology have also benefited greatly from the potential of science diplomacy. Past experiences also show that the development of strategic scientific relations and scientific cooperation between countries or even rival blocs can prevent diplomatic failures and reduce the possibility of destructive conflicts and tensions in the global arena. On the other hand, at the present time, the world faces many and varied challenges, in some cases, solving them is beyond the scientific and technical capacities of a country alone. This article discusses the importance, examples, achievements, opportunities/challenges and experiences of some countries and a number of international institutions in the field of science diplomacy and scientific authority.

Keywords: Traditional Diplomacy, International Relations, Scientific and Technological Cooperation, Science for Diplomacy, Pervasive Multilateralism, Scientific Authority.

* Author for Correspondence, Professor, E-mail: ryousefi@shirazu.ac.ir,
[1] Institute of Biochemistry and Biophysics (IBB), University of Tehran, Tehran, Iran
[2] College of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.2.8

Scientific Diplomacy and Scientific Authority

In the Ministry of Science, Research and Technology, a think tank of diplomacy in science and scientific authority has been established.

The concept of diplomacy refers to policies dealing with friendly relations between countries. Scientific diplomacy in the same context, is the use of scientific cooperation between countries to address common problems and build constructive international partnerships based on wisdom, science, innovation, and technology. They are aimed to address national and global problems such as climate change, global epidemics and diseases. Therefore, diplomats who have the knowledge to establish political relations between countries, scientists who deal with the roots of scientific, technical and social problems, should be connected to learn from each other in order to provide the basis for optimal scientific diplomacy. Scientific diplomacy still lacks a formal educational pathway, so now is the time to seize the opportunity and plan the ground for international scientific and technical cooperation, so that communities can benefit from each other's knowledge and skills.

Scientific authority implies scientific sultanate requiring optimal access and the use of the global network of knowledge. A person or a country can make better use of science if it is actively engaged in scientific contribution itself. The first step to be taken by leading countries in science, is to expand the frontiers of knowledge, they can then use the global network of science and knowledge to the extent of their scientific capability. In a sense, the role of scientific authority is to act as a scientific monitoring that watches the depth of the world. The more is its capability in doing so, more and deeper it will dive into the depths of the world to discover its original gems. The basis of scientific authority is the ability to make great and pristine discoveries and to disseminate underlying theories connected with such discoveries. Discovery, publications and dissemination are the essence of knowledge. If a scientific sultanate is achieved, it will facilitate other state functions and administration of the country leading to overall welfare for the people in the country.

The relationship between scientific diplomacy and scientific authority is two-sided. Each can be source of strength and reinforcement of the other. We bring these statements here to let state and national governing authorities and decision makers to be informed of the alternatives discussed here and hopefully to take necessary actions that would be highly beneficial to our society. This is by supporting the development of science whereby supporting such actions and expediting their implementation, high benefits to the country can be realized.

Ali A. Moosavi-Movahedi
Editor-in-Chief

DOR: 20.1001.1.2008935.1400.12.1.1.7

Contents

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.1, January 2022
ISSN: 2008-935X

RICeST
ISC
Islamic World Science Citation Center
fast-Iran
Foundation for the Advancement of Science and Technology In Iran