IYBSSD2022
International Year
of Basic Sciences
for Sustainable Development

علوم پایه
برای توسعهٔ پایدار

دکتر ایرج نبی‌پور

علـــوم پایـــه

بـــرای توسعهٔ پایدار

دکتر ایرج نبی‌پور

بنیاد رشد و اندیشهٔ سازندگی استان بوشهر
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت آموزشی
کلان منطقهٔ پنج
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس
فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران
شعبهٔ جنوب
بنیاد ملی نخبگان
بنیاد نخبگان استان بوشهر

به نام خداوند اندیشه و خرد

سرشناسه	:	نبی‌پور، ایرج، ۱۳۴۲-
عنوان و نام پدیدآور		علوم پایه برای توسعه پایدار/ ایرج نبی‌پور؛ ویراستار و صفحه‌آرا دارا جوکار؛ [برای] بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر ... [و دیگران].
مشخصات نشر	:	بوشهر: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، انتشارات، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	:	۱۱۰ص.
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۵۳۳۵-۰۲-۸
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۱۰۱ - ۱۱۰.
موضوع	:	توسعه پایدار Sustainable development پزشکی -- علوم پایه Medical sciences توسعه پایدار -- ایران Sustainable development -- Iran
شناسه افزوده	:	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر. انتشارات
شناسه افزوده	:	بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر
رده بندی کنگره	:	HC۷۹
رده بندی دیویی	:	۳۳۸/۹۲۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۹۰۲۶۲۳۶
اطلاعات رکورد کتابشناسی	:	فیپا

علوم پایه برای توسعهٔ پایدار

نویسنده: دکتر ایرج نبی‌پور

حروفچینی: حسین آذری

ویراستار و صفحه‌آرا: دارا جوکار

ناشر: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

چاپ اول: پاییز ۱۴۰۱

چاپ: احمدی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

فرهنگستان علوم پزشکی
جمهوری اسلامی ایران
شعبهٔ جنوب

بنیاد ملی نخبگان
بنیاد نخبگان استان بوشهر

بوشهر، خیابان معلم، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

تقدیم به استاد عزیزم

جناب آقای دکتر داریوش فرهود

دانشمندی که در مرزهای دانش،

عشق ورزی به ایران را به ما می‌آموزد

فهرست مطالب

پیش درآمد ۱
فصل اول: توسعهٔ پایدار و اهداف هفده‌گانه ۹
فصل دوم: نقش علوم پایه در نوآوری و توسعهٔ اقتصادی ۱۹
فصل سوم: آموزش علوم پایه و توسعهٔ انسانی ۳۷
فصل چهارم: علوم پایه یک کالای جهانی همگانی است ۵۳
فصل پنجم: علوم پایه برای رویارویی با چالش‌های جهانی ۶۹
فصل ششم: علوم پایه منبعی برای گفتمان بین‌المللی و صلح ۸۵
منابع ۹۷

پیش درآمد

بسم الله الرحمن الرحیم

روزمرگی‌ها و مشکلات فراوانی که نظام اجرایی در سطح ملی با آن مواجه است، اغلب سیاست‌گذاران را طالب کارهای سهل‌الوصول و زودبازده می‌کند؛ نه این که پاسخگوی مشکلات فوری نباید بود، اما سکون و عدم‌توجه به مرزهای دانش و بسنده کردن به آن چه که از گذشتگان فرا گرفته‌ایم، در کوتاه زمانی ما را زمین‌گیر کرده و به بن‌بست می‌رساند و در تکرار گذشته، مشکلات را بازتولید می‌نماید.

علی‌رغم همهٔ دستاوردها و پیشرفت‌های علمی روزافزون بشریت که در دهه‌های اخیر شتاب مضاعف گرفته است، هنوز ناشناخته‌های ما از این جهان پررمز و راز، هزاران بار بیشتر از شناخته شده می‌باشد. اگر حتی بخشی از این ناشناخته‌ها، درست شناخته شوند نه تنها روح کنجکاو انسان پژوهشگر به آرامش و تعالی می‌رسد بلکه راه‌های نو برای آبادانی و بهره‌وری بیشتر از نعمت‌های الهی گشوده می‌گردند.

البته امروزه تعامل نادرست بشر با جهان اطراف و با خودش و سایر انسان‌ها، به بهانهٔ آبادانی و استعمار و بیشتر با رویکرد ثروت‌اندوزی کوتاه‌بینانه و خودخواهانه، به بحرانی بزرگتر تبدیل شده که برخی از آثار آن را نه فقط در گسترش بی‌عدالتی در جهان بلکه در تغییرات اقلیمی و آلودگی‌های روزافزون در سیارهٔ زمین و حتی فراتر می‌بینیم.

حل همهٔ این معضلات تنها با ابتنا رویکردها بر اساس دانش برخاسته از علوم پایه به عنوان علم شناخت جهان و فرایندهای آن

ممکن است. حتی روزمرگی‌ها را هم نمی‌توان با رویکردی غیر از این حل کرد و گرنه اغلب مشکلات را پیچیده‌تر و کلاف‌ها را سردرگم‌تر می‌کنیم.

اختصاص سال ۲۰۲۲ به موضوع علوم پایه و توسعهٔ پایدار فرصت خوبی است تا اهمیت این علوم بیش از گذشته مورد تاکید قرار گیرند تا فراتر از تشریفات و تعارفات بی‌خاصیت، به تعمق، برنامه‌ریزی و عمل در ارتقاء نقش این علوم در نظام علم و فناوری کشور پرداخت.

هشت سال پیش در شهریور ماه سال ۱۳۹۳ رهبر فرهیختهٔ انقلاب اسلامی در ابلاغ سیاست‌های کلی علم و فناوری، جهاد مستمر علمی با هدف کسب مرجعیت علمی و فناوری در جهان را با تأکید بر تولید علم و توسعهٔ نوآوری و نظریه‌پردازی، ارتقاء جایگاه جهانی کشور در علم و فناوری و تبدیل ایران به قطب علمی و فناوری جهان اسلام و توسعهٔ علوم پایه و تحقیقات بنیادی برای نظام آموزش عالی، تحقیقات و فناوری هدف‌گذاری کردند.

متأسفانه کارنامهٔ ما در دستیابی به این اهداف در این هشت سال درخشان نیست و احتیاج به آسیب‌شناسی جدی دارد. بخشی از این کم‌کاری به فقدان نگاه راهبردی به علوم پایه برمی‌گردد.

برادر و دوست دیرینه و دانشمندم جناب آقای دکتر ایرج نبی‌پور، عضو پیوستهٔ فرهنگستان علوم پزشکی، در این کتاب ارزشمند، با بیانی شیوا تلاش کرده‌اند که اهمیت علوم پایه در حل معضلات کشورمان را با رویکردی بومی نه صرفاً ترجمانی تبیین کنند و حقیقتاً کار بزرگی را انجام داده‌اند. پیش از این نیز در آینده‌نگاری سلامت و روندشناسی علوم پزشکی، کارهای فاخری از ایشان منتشر شده که مجموعه همهٔ این‌ها می‌تواند هم راهنمایی عملیاتی برای سیاست‌گذاران و هم الگویی برای محققان باشد. خوانندگان فرهیختهٔ این کتاب از لابه‌لای این سطور می‌توانند نقش خود را در این مسیر شناسایی کنند و ان‌شاءالله

به اجرا برسانند. لسان‌الغیب رحمة الله علیه که ما افتخار همجواری با او را داریم چه خوش سروده است:

نه من ز بی‌عملی در جهان ملولم و بس
ملالتِ علما هم ز علم بی‌عمل است

کامران باقری لنکرانی
استاد ممتاز دانشگاه علوم پزشکی شیراز
عضو پیوستهٔ فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران

به نام خدا

پژوهش‌های علوم پایه را می‌توان تحقیقاتی بنیادی، مشاهده‌ای، تئوریک یا تجربی تعریف نمود که هدف آن پیشرفت دادن به دانش بدون تجسم نمودن کاربردهای عملی خاص برای آن می‌باشد. در واقع، این یک جستجو برای دانش نوین و کشف ناشناخته‌ها است که به صورت خالص با حس کنجکاوی و میل به گسترش دانش به پیش رانده می‌شود. گروهی از دانشمندان جوانی که با این حس کنجکاوی و شور و شوق، در یک لحظهٔ جادویی در اوایل سدهٔ بیستم در جستجوی درک بهتر طبیعت از طریق فیزیک کوانتومی بودند مسلماً هرگز تصور نمی‌کردند که این درک از طبیعت در قالب فیزیک کوانتومی می‌تواند جهان را تغییر دهد و منجر به توسعهٔ لیزر، دیسک‌های لیزری، واحدهای پردازندهٔ مرکزی رایانه‌های نوین، بارکدخوان‌ها و ساعت‌های اتمی شوند که پایه‌هایی هستند برای سیستم GPS که هم‌اکنون در سراسر جهان استفاده می‌شود.

بر اساس یک مقاله که در ساینتیفیک امریکن در سال ۲۰۰۱ به چاپ رسید، تخمین زده شد که ۳۰ درصد از درآمد ناخالص ملّی آمریکا (GDP) بر اساس اختراعاتی است که با مکانیک کوانتومی امکان‌پذیر شده‌اند. این مثال از پژوهش‌ها در علوم پایه و اثرگذاری اقتصادی آن، ما را به فراتر از بحث تمایز میان علوم پایه و علوم کاربردی می‌کشاند.

می‌دانیم که پایه‌های اقتصاد دانش بنیان شامل «سرمایهٔ انسانی»، «فناوری اطلاعات و ارتباطات» و «نوآوری» است و هم‌اکنون به اندازهٔ بسیار

چشمگیری مطالعات و پژوهش‌های علمی وجود دارند که به صورت گسست‌ناپذیری به پیوند نیرومند میان علوم پایه و نوآوری (به عنوان موتور محرکهٔ اقتصاد دانش بنیان) اشاره کرده‌اند.

در فراتر از بحث‌های علوم پایه و علوم کاربردی، علوم پایه و نوآوری، علوم پایه و اقتصاد دانش بنیان، اندیشه‌ای بسیار مرزشکن پدیدار گشته است که به پیوند علوم پایه با توسعهٔ پایدار می‌پردازد که در زیر چتر واژهٔ خود، توسعهٔ اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست را جای می‌دهد. بر پایهٔ همین اندیشه، «سال بین‌المللی علوم پایه برای توسعهٔ پایدار» برای سال ۲۰۲۲ مطرح گردیده و قطعنامهٔ پیشنهادی آن در چهلمین نشست همایش عمومی یونسکو به رأی گذاشته شد. هدف این سال تمرکز بر پیوندهای میان علوم پایه و «اهداف هفده‌گانهٔ توسعهٔ پایدار» است که در برنامهٔ کاری ۲۰۳۰ سازمان ملل متحد هدف‌گذاری شده‌اند. چندین هدف از اهداف هفده‌گانهٔ توسعهٔ پایدار که در سال ۲۰۱۵ در مجمع عمومی سازمان ملل مورد پذیرش قرار گرفته‌اند آشکارا با پیشرفت‌های علمی در پیوند می‌باشند.

در پروژهٔ پیشنهادی یونسکو و گروه کاری سال بین‌المللی علوم پایه برای توسعهٔ پایدار (IYBSSD 2022) به شش زمینهٔ کاری مورد توافق یونسکو و سازمان ملل متحد اشاره شده است که شامل این موارد می‌باشند:

۱) زنان در علوم پایه
۲) علوم پایه به عنوان منبعی برای گفتمان بین‌المللی و صلح
۳) علوم پایه به عنوان کالای جهانی همگانی
۴) نقش علوم پایه در نوآوری و توسعهٔ اقتصادی
۵) آموزش علوم پایه و توسعهٔ انسانی
۶) علوم پایه برای رویارویی با چالش‌های جهانی

ما در این نوشتار به موشکافی در این زمینه‌های کاری و بسط مفاهیم آن می‌پردازیم. هر چند که در این نوشتار، نگاه به علوم پایه به صورت عام بوده است ولی توجه ویژه‌ای به علوم پایهٔ پزشکی شده است و در زیر هر کدام

از این موضوعات زمینه‌ای، راهکارهایی برای پیاده‌سازی اهداف آن با توجه به جغرافیای سیاسی و امکانات فیزیکی کشورمان ارائه شده است که مسلماً همهٔ راهکارهای موجود نمی‌باشند ولی می‌توان به عنوان یک نسخهٔ ابتدایی برای تدوین سیاست‌های کلی و نهادسازی در این زمینه‌ها، از آن‌ها بهره جست.

پرداختن به این راهکارها که هدف آن‌ها پیوند علوم پایه با توسعهٔ پایدار است، می‌تواند موجب فروکاستن از شکاف اقتصادی میان فقرا و ثروتمندان، خلق ثروت، بهبودی در کیفیت زندگی و رشد واقعی اقتصادی و در نهایت تحول در جامعه گردد زیرا در همهٔ این راهکارها، به علوم پایه به عنوان یک کالای عمومی نگریسته شده است که با خلق «علم شهروندی» تلاش می‌گردد به افزایش بهره‌وری و رقابت‌پذیری که پیش‌ران‌های کلیدی برای توسعهٔ اقتصادی هستند، پرداخته شود.

بی‌شک ما هر میزان که بر علم سرمایه‌گذاری کنیم، برون‌ده اقتصادی ما فزونی خواهد یافت. بسیار جالب است که با وجودی که ایالات متحدهٔ آمریکا ۲/۸ درصد از GDP خود را بر «پژوهش و توسعه» هزینه می‌کند و از هر یک دلار سرمایه‌گذاری، پنج دلار کسب می‌کند در طی مطالعاتی ابراز کرده است که سرمایه‌گذاری بر علم و نوآوری به عنوان موتور زایندهٔ شکوفایی، هنوز ناکافی می‌باشد.

در این نوشتار فقط به پنج زمینه از زمینه‌های شش‌گانهٔ مورد توجه یونسکو و سازمان ملل متحد پرداخته شده است زیرا با توجه به حضور برجستهٔ زنان دانشمند کشورمان در دپارتمان‌های علوم پایه، بررسی اثرگذاری و نقش این زنان دانشمند در پیشبرد اهداف توسعهٔ پایدار در کشور، خود پژوهشی بسیار ژرف را می‌طلبد که امید است بتوان بر پایهٔ این پژوهش به نقش برجستهٔ مشارکتی زنان در پیشرفت علوم پایه و اثر آن بر مؤلفه‌های توسعهٔ پایدار پرداخت.

در اینجا سزاوار است از استاد عزیزم جناب آقای دکتر کامران باقری لنکرانی و دیگر اعضای محترم شعبهٔ جنوب فرهنگستان علوم پزشکی

جمهوری اسلامی ایران که از اندیشه‌های برتر آنان در این نوشتار خوشه‌چینی نموده‌ام صمیمانه سپاسگزاری نمایم. از جناب آقای دکتر مهدی محمودپور، استاد محترم دانشگاه علوم پزشکی بوشهر که در بازخوانی متن، لغزش‌های فراوان این حقیر را گوشزد نموده‌اند کمال قدردانی را دارم. از جناب آقای مهندس دارا جوکار که در ویرایش متن و صفحه‌آرایی از هیچ کوششی فروگذاری ننمودند و نیز از آقای مهندس حسین آذری که شکیبانه حروفچینی متوالی متن را پذیرفتند و همچنین سرکار خانم دکتر صفایی در کتابخانهٔ مرکزی دانشگاه جهت دریافت مجوزهای لازم، صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

هر چند که می‌دانیم دانشمند واقعی طبیعت را برای آن که سودمند است مورد مطالعه قرا نمی‌دهد بلکه اولین کار را برای پاسخ‌دهی به حس کنجکاوی خود انجام می‌دهد و بدین سان شادکامی می‌آفریند. این تلاش از این رو شادکامانه است چون که طبیعت که نمودی از پروردگار یکتا است خود زیبا است و پرداختن به حس کنجکاوی و جستجوگری نیز خود زیباتر. بر پایهٔ این باور است که آلبرت انیشتین چنین بیان کرده است: *"زیباترین چیزی که می‌توانیم تجربه کنیم خودِ ناشناخته‌ها است. این همان منبع همهٔ هنر و علم واقعی است."* امّا بی‌شک، در فراتر از این شادمانی برآمده از پاسخ‌دهی به حس کنجکاوی، پیوند دادن علم محض با نوآوری و در نهایت برآورده ساختن اهداف توسعهٔ پایدار نهفته است که می‌بایست در پویشی عالمانه به آن بپردازیم.

دکتر ایرج نبی پور

فوق تخصص غدد درون ریز و متابولیسم،

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

عضو پیوستهٔ فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران

«گروه آینده‌نگاری، نظریه‌پردازی و رصد کلان سلامت»

فصل اول

توسعهٔ پایدار
و اهداف هفده‌گانه

در سال ۱۹۸۴، سازمان ملل یک گروه مستقل از ۲۲ فرد از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته را برای شناسایی راهبردهای زیست محیطی درازمدت برای جامعهٔ جهانی تعیین نمود. در سال ۱۹۸۷، «همایش جهانی محیط زیست و توسعه» گزارش خود را تحت عنوان «آیندهٔ مشترک ما[1]» به چاپ رساند و از اصطلاح «توسعهٔ پایدار» استفاده کرد؛ همان اصطلاحی که به شکل گسترده مورد استفاده قرار گرفته و این گونه تعریف شده است: *"توسعه‌ای که نیازهای کنونی را برآورده می‌سازد بدون این که به توانایی نسل‌های آینده در برآورده ساختن نیازهایشان خدشه‌ای وارد شود."* گفته می‌شود که این گزارش، تبار توسعهٔ پایدار را در گسترهٔ سیاسی تفکر بین‌المللی توسعه جای داد. این گزارش به ۲۴ زبان ترجمه گردید و تعریف آن تا زمان ما به صورت گسترده به حیات خویش ادامه داده است(۱).

توسعهٔ پایدار می‌بایست راه‌حلی برای برآورده ساختن نیازهای پایهٔ انسانی، یکپارچه‌سازی اجتماعی و مقولهٔ حفاظت، دستیابی به برابری، تضمین خود عزمی اجتماعی و تنوع فرهنگی و برقراری یکپارچگی بوم زیستی فراهم آورد. هر چند که مفهوم توسعهٔ پایدار در طی زمان تغییر یافته است ولی اصول بنیادین و اهداف آن منجر به رفتار هوشمندانه‌تر انسان در پذیرش محدودیت‌های زیست محیطی شده است. این دلیلی است که این مفهوم در گستره‌های گوناگونی از فعالیت‌های انسانی پذیرفته شده است(۲).

در اکثر تعاریف پذیرفته شده از توسعهٔ پایدار، این ایده گنجانده شده

[1] WCED, 1987

است که سه ستون مستقل از هم در توسعهٔ پایدار وجود دارد: زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی. این سه ستون به شکل حلقه‌های به هم قفل شده هستند. هدف توسعهٔ پایدار فزونی دادن در اهداف این سه سامانه است که می‌توان آن را در فصل مشترک این حلقه‌ها به تصویر کشید(۱). از بُعد توسعه، گزارش بیان می‌کند که نیازهای انسانی ضروری و پایه‌ای می‌باشند مانند رشد اقتصادی ولی در این رشد اقتصادی برابری برای اشتراک منابع با فقرا مدنظر می‌باشد و همچنین برابری از طریق مشارکت مؤثر شهروندان مورد تشویق قرار می‌گیرد. به بُعد زیست محیطی در متن گزارش چنین اشاره شده است: *"مفهوم توسعهٔ پایدار به محدودیت‌ها - نه تنها محدودیت‌های مطلق بلکه به محدودیت‌هایی که وضعیت موجود فناوری و سازمان اجتماعی بر روی منابع زیست محیطی فرود می‌آورند و همچنین از توانایی زیست کره (بیوسفر) در جذب اثرات فعالیت‌های انسانی - اشاره دارد(۳)."*

هر چند در تعاریف توسعهٔ پایدار، مفهوم موجود اخلاقی در یک توسعهٔ شفاف عادلانه را جستجو می‌کند ولی این باور وجود دارد که از آنجا که محیط زیست پایهٔ فعالیت اقتصادی و خودِ «زندگی» است این حق وجود دارد که کیفیت و یکپارچگی محیط زیست برای نسل‌های آینده حفظ شود. از این رو، دیدگاه نسبت به «عدالت زیست محیطی» یک بخش برجسته از مباحث معاصر در معنا و عمل به توسعهٔ پایدار است که نگرانی‌های اخلاقی بیشتری را طلب می‌کند. این مقوله، افزون بر حفاظت از محیط زیست، نگرانی‌هایی از این که چگونه بدی‌های زیست محیطی «مانند آلودگی‌ها» و خوبی‌های آن «مانند دسترسی به فضای سبز» در سطح جامعه توزیع می‌گردند را در نظر می‌گیرد. عدالت زیست محیطی نگرانی برای برابری در تداخلات مدیریتی زیست محیطی و ماهیت درگیری جامعه در تصمیم‌گیری را نیز در بر می‌گیرد(۱).

هر چند که در «نشست جهانی ۲۰۰۲ پیرامون توسعهٔ پایدار» بر گسترش تعریف استاندارد توسعهٔ پایدار بر بنیان سه رکن اساسی «اقتصادی»،

«اجتماعی» و «زیست محیطی» توجه نشان داده شد ولی این در «بیانیهٔ ژوهانسبورگ» بود که بر یک مسئولیت‌پذیری جمعی برای توسعه دادن و تقویت‌سازی سه رکن بنیادین وابسته به توسعهٔ پایدار در سطح محلی، ملّی، منطقه‌ای و جهانی تأکید شد. از این رو، توسعهٔ پایدار به مشارکت ذی‌نفعان با دیدگاه‌های متنوع نیاز دارد که آرمان آن آشتی دادنِ ارزش‌ها و اهداف گوناگون و گاه متضاد به سوی یک ساختار نوین و سپس هماهنگی عمل متقابل برای دستیابی به ارزش‌های چندگانه و حتی هم‌افزایانه است. همان گونه که جهان واقعی نشان داده است، دستیابی به توافق بر سر ارزش‌ها، اهداف و عملکردهای مقولهٔ پایداری اغلب دشوار بوده و کاری توان‌فرسا می‌باشد(۳).

بر پایهٔ همین دشواری‌ها، در یک مطالعه که بر روی ۱۶۷ کشور انجام شد نشان داده شد که اکثر کشورها در دستیابی به توسعهٔ پایدار شکست خورده‌اند و بسیاری از آن‌ها نیز از آن به دور می‌باشند. پژوهشگران این مطالعه اشاره کردند که برخی از ارکان مربوط به توسعهٔ پایدار فقط به خرج رکن دیگر قابل دستیابی هستند؛ به زبان دیگر، همزمان که یک رکن توسعهٔ پایدار به پایداری می‌رسد دیگری می‌تواند ناپایدار شود؛ به ویژه اگر که این به صورت مستقیم بر پایداری اکولوژیک تأثیرگذار باشد. از سوی دیگر، همین پژوهش نشان داد که شکاف میان کشورهای توسعه یافته و توسعه نیافته ژرف‌تر شده است و از این رو، پرسش گذاشتن برابری در این مفهوم قابل تعمق می‌باشد و چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مفهوم توسعهٔ پایدار بسیار پیچیده و غامض بوده و نیل به آن بسیار چالش برانگیز است(۲).

به دلیل چالش‌های موجود در مفهوم توسعهٔ پایدار، این مفهوم در سال ۲۰۱۵ در «همایش سازمان ملل پیرامون توسعهٔ پایدار» در نیویورک مورد بازنگری قرار گرفت و قطعنامهٔ «دگرگونی جهان ما: برنامهٔ کاری ۲۰۳۰ برای توسعهٔ پایدار با ۱۷ هدف توسعه‌ای هزاره‌ای»، دستیابی به این اهداف را تا سال ۲۰۳۰ هدف‌گذاری نمود. مقایسهٔ برنامهٔ کاری ۲۰۳۰ با اهداف توسعه‌ای

هزاره‌ای سال ۲۰۰۰، نشانگر آن است که اهداف گذشته، بازساختاربندی و مورد تأکید مجدد قرار گرفته‌اند زیرا اهداف پیشین فقط تا حدی تحقق یافته بودند و از سوی دیگر اهداف نوین در برنامهٔ کاری ۲۰۳۰ به چالش‌ها و تقاضاهای فزاینده و پیچیدگی وضعیت موجود در کرهٔ زمین اشاره می‌کنند مانند تضمین فراهم آوردن آب سالم و انرژی پاک، توسعهٔ زیرساخت‌ها، صنعت و نوآوری برای ایجاد اشتغال، تضمین توسعهٔ اقتصادی و زدودن نابرابری میان کشورها، شهرها و جوامع پایدار، تولید و مصرف پایدار، حفظ زیست‌بوم در خشکی و زیر آب، تضمین صلح و غیره(۲).

اهداف توسعهٔ پایدارِ هفده‌گانه شامل ۱۶۹ زیرهدف است که در جستجوی ایجاد «دگرگونی در جهان ما به سوی یک آیندهٔ صلح‌آمیزتر و روشن‌تر» می‌باشند. بر پایهٔ اهداف توسعهٔ هزاره که در سال ۲۰۰۰ پذیرفته شد، برنامهٔ کاری ۲۰۳۰، هر کدام‌یک از کشورهای عضو سازمان ملل را برای پیاده‌سازی این اهداف هفده‌گانه و همچنین زیرهدف‌های همراه با آن‌ها در کشورهای مربوطه و حمایت از پیاده‌سازی اهداف در دیگر بخش‌های جهان تا سال ۲۰۳۰، فرا می‌خواند. در انجام این امر، جامعهٔ جهانی چیرگی بر شکاف شمال - جنوب را که هنوز در سیاست‌های جهانی از بُعد زیست محیطی و توسعه‌ای وجود دارد، هدف خود قرار داده است. امّا همان گونه که اشاره شد، دستیابی به هر کدام‌یک از این اهداف نمی‌بایست به خرج اهداف دیگر باشد زیرا پیوستگی آشکار و ناآشکارِ پیچیده‌ای میان این اهداف وجود دارد.

برای مثال، هدف سوم (سلامت خوب و تندرستی) را می‌توان در اهداف دیگر مانند هدف اول (فقدان فقر)، هدف دوم (فقدان گرسنگی)، هدف ششم (آب سالم و بهسازی) و هدف دهم (کاهش نابرابری‌ها) یافت نمود. از این رو، این اهداف هفده‌گانه، «شبکه‌ای از اهداف» را تشکیل می‌دهند. برهم‌کنش‌های موجود می‌توانند مثبت (برای مثال پیشرفت یک هدف، موافق پیشرفت در هدف دیگر بوده که موجب هم‌افزایی می‌شود) یا منفی باشند (برای مثال پیشرفت در یک هدف، مانع پیشرفت در دیگری می‌شود). این ساختار،

چشم‌اندازهایی برای پیاده‌سازی یکپارچه و میان بخشی باز می‌کند و همزمان نیز چالش‌های هماهنگ نوینی را برای دولت‌ها، اهداکنندگان، نمایندگان جامعهٔ مدنی و دیگر بازیگران وابستهٔ سیاسی و اجتماعی، عرضه می‌دارد(۴).

این اهداف هفده‌گانه که ضامن برقراری توسعهٔ پایدار هستند به چالش‌های جهانی که ما با آن‌ها روبه‌رو هستیم مانند فقر، نابرابری، تغییر اقلیم، نابودی محیط زیست، شکوفایی، صلح و عدالت می‌پردازند.

دستورالعمل اهداف هفده‌گانه‌ای که در مجمع عمومی سازمان ملل در سپتامبر ۲۰۱۵ پذیرفته شده‌اند به شرح زیر می‌باشند:

هدف اول: پایان دهید به فقر در همهٔ اشکال آن در هر جایی؛

هدف دوم: پایان دهید به گرسنگی، دست بیابید به امنیت غذایی و بهبودی دهید تغذیه و ارتقاء دهید کشاورزی پایدار را؛

هدف سوم: تضمین کنید زندگانی‌های سالم و ارتقاء دهید تندرستی برای همگان در همهٔ سنین؛

هدف چهارم: تضمین کنید آموزش کیفی همگانی و ارتقاء دهید فرصت‌های یادگیری مادام‌العمر را برای همگان؛

هدف پنجم: دست بیابید به برابری جنسی و توانمند سازید همهٔ زنان و دختران؛

هدف ششم: تضمین کنید دسترسی به آب و بهسازی آن برای همگان؛

هدف هفتم: تضمین کنید دسترسی به انرژی مدرن و پایدار، قابل اعتماد و همخوان با تمکن مالی مردم؛

هدف هشتم: ارتقاء دهید رشد اقتصادی پایدار همگانی، اشتغال و کار شایسته برای همه؛

هدف نهم: برپا کنید زیرساخت تاب‌آور، ارتقاء دهید صنعتی شدن پایدار و ترویج کنید نوآوری؛

هدف دهم: کاهش دهید نابرابری در درون و میان کشورها

هدف یازدهم: بسازید شهرها را در برگیرنده، ایمن، تاب‌آور و پایدار

هدف دوازدهم: تضمین کنید مصرف پایدار و الگوهای تولید
هدف سیزدهم: انجام دهید یک اقدام فوری برای مبارزه با تغییر اقلیم و اثرات آن
هدف چهاردهم: حفظ کنید و استفاده کنید به صورت پایدار از اقیانوس‌ها، دریاها و منابع دریایی
هدف پانزدهم: مدیریت کنید به صورت پایدار جنگل‌ها را، مبارزه کنید با بیابان زدایی، متوقف کنید و معکوس نمایید نابود کردن سرزمین و متوقف سازید از دست دادن تنوع زیستی
هدف شانزدهم: ارتقاء دهید جوامع عادل، صلح‌آمیز و در برگیرنده
هدف هفدهم: باز زنده‌سازی نمایید مشارکت جهانی برای سرمایه‌گذاری در راه توسعهٔ پایدار(۵)

در همین زمینه، یک برنامهٔ پیشگامانه پژوهشی جهانی «جهان در سال ۲۰۵۰» که توسط «انیستیتو بین‌المللی برای آنالیز سیستمی کاربردی» راه‌اندازی گردید، «شبکهٔ راه‌حل‌های توسعهٔ پایدار» و همچنین «مرکز تاب‌آوری استکهلم»، شش دگرگونی در خوشه‌های موضوعی گوناگون را برای دستیابی به اهداف هفده‌گانه و پایداری درازمدت، پیشنهاد کردند:

۱) آموزش، جنسیت و نابرابری
۲) سلامت، تندرستی و دموگرافی
۳) کربن‌زدایی انرژی و صنعت پایدار
۴) غذا، سرزمین، آب و اقیانوس‌های پایدار
۵) شهرها و جوامع پایدار
۶) انقلاب دیجیتالی برای توسعهٔ پایدار(۴)

باز هم باید تأکید نمود که این اهداف، یکپارچه و جدایی‌ناپذیر بوده و در سه رکن بنیادی توسعهٔ پایدار (اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی)، توازن ایجاد می‌کنند(۶). از سوی دیگر، توسعهٔ پایدار در حال تبدیل شدن به یک تلاش علمی و فناورانه است که بر طبق گفتهٔ «پیشگامی علم و فناوری

برای توسعهٔ پایدار»، در جستجوی فزونی دادن در مشارکت دانش در توسعهٔ انسانی پایدار در تناسب با محیط زیست در سراسر جهان می‌باشد. در واقع، این سازمان نوپدید بر ژرف دادن به درک ما از سامانه‌های اجتماعی اکولوژیک در مکان‌های خاص متمرکز است و همزمان نیز سازوکارهای نوآورانه‌ای را برای تولید دانش می‌جوید که وابسته و اعتبارآمیز بوده و به سیاست‌گذاران مشروعیت می‌بخشد.

از این رو، همکاری دانشمندان و دانشگاهیان در ایجاد شبکه‌های همکارانه در برنامه‌های نوپدید مربوط به آموزش میان‌رشته‌ای و در بسیاری از تلاش‌ها در تأمین حمایت علمی از جوامع برای تحقق اهداف هفده‌گانهٔ توسعهٔ پایدار برنامهٔ ۲۰۳۰، بسیار ضروری می‌باشد(۳). بر همین باور، سازمان ملل یک «سازوکار تسهیل‌سازی فناوری» جهت حمایت از این اهداف توسعه‌ای تدارک دیده است. این سازوکار بر پایهٔ همکاری ذی‌نفعان چندگانه میان کشورهای عضو، جامعهٔ مدنی، بخش خصوصی، جامعهٔ علمی و دیگر موارد سازمان ملل و ذی‌نفعان است و یک تیم کاری میان نمایندگی سازمان ملل برای علم، فناوری و نوآوری در جهت اهداف توسعهٔ پایدار، یک «فروم» ذی‌نفع‌های چندگانه در همکاری برای دانش، فناوری و نوآوری در جهت اهداف توسعهٔ پایدار و یک پلتفورم برخط (آنلاین) را شامل خواهد شد.

کار «فروم» فراهم آوردن مسیری برای تسهیل نمودن برهم‌کنش، همخوانی و برقراری شبکه‌ها میان ذی‌نفعان وابسته و مشارکت ذی‌نفعان چندگانه به منظور مورد شناسایی قرار دادن و بررسی نیازهای فناوری و شکاف‌های موجود است که شامل همکاری‌های علمی، نوآوری و ظرفیت‌سازی می‌شود و در تسهیل توسعه، انتقال و اشاعهٔ فناورهای وابسته برای اهداف توسعهٔ پایدار کمک می‌نماید(۶).

اکنون که با مفهوم توسعهٔ پایدار و اهداف هفده‌گانهٔ برنامهٔ کاری ۲۰۳۰ سازمان ملل به صورت ساده و به اهمیت علم و فناوری برای دستیابی به این اهداف آشنایی یافتیم، در ادامهٔ فصول این نوشتار به نقش بی‌همتای علوم

پایه در به واقعیت پیوستن این اهداف، به منظور خلق توسعهٔ پایدار، می‌پردازیم.

فصل دوم

نقش علوم پایه در نوآوری و توسعهٔ اقتصادی

از دید تاریخی، این بینش که توسعه، حتی توسعهٔ اقتصادی، ضرورتاً یک فرایند دانشی است به آرامی در اندیشه‌های اقتصاددانان نفوذ کرده است که پاره‌ای از این لنگش موجود در لحاظ نمودن نقش برجستهٔ علوم و فناوری در رشد اقتصادی، برخاسته از این است که بس دشوار است تا بتوان دانش را در شمایلی عددی فروکاست و در مدل‌های مکانیکی اقتصادی وارد نمود. مسئلهٔ دیگر نیز این است که یافت یک رابطهٔ ساده میان اقتصادِ رشد که در قلمروی اقتصاد کلان است و اقتصادِ توسعه‌ای که بیشتر در حوزهٔ اقتصاد خرد بوده و در رهیافت نیز چند رشته‌ای است، دشوار می‌باشد.

رومر[1] که یک اقتصاددان کلان است به این گستره، رویکرد نشان داد و پایهٔ آن این فرض بود که رشد درازمدت، عمدتاً با پیش‌رانی انباشت دانش صورت می‌گیرد. بدین سان، دانش، شکل اساسی سرمایه محسوب گردید. در بخش صنعت، تولید دانش ممکن است یک محصول حاشیه‌ای داشته باشد که بخشی از آن به این علت است که خلق یک دانش نوین توسط یک بنگاه می‌تواند اثر مثبتی بر امکانات تولید در دیگر بنگاه‌ها داشته باشد زیرا دانش را نمی‌توان کاملاً پتنت کرد و آن را نهان نگه داشت. دانش حتی اگر برای سود خصوصی خلق شده باشد اثر مهم عمومی دارد و بسان کالایی عمومی جلوه می‌کند. در هر صورت، این رومر بود که این را ارائه نمود که هر تداخلی اگر بتواند تخصیص کالاهای کنونی را از مصرفی به سوی پژوهش رهسپار نماید، احتمال بهبودی در رفاه عمومی را دارد(۷).

[1] Romer

امروزه گرایش به دانش و ورود مؤلفهٔ خلق دانش در مدل‌های اقتصادی چنان ریشه گرفته است که منجر به پیدایی «اقتصاد دانش بنیان» شده است. اقتصادی که ستون آن سرمایهٔ انسانی، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و نوآوری است(۸).

تمایل یافتن جامعه اقتصادی در هزارهٔ جدید به سوی نوآوری از همین زیرساخت ریشه می‌گیرد. در واقع، مفهوم «مدل خطی نوآوری[1]» به واسطهٔ پژوهندگان قلمروی مطالعات نوآوری از اواسط دههٔ ۱۹۸۰ معرفی شده بود. بر طبق این مدل، یک توالی ساده در گام‌ها از علوم پایه به نوآوری‌ها وجود دارد و در این مدل به نوآوری به عنوان یک ابداع سودآور نگریسته می‌شود. مدل خطی نوآوری یک جزء از فرایند تجاری‌سازی دانش است که با دیدگاه‌های نئولیبرالی ارتقاء یافته است(۹).

در همین گذار مدل خطی نوآوری بود که اقتصاددان بریتانیایی، کریستوفر فریمن[2]، نخستین بار از واژهٔ نوآوری همچون یک ابداع سودآورانه استفاده کرد (ابداعی که توان پذیرفته شدن توسط یک بنگاه اقتصادی را دارد و بدین طریق سودآوری‌های آن را فزونی می‌دهد). بدین سان در نوآوری‌گرایی[3]، جنبش تولید نوآوری‌ها به عنوان خط پایان اولیهٔ پژوهش‌های علمی نگریسته شد. از آنجا که نظامی که تعیین می‌کند چه چیزی نوآورانه است و چه چیزی سودآور است، بازار است، جنبش نوآوری‌گرایی برای به منصهٔ واقعیت نشاندن آن به پژوهش‌های علمی در گسترهٔ علوم پایه تکیه دارد و از این طریق علوم پایه در راهبرد نئولیبرالی جهت ارتقاء تجاری‌سازی دانش در بُعد پراگماتیک توسعهٔ اقتصادی ورود می‌نماید(۹).

این اندیشه امروزه به چنان جایگاهی رسیده است که علوم پایه را پشتیبان بهره‌وری و رقابت‌پذیری در سطح بین‌المللی قلمداد نموده‌اند یعنی

[1] Linear model of innovation
[2] Christopher Freeman
[3] Innovationism

پیش‌ران‌های کلیدی در رشد پایدار اقتصادی در یک جهان یکپارچه شده(۱۰). اگر پرسش شود پیش‌ران‌های رشد درازمدت اقتصادی چیست یکی از پاسخ‌های مهم «بهره‌وری[1]» است یعنی توانایی خلق برون‌ده‌ها (خروجی‌های) بیشتر با درون‌دادهای (ورودی‌های) یکسان. در «چشم‌انداز جهانی اقتصاد[2]»، بر نقش نوآوری در برانگیختن «رشد بهره‌وری» درازمدت تأکید شده است. از سوی دیگر، بر نقش بنیادی سرمایه‌گذاری در علوم پایه در تقویت‌سازی گونه‌ای از نوآوری که برای رشد درازمدت اقتصادی نیاز است، پافشاری شده است یعنی ابداعاتی که بر پایهٔ دانش علمی پایه انجام می‌شوند. در حالی که پژوهش‌های کاربردی برای آوردن نوآوری‌ها در بازار مهم هستند، پژوهش‌های علوم پایه اساس دانش مورد نیاز جهت پیشرفت علمی مرزشکن را گسترش می‌دهند. مثال آشکار آن، ماجرای واکسن بیماری کووید ۱۹ است که دانشمندان، ساخت واکسن mRNA را از دانش پایهٔ انباشت یافته در حوزه‌های گوناگون علوم پایه برگرفتند و این نوآوری با نجات دادن جان میلیون‌ها نفر و گشایش فضای اقتصادی، موجب تزریق تریلیون‌ها دلار در اقتصاد جهانی شد.

اقتصاددانان معاصر در مدل‌های ریاضیاتی خود تخمین افزایش رشد بهره‌وری با فزونی در پژوهش‌ها در علوم پایه را نشان داده‌اند(۱۱). در یک مطالعهٔ بسیار پر استناد که توسط مانسفیلد[3] بر روی ۷۵ بنگاه عمدهٔ آمریکایی در ۷ حوزهٔ صنعت ساخت‌وساز (پردازش اطلاعات، تجهیزات برقی، شیمیایی، تجهیزاتی، دارویی، فلزی و نفت) انجام گردید، نشان داده شد که سرمایه‌گذاری عمومی در علوم پایه، بازگشت سرمایه‌ای ۲۸ درصدی را با خود به همراه دارد.

جالب است که در مطالعهٔ «بنیاد ملّی علم آمریکا»، این یافته به دست

[1] Productivity
[2] World Economic Outlook
[3] Mansfield

آمد که ۷۳ درصد از مقالات استناد شده در ثبت اختراع‌های صنعتی عمدتاً در حوزهٔ علوم پایه بوده است. این مقالات توسط دانشگاه‌های تحقیقاتی برجسته و آزمایشگاه‌های دولتی تولید شده بودند(۱۲). در گسترهٔ علوم پزشکی نیز با فقدان انجام پژوهش‌های پایه و بینش‌های حاصله از علوم پایه، امکان توسعهٔ آینده در درمان بیماری‌ها و ناتوانی‌ها وجود نخواهد داشت زیرا این علوم پایهٔ پزشکی است که همچون منبعی برای ابزارها، مدل‌ها و تکنیک‌های نوین (مانند موش‌های تغییر یافتهٔ ژنتیکی، MRI عملکردی و غیره)، گسترهٔ پژوهش و توسعه را در فراتر از مرزهای خود متحول کرده است(۱۳).

همان گونه که اشاره شد، بزرگ‌ترین و فوری‌ترین چالش معاصر برای علم، در برنامهٔ کاری ۲۰۳۰ سازمان ملل برای توسعهٔ پایدار و چهارچوب هفده‌گانهٔ اهداف توسعهٔ پایدار آن متجلی است. از آنجا که سیارهٔ زمین در حالت «هشدار قرمز» قرار دارد و جوامع انسانی نیز در پیشرفت به سوی دستیابی به این اهداف هنوز راه طولانی‌ای را برای پیمودن دارند، نقش علوم پایه در بازبرقراری ارتباطات انسانی با سیاره به شیوه‌هایی که محیط زیست توان بازیابی خود را به دست آورد و همزمان برابری انسانی، سلامت و تندرستی نیز برقرار گردد، بسیار برجسته‌تر شده است(۱۴). بر همین بنیان، علوم پایهٔ پزشکی برای ترسیم و برقراری ارتباط ارگانیک انسان با محیط زیست و نگهداشت سلامت و تندرستی و پرداختن به بحران‌های غامض و پیچیدهٔ تغییر اقلیم، از دست دادن تنوع زیستی، آلودگی‌های زیست محیطی، فروپاشی‌های اجتماعی، نابرابری‌ها و شکنندگی اقتصادی می‌تواند بر پایهٔ نوآوری‌های فناورانه بسیار کارآمد بوده و به توسعه و شکوفایی اقتصادی منجر گردد.

در ادامهٔ این بحث ما به راهکارهای پیشنهادی برای علوم پایهٔ پزشکی جهت نیل به چنین اهدافی با تکیه بر نوآوری و توسعهٔ اقتصادی در یک چهارچوب بومی برای کشور عزیزمان می‌پردازیم.

الف) علوم پایهٔ پزشکی و انقلاب صنعتی چهارم؛ بازگویی داستان‌های نوآوری‌های علوم پایه در رشد علم برای متقاعد کردن سیاست‌گذاران و جامعه برای سرمایه‌گذاری بر این علوم

کاسمیر[1]، فیزیکدان نظری مشهور و مدیر وقت پژوهش شرکت فیلیپس، فهرستی از موفقیت‌های نوآورانهٔ علوم پایه را که به رشد اقتصادی در سطح جهان منجر گردیده‌اند و با خود سود سرشاری را آفریده بودند و به سادگی نیز از پس هزینه‌های پژوهش‌های خود برآمده بودند، ارائه داد. در این فهرست می‌توان به نوآوری‌های مکانیک موجی یا تئوری کوانتومی جامدات، ذرات هسته‌ای، کشف الکترون و امواج الکترومغناطیس و قوانین القاء، اشاره نمود که منجر به خلق ترانزیستورها، رایانه‌ها، قدرت هسته‌ای و الکتریکی و زیرساخت‌های فناوری ارتباطات و اطلاعات شدند. بررسی فهرست کاسمیر این را بر ما آشکار می‌سازد که به کار بردن دانش نوین، بسیار سودآور می‌باشد. امّا این دانش‌ها در هنگامه‌ای که اکتشافات زمینه‌ای آن‌ها در حال رخ دادن بودند، دیده نمی‌شدند و یک فاصلهٔ زمانی طولانی تاخیری، از زمان این اکتشافات بنیادین تا شکوفا شدن کاربردهای بی‌انتهای آن‌ها وجود دارد(۱۲).

بررسی سیر تاریخ علم معاصر نشان می‌دهد که اگر سرمایه‌گذاری و توجه کافی به پژوهش‌های پایه در این زمینه نمی‌شد جامعهٔ جهانی، آشکارا در جایگاه فعلی خود نمی‌بود. بی‌شک، اگر پژوهش‌ها بر روی mRNA در گسترهٔ علوم زیستی انجام نمی‌شد، ما از فرستادن دستورات DNA جهت خلق پروتئین‌هایی که می‌توانند بر علیه بیماری‌ها مبارزه کنند آگاهی نداشتیم و واکسن‌های بر پایهٔ mRNA برای رویارویی با ویروس کووید ۱۹ نیز وجود نمی‌داشت. امروزه می‌دانیم که این فناوری می‌تواند حتی کاربرد شگرفی در کشاورزی داشته باشد تا جایی که در فزونی دادن در مقاومت به استرس گیاهان و بیماری‌های آن‌ها از این فناوری نیز می‌توان بهره برد. چنین

[1] Casimir

داستانی نیز برای پیشرفت‌ها در علوم زیستی در سالیان اخیر در حوزهٔ علوم پایهٔ ویرایش ژن (به عنوان یک شیوهٔ درمانی برای بیماری‌های دشوار درمان) وجود دارد که منجر به معرفی فناوری CRISPR-Cas9 گردید و انقلابی را در مهندسی ژنومیک برای دستکاری و ویرایش DNA ارائه داده که کاربردهای بی‌شماری را یافته است که نه تنها در درمان بیماری‌ها و رویارویی با سرطان، کوری و بیماری آلزایمر، بلکه در عرصهٔ کشاورزی و امنیت غذایی نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت(۱۴).

از این رو، از راهکارهایی که برای متقاعد کردن سیاست‌گذاران و جامعه جهت سرمایه‌گذاری بر علوم پایهٔ پزشکی می‌توان اتخاذ نمود بازگویی‌های موفقیت‌آمیز این نوآوری‌های مرزشکن در گذار تاریخی علوم پایهٔ پزشکی به سوی کاربردهای فزایندهٔ آن‌ها می‌باشد. این رویکرد از این لحاظ که انقلاب صنعتی چهارم در حال پدیدار شدن است، اهمیت دوچندان می‌یابد. انقلاب صنعتی چهارم را می‌توان با گستره‌ای از فناوری‌های نوپدید تعریف کرد. این انقلاب، جهان‌های فیزیکی، دیجیتالی و زیستی را به یکدیگر جوش داده و بر همهٔ رشته‌ها، اقتصاد و صنایع، اثر خود را فرود می‌آورد. پایهٔ انقلاب صنعتی چهارم، انقلاب دیجیتالی است که بر آن اساس شیوه‌های نوینی تدوین گردیده که فناوری‌ها می‌توانند در جوامع نفوذ یافته، لانه گزیده و حتی در بدن انسان نیز کاشته شوند. پیشرفت در رباتیک و اتوماسیون، هوش مصنوعی، فناوری نانو و زیست فناوری، رایانش کوانتومی، اینترنت اشیاء، چاپ سه بُعدی، وسایل خودکار و خودران، فناوری‌های عصبی و فزونی دهندگان مغز، ویرایش ژنی و طراحی هستی، از فناوری‌های کلیدی‌ای هستند که سوخت‌رسان این انقلاب بوده و عملکرد اقتصاد مدرن را به صورت ریشه‌ای متحول خواهد ساخت. انقلاب صنعتی چهارم بر سطح اشتغال و شکل مشاغل، ماهیت کار، مدل‌های عملیاتی کسب‌وکار، دولت‌ها، کشورها، منطق، شهرها، امنیت بین‌المللی، جامعه، هویت فردی، اخلاق، ارتباطات انسانی و مدیریت اطلاعات فردی و جمعی، اثرات مرزشکنی فرود می‌آورد. آذرخش‌های این

انقلاب هم‌اکنون از همگرایی فناوری‌ها، در حال پدیدار شدن هستند.

از این رو، تحولات انقلاب صنعتی چهارم، نه تنها در صنایع و فناوری‌های آینده بازتاب دارند بلکه بر ماهیت فرد، اقتصاد و جهان کسب‌وکار نیز اثرات خود را نشان خواهند داد(۱۵). از آنجا که انقلاب صنعتی چهارم یک هم‌آغوشی و یکپارچگی در سامانه‌های فیزیکی، دیجیتالی و بیولوژیک است، علوم زیستی (به ویژه علوم پایهٔ پزشکی) در رکن بیولوژیک این انقلاب، می‌تواند نقش بسزایی داشته باشد و بی‌شک همان گونه که این انقلاب نویدگر گستره‌ای شگفت انگیز از هوش مصنوعی، رباتیک، اینترنت اشیاء (IoT)، خودروهای بدون سرنشین و خودران، چاپ سه بُعدی، مواد جدید، ذخیره‌سازی انرژی و پردازش کوانتومی بوده است، می‌تواند نویدگر گستره‌ای زیبا و بی‌همتا از پیشرفت‌ها و نوآوری‌های زیستی باشد که همچون پیش‌ران‌هایی برای توسعهٔ اقتصادی، نقش ایفا خواهند کرد. مثال‌های آشکار آن، دستاوردها و پیشرفت‌ها در حوزه‌های بیولوژی سینتتیک، چاپ سه‌بُعدی اعضاء و ارگان‌های بدن، ویرایش ژنی و طراحی هستی، فزونی دهندگان مغز و فناوری‌های عصبی می‌باشند.

در یک فراگرد کلی، با توجه به ورود جامعهٔ هزارهٔ جدید به موج انقلاب صنعتی چهارم و مزه‌مزه کردن دستاوردهای بی‌همتای آن در عرصه‌های گوناگون به ویژه زیستی، باید رشد اقتصادی و توسعهٔ همه جانبهٔ اقتصادی آن را چشم انتظار باشیم. از این رو، بازگویی این دستاوردهای آینده که حاصل تلاقی فناوری‌ها و سامانه‌های فیزیکی، دیجیتالی و زیستی می‌باشند برای سیاست‌گذاران و مردم می‌تواند بهترین راهکار برای جلب توجه آن‌ها برای سرمایه‌گذاری بر روی علوم پایهٔ پزشکی و گام نهادن جامعه در مسیر رشد و شکوفایی اقتصادی و دستیابی به فرآورده‌ها و محصولات بی‌بدیل آینده در عرصهٔ علوم زیستی و پزشکی برای برآورده ساختن اهداف هفده‌گانهٔ برنامهٔ کاری ۲۰۳۰ جهت توسعهٔ پایدار و رشد و شکوفایی اقتصادی باشد.

ب) از اکتشافات به جهان کسب‌وکار و اقتصاد؛ اتخاذ رهیافت همگرایی علم، فناوری و جامعه

در اینجا راهکاری که برای ایفای نقش علوم پایه در نوآوری و توسعهٔ اقتصادی ارائه می‌شود در جستجوی یافت چگونگی بهتر ردیف کردن و ترتیب دادن شیوه‌ها و متدهای علمی جهت توسعهٔ کسب‌وکار در عرصهٔ اقتصاد است. شاید یکی از بهترین شیوه‌ها در روش‌شناسی علمی برای علوم پایهٔ پزشکی، اتخاذ رهیافت «همگرایی علم، فناوری و جامعه (CKTS)[1]» است که پیش از این به شکل مفصل در نوشتارهای پیشین به آن اشاره کرده‌ایم (۱۸،۱۷،۱۶).

همگرایی، یکپارچه‌سازی[2] ژرف دانش، ابزارها و همهٔ گستره‌های وابستهٔ فعالیت انسانی است که به جامعه این اجازه را می‌دهد که به پرسش‌های جدید پاسخ دهد، شایستگی‌ها[3] و فناوری‌های جدید خلق کند و زیست‌بوم‌های فیزیکی یا اجتماعی مربوطه را تغییر دهد. به زبان دیگر، همگرایی شامل همهٔ گستره‌های مربوط به توانایی‌های انسان و ماشین است که یکدیگر را قادر می‌سازند به جامعه اجازهٔ پاسخ دادن به پرسش‌ها و حل مسائلی را بدهند که توانمندی‌های منفرد نمی‌توانند؛ همچنین امکان خلق شایستگی‌ها، دانش، فناوری‌ها و محصولات را بر آن اساس و پایه فراهم می‌آورند.

فرایند همگرایی[4] شامل فزونی یافتن و برهم‌کنش رشته‌ها، فناوری‌ها و جوامع به ظاهر گوناگون است تا:

الف) بتوان به سازش‌پذیری دوجانبه، هم افزایی و یکپارچه‌سازی نائل شد.

ب) به خلق ارزش افزوده (زایش چیزهای جدید با پیامدهای پرشتاب‌تر) جهت برآوردن اهداف به اشتراک گذاشته شده پرداخت.

از این منظر، همگرایی علم و فناوری بیش از تصور سادهٔ ایجاد تیم‌های

---

[1] Convergence of knowledge, Technology and Society
[2] Integration
[3] Competencies
[4] Convergence process

چند رشته‌ای جهت پرداختن به مسائل سخت، معنا می‌دهد. در این فرایند همگرایی، ارتباطات مؤثر در تقاطع حوزه‌های متمایز صورت می‌پذیرد. به صورت مهم، همگرایی نیاز به توسعهٔ مفاهیم نوین و شیوه‌های جدید برای پژوهش، طراحی و همکاری دارد. چشم‌انداز آغازین همگرایی، بر روی حوزه‌های چندگانهٔ NBIC متمرکز بود (نانوفناوری، زیست فناوری، فناوری اطلاعات، فناوری‌های نوین بر پایهٔ علوم شناختی)؛ امّا هم‌اکنون همگرایی، گسترده‌تر شده و مفهوم یکپارچگی با جامعه را در خود لحاظ داشته است. بدین صورت که همگرایی دانش و فناوری برای سودمندی جامعه (CKTS)، فرصت طلایی‌ای برای پیشرفت در قرن بیست‌ویکم را فراهم آورده است و سه هدف اصلی زیر را پوشش می‌دهد:

الف) بهره‌وری اقتصادی را بهبود می‌دهد.

ب) پتانسیل‌های انسانی را افزایش می‌دهد.

ج) کیفیت زندگی پایدار را برای همه تضمین می‌کند.

برای رهسپار شدن بخش‌های علوم پایهٔ پزشکی در دانشگاه‌های کشور می‌توان دو زیر راهکار اتخاذ نمود؛ نخست حرکت به سوی میان‌رشته‌ای و دوم جهت‌گیری پژوهش‌ها و اکتشافات در عرصهٔ علوم پایه به سوی فناوری‌های همگرا و نوپدید[1] است.

می‌دانیم که رویکرد به میان‌رشته‌ای شدن بخش‌ها و دپارتمان‌های دانشکده‌ای یکی از گام‌های اصلی حرکت دانشگاه‌ها به سوی دانشگاه‌های نسل سوم است(۱۹). امروزه به رهیافت میان‌رشته‌ای، به شکل ویژگی ذاتی و درون‌زاد دانشگاه‌های نسل سوم می‌نگرند زیرا امکان رشد و توسعهٔ دانشگاه، بدون اقدامات پیشگامانه به سوی رهیافت میان‌رشته‌ای، هرگز تحول برانگیز نخواهد بود.

هر چند ساختار دانشگاه‌های وابسته به وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به دلیل ماهیت ذاتی نهادی خود و جدایی آن‌ها از دانشگاه‌های

[1] Emerging technologies

وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مانعی بزرگ در راه رسیدن به قالب دانشگاه‌های نسل سوم است، تنها راه برون‌رفت از این تنگناها می‌تواند گزینش رهیافت میان‌رشته‌ای با ایجاد هسته‌ها و حلقه‌های ایده‌پردازی، کار مشترک در فناوری‌های همگرا با بخش‌های علوم پایهٔ وابسته به دانشکده‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری باشد. بر اساس پژوهش‌های میدانی، آشکار شده است که در دانشگاه‌هایی که به سوی دانشگاه نسل سوم گام برمی‌دارند، عمدهٔ پژوهشگران این دانشگاه‌ها بیشترین زمان خود را با همکاران دانشگاهی از دیگر دانشکده‌ها (تا با اعضای دانشکدهٔ خود) سپری می‌کنند. از این رو، یکی از برترین رویکردهای حرکت به سوی فناوری‌های همگرا و امکان تبدیل یافته‌های پژوهشی و ترجمان آن‌ها به دستاوردهای قابل بهره‌برداری و به زبان دیگر بهره‌برداری از دانش که مسئولیت عمدهٔ دانشگاه‌های نسل سوم است، تشکیل تیم‌های میان‌رشته‌ای در میان دانشکده‌ها یا فرادانشکده‌ای و هدایت پژوهش‌های علوم پایه به سوی انقلاب همگرایی است.

دومین زیر راهکار برای توسعهٔ اقتصادی و نوآوری، جهت‌دهی به پژوهش‌های علوم پایه به سوی فناوری‌های همگرا و فناوری‌های نوپدید مطرح شده است. به زبان دیگر، اعضای محترم هیأت علمی دپارتمان‌های علوم پایهٔ پزشکی کشور می‌بایست سونگری به سوی فناوری‌های بحرانی (که حاصل همگرایی فناوری‌های NBIC است) را هدف‌گذاری نمایند زیرا در همین فناوری‌ها است که می‌توان توسعهٔ اقتصادی و دستیابی به جهان کسب‌وکار را نوید داد. اصرار ما در اینجا بر این است که پژوهش‌های علوم پایهٔ پزشکی برای دستیابی به جهان کسب‌وکار و ترجمان دانش می‌بایست فناوری‌های همگرای بحرانی (که می‌توانند با ترکیب رهیافت‌ها و شیوه‌های گوناگون از رشته‌ها و حوزه‌های مهندسی و علمی متفاوت، به زایش نوآوری در گسترهٔ زیست پزشکی و علوم سلامت منتهی شوند) را مورد شناسایی و آن‌ها را هدف قرار دهند.

ما در پیش از این در کتاب آیندهٔ پزشکی ایران به فهرستی از این گونه

فناوری‌ها اشاره کرده بودیم. در حقیقت این فهرست از فناوری‌ها، خود خوشه‌ای از فعالیت‌های میان‌رشته است که تا کنون در دنیا انجام شده‌اند و گذار تکاملی خود به سوی همگرایی و خلق فناوری‌های دیگر را سیر می‌کنند. از این رو، هر کدام از فناوری‌های این فهرست می‌تواند سرلوحهٔ کار و نام گروه و هسته‌های میان‌رشته‌ای در هر کدام‌یک از دپارتمان‌های علوم پایهٔ پزشکی کشور قرار گیرند.

بی‌شک، اتخاذ این رویکرد و چنگ انداختن به فناوری‌های همگرا از طریق همسو کردن پژوهش‌های علوم پایه پزشکی در این بستر، یکی از بهترین راهکارها برای ورود به انقلاب همگرایی و رشد و توسعهٔ اقتصادی از طریق نوآوری‌های فناورانه است. زیرا انقلاب همگرایی، یک جابه‌جایی پارادایمی است، اما نه آن جابه‌جایی پارادایمی در درون یک شاخه از علم که توماس کوهن آن را توصیف کرد. در حقیقت، همگرایی یک بازتفکر در این است که چگونه می‌توان پژوهش علمی را به گونه‌ای هدایت کرد که ما از گستره‌ای از دانش، از میکروب‌شناسی تا علوم رایانه‌ای و طراحی مهندسی، بهره‌مند شویم. به زبان دیگر، انقلاب همگرایی، بر پیشرفت علمی ویژه‌ای خود را استوار نمی‌سازد بلکه جویای یک رهیافت یکپارچه برای دستیابی به پیشرفت‌ها است.

از این رو، همگرایی مطرح کردن یک نقشه برای نوآوری است. بسیاری بر این باورند که نوآوری باز و خلق بازارهای جدید از طریق فناوری‌های نوپدید و فناوری‌های همگرا می‌تواند بحران اقتصادی کنونی را که در سراسر جهان وجود دارد، حل کرده و به اقتصاد پویای نوین و توسعهٔ پایدار منتهی شود. زیرا همگرایی در دانش و فناوری، این پتانسیل را دارد که راه‌حل‌هایی برای بهبود بهره‌وری اقتصادی، خلق صنایع، مشاغل و محصولات جدید فراهم کرده و توان فیزیکی و شناختی انسان را فزونی دهد و کیفیت پایدار برای زندگی را تضمین کند(۲۰).

یکی دیگر از اقدامات اساسی برای ترجمان دانش و رهسپار شدن در

مسیرِ «از اکتشاف تا جهان کسب‌وکار» و عرصهٔ اقتصاد، اتخاذ راهکار ایجاد شرکت‌های زایشی[1] است. بی‌شک، یکی از ساختارهای بینابینی برای انتقال دانش و فناوری، شرکت‌های زایشی می‌باشند. این شرکت‌ها، شرکت‌های نوپایی هستند که بر پایهٔ نتایج برآمده از پروژهٔ تحقیقاتی یک دانشگاه یا سازمان پژوهشی دولتی و عمومی شکل می‌گیرند و بر این اساس سه ویژگی ۱/ نوپا بودن؛ ۲/ نوآور بودن؛ ۳/ برخاسته بودن از قلب یک پروژهٔ تحقیقاتی دانشگاهی را دارا می‌باشند(۱۹).

این شرکت‌ها عمدتاً در پیرامون دانشگاه مادر، در مراکز رشد واحدهای فناور و در پارک‌های علم و فناوری مستقر می‌شوند. اعضاء هیأت علمی محترم دپارتمان‌های علوم پایهٔ دانشگاه‌های علوم پزشکی را می‌بایست ترغیب و تشویق نمود در تشکیل این گونه شرکت‌ها و استقرار آن‌ها در مراکز رشد اهتمام بورزند. به یاد داشته باشیم که بسیاری از غول‌ها و ابرشرکت‌های قرن حاضر (مانند گوگل) از دل شرکت‌های زایشی دانشگاهی بیرون آمدند و در آمریکا بیش از نیم قرن است که از فرایند انتقال فناوری در قالب شرکت‌های زایشی استفاده می‌شود و مدل دانشگاه MIT در انتقال فناوری، به صورت آزمایشگاه‌های تحقیقاتی در قالب شرکت‌های زایشی، موجب مطرح شدن ایدهٔ خلق دانشگاه‌های کارآفرین شده است.

در هر صورت، امروزه بر پایهٔ همین تجربیات است که یکی از مهم‌ترِین راه‌های ترجمان دانش و استفاده از دستاوردهای علوم پایه، رهیافت ایجاد شرکت‌های زایشی به منظور توسعهٔ اقتصادی به شکل پایدار است. در واقع، این شرکت‌های زایشی هستند که ادوات و تکنیک‌هایی که برای انجام پژوهش‌ها در علوم پایه توسعه یافته بودند را برای کاربردهای دیگر به کار می‌برند. برای مثال، فقط ۲۴ درصد از پژوهش‌های انجام شده در CERN برای فروش در بخش انرژی برتر و بازار فیزیک هسته‌ای به کار برده می‌شود و مابقی در گستره‌ها و حوزه‌های غیروابسته مانند انرژی خورشیدی، صنعت

[1] Spin-off

برق، راه‌آهن، رایانه و ارتباطات دور به کار برده می‌شوند(۱۲).

در واقع، این در شرکت‌های زایشی با حضور اعضای هیأت علمی دپارتمان‌های علوم پایهٔ پزشکی خواهد بود که دستاوردها و اکتشافات علمی محض آن‌ها سیمای کاربردی خود را نه تنها در علوم و فناوری‌های وابسته به پزشکی بلکه در عرصه‌های دیگر نیز نشان خواهند داد و بدین طریق یکی از گام‌های استوار به سوی توسعهٔ اقتصادی با رهیافت نوآورانه برای مقاصد پایه‌گذاری اهداف توسعهٔ پایدار شکل می‌گیرد.

ج/ نوآوری باز و رقابت توأمان با همکاری

بی‌شک، مدل توسعهٔ اقتصادی و گسترش نوآوری در سطح جامعه بر اساس پژوهش‌های علوم پایه (در دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی دولتی) از الگوی نوآوری باز (به عنوان یک مدل منبع دانشی برای علم) استفاده می‌کند که در برابر مدل سنتی نوآوری بسته قرار می‌گیرد و بدین سان جایگزین حق مالکیت و رازداری سنتی موجود در صنعت می‌شود. چس برو[1]، نوآوری باز را به صورت یک پارادایم تحقیق و توسعه تعریف کرده است که شامل یک سازمان تحقیق و توسعه است که در جستجو و بهره‌برداری هر و یا همهٔ اشکال داخلی و خارجی همکاری جهت ایجاد مالکیت فکری جدید در علم و فناوری و همچنین شیوه‌های نوین استفاده و انتشار آن مالکیت فکری می‌باشد(۱۸).

این مدل نوآوری باز است که می‌تواند در خلق، بهره‌برداری و انتشار دانش، نقش بی‌همتایی را در زیست‌بوم نوآوری ایفا نماید. بر پایهٔ این مدل، دپارتمان‌های علوم پایهٔ پزشکی کشور می‌بایست شبکه‌ای از همتایان و همکاران را از بخش‌های دانشگاهی، دولتی و صنعت در شبکهٔ پژوهش‌های بنیادین خود مشارکت دهند و بدین سان نه تنها از هزینه‌های هنگفت این گونه پژوهش‌ها بکاهند بلکه از نفوذ و انتشار سرریز دانش سازمان‌های دانشی بیرونی برای رشد و توسعهٔ دانش درونی خود بهره‌مند شوند. از آنجا که

[1] Chesbrough

سازمان‌های پژوهشی و دانش بنیان خصوصی بیرونی، ممکن است چندان رغبتی به پژوهش‌های بنیادین نداشته باشند (که علت آن نه تنها غامض بودن این پژوهش است بلکه دیربازده و پرهزینه بودن آن‌ها می‌باشد)، این راهکار می‌تواند در مشارکت مالی آن‌ها در پروژه‌های دانشگاهی بسیار کارآمد باشد. از این رو، در سیاست‌گذاری عمومی علم و فناوری، بر این رویکرد پافشاری می‌شود یعنی مشارکت بخش خصوصی در پژوهش‌های بنیادی دانشگاهی. نشان داده شده است این مشارکت در قالب مدل نوآوری باز که منجر به هم‌افزایی میان بخش خصوصی و عمومی می‌شود می‌تواند یک سیاست هیبرید قابل اجرا برای توسعهٔ اقتصادی و بهره‌وری در عرصهٔ اقتصاد باشد(۱۱).

در یک فراگرد کلی، پیاده‌سازی مدل هیبریدی با الگوی نوآوری باز در سطح دپارتمان‌های علوم پایهٔ پزشکی حاوی نکات مثبت برجسته‌ای است که می‌تواند به عنوان پیش‌ران بهره‌وری و توسعهٔ اقتصادی خود را نمایان سازد که این همکاری هیبرید علوم پایه با بخش خصوصی و سازمان‌های دانشی بیرون را می‌توان به صورت زیر جمع‌بندی کرد:

۱) موجب کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه، به ویژه برای بخش خصوصی می‌شود.
۲) موجب برانگیختن تمایل بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری بر روی پژوهش‌های بنیادین می‌شود.
۳) انجام پژوهش‌های بنیادین مرزشکن پرهزینه که موجب جابه‌جایی مرزهای دانش می‌شوند، امکان‌پذیر شده و شتاب می‌یابند.
۴) این همکاری می‌تواند در قلب خود یک رقابت زیبا و همه جانبه نیز به ارمغان بیاورد که در شتاب‌دهی به نوآوری و توسعهٔ اقتصادی، نقش مهمی را ایفا خواهد کرد.

خوی و منش «همکاری توأمان با رقابت[1]» از صفات برجستهٔ مارپیچ پنج‌گانهٔ نظام نوآوری است که در آن سازمان‌ها در عین ساخت شبکه‌های همکاری به رقابت با یکدیگر نیز می‌پردازند و از این طریق چرخهٔ تولید نوآوری و به کارگیری دانش را تسریع می‌کنند. شبکه‌ها، در مدیریت دانش مد۳، منطق «همکاری توأمان با رقابت» را به کار می‌برند که این به معنای آن است که شبکه‌ها ذاتاً به شکل اولیه بر همکاری تمرکز دارند ولی ممکن است اجازهٔ رقابت در میان خود را نیز بدهند. ارتباط میان شبکه‌های مختلف می‌تواند توأم با انگیزه برای همکاری نیز باشد اما در عمل، رقابت در دانش و نوآوری وجود خواهد داشت. به زبان کوتاه، «همکاری توأمان با رقابت» را باید یک پیش‌ران برای شبکه‌ها محسوب نمود که در جهت حرکت به سوی همکاری یا رقابت آن‌ها، همیشه بر اساس مورد و شرایط، تصمیم گرفته می‌شود(۲۱). «همکاری توأمان با رقابت» از کلیدواژه‌هایی است که در پروژهٔ سال ۲۰۲۲ بین‌المللی علوم پایه برای توسعهٔ پایدار، به عنوان راهکاری برای جولان دادن علوم پایه در عرصهٔ نوآوری و توسعهٔ اقتصادی در جهت ارتقاء توسعهٔ پایدار مطرح گردیده است. از این رو، مدل هیبریدی با الگوی «نوآوری باز» بسیار مهم بوده و باید برای بسترسازی این رهیافت در سطح دپارتمان‌های علوم پایهٔ پزشکی کشور تلاش نمود.

[1] Co-Opetition

فصل سوم

آموزش علوم پایه
و توسعهٔ انسانی

توسعه یک فرایند چندبُعدی و چندبخشی است که شامل تغییر اجتماعی، اقتصادی و سیاسی می‌باشد که بهبودی زندگی مردم را هدف قرار می‌دهد. باید توجه نشان داد که فرایند بهبودی بخشیدن به زندگی مردم از مسیرهای گوناگونی گذر می‌کند. رشد اقتصادی برای دهه‌ها، مشغولیت ذهنی سیاست‌گذاران را به خود معطوف کرده است؛ درآمد ناخالص ملی (GNP) و یا GDP یکی از این نمایه‌ها است. امّا امروزه می‌دانیم که رشد اقتصادی لزوماً با بهبودی در شرایط زندگی توأمان نمی‌یابد زیرا نمایهٔ GNP نمی‌تواند همهٔ آن چیزهایی که زندگی را ارزشمند می‌سازد، در برگیرد(۲۲).

از این رو، اصطلاح «توسعهٔ انسانی» مورد توجه قرار گرفته است که این اصطلاح گسترشی از توانمندی‌ها، وسعت دادن به گزینش‌ها، فزونی در آزادی‌ها و برآورده ساختن حقوق انسانی را تعریف می‌کند. در اولین گزارش چاپ شدهٔ توسعهٔ انسانی برنامهٔ توسعهٔ سازمان ملل (UNDP) در سال ۱۹۹۰ چنین بیان گردید: *"هدف پایهٔ توسعه، خلق یک محیط مساعد برای مردم است تا از زندگی طولانی، سالم و خلاقانه لذت ببرند."* این همچنین توسعهٔ انسانی را به صورت *"یک فرایند رو به گسترش گزینش‌های مردم"*، *"تقویت‌سازی توانمندی‌های انسانی"*، به شیوه‌ای که آن‌ها را قادر می‌سازد تا زندگی طولانی‌تر، سالم‌تر و سرشارتر داشته باشند، در برمی‌گیرد. از این تعریف گسترده توسعهٔ انسانی، می‌توان ایدهٔ وجود سه مورد بحرانی را با ترجمان آن استنباط نمود. این سه مورد برای هر فرد شامل: «زندگی طولانی‌تر»، «آموزش» و برخورداری از یک «استاندارد شایستهٔ زندگی» است.

بر اساس باور آمارتیاسن[1]، هدف توسعهٔ انسانی، گسترش توانمندی‌های انسانی است. توانمندی، آزادی شخص در گزینش راه‌های گوناگون زندگی را توصیف می‌کند(۲۳). در این مسیر، درآمد واقعی ضروری است ولی برای برگردان ویژگی‌های کالایی به عملکردی، مسلماً سلامت و آموزش نیز به اندازهٔ درآمد نیاز می‌باشد. به زبان دیگر، درآمد، «نیک بودی یا سعادت» را به خوبی تعریف نمی‌کند. سعادت یک دیدگاه متنوعی است که در آن می‌بایست سلامت و آموزش را افزون بر درآمد در نظر گرفت.

بینش‌های آمارتیاسن و ایده‌های بنیادی وی موجب گردید که UNDP در سال ۱۹۹۰، شاخص توسعهٔ انسانی HDI را به عنوان یک سنجش جامع برای توسعه تدوین کند که هدف آن *"قرار دادن مردم در مرکز فرایند توسعه بود"* (۲۲و۲۳). در این شاخص، ابعاد توسعهٔ انسانی در سه ستون زندگی طولانی و سالم، آموزش و یک استاندارد شایستهٔ زندگی جای داده شد(۲۴). در گزارش توسعهٔ انسانی ۲۰۲۱/۲۰۲۲ که از سوی UNDP ارائه گردید به شرایط عدم‌قطعیت‌ها در جهانِ سرشار از پیچیدگی توجه نشان داده شده و در آن برای چیرگی بر پیچیدگی آکنده از قطعیت[2]، به موضوعات سرمایه‌گذاری[3]، بیمه‌گذاری[4] و نوآوری[5] تاکید ورزیده شده است تا بتوان به شیوه‌ای طولانی‌مدت به مردم کمک نمود تا بر شرایط جدید عدم قطعیت توأمان با پیچیدگی که در جهان در حال تحول کنونی رخ می‌دهند، چیرگی یابند.

در این دیدگاه، سرمایه‌گذاری بر خدمات پایهٔ عمومی مانند سلامت و آموزش، یک عملکرد به مثابه بیمه‌گذاری را دارد. این دو هدف (سلامت و آموزش)، از اهداف توسعهٔ پایدار بوده و توسعهٔ انسانی را گسترش می‌دهند و از آنجا که به مردم ثبات و تاب‌آوری را در شرایط عدم قطعیت در جهان

[1] Amartya Sen
[2] Uncertainty complex
[3] Investment
[4] Insurance
[5] Innovation

سرشار از پیچیدگی اعطاء می‌کنند، نقش بیمه کردن جامعه را نیز ایفا می‌نمایند(۲۵). در این میان، نقش آموزش در توسعهٔ اقتصادی بسیار برجسته می‌باشد و پیشگامان اقتصاد کلاسیک و آدام اسمیت به اهمیت مهم مهارت‌های انسانی در توسعهٔ اقتصادی اشاره کرده‌اند و مطالعات بعدی در حوزهٔ اقتصاد نشان داد که چگونه یک رابطهٔ مستقیم میان آموزش و برون‌ده رشد اقتصادی وجود دارد(۲۶).

امروزه، در بحث آموزش، موضوعات ترویج و آموزش علم در میان جامعه اهمیت بسزایی دارند و بحث‌های فرهنگی، اقتصادی و سیاسی الزام‌آوری انجام یافته‌اند تا با تلاش عمده‌ای بتوان «سواد علمی[1]» را در عموم و جامعهٔ آگاه گسترش داد و گفته شده است که مؤثرترین مکان برای آغاز آن، مدارس ابتدایی و متوسطه می‌باشد(۲۷). همچنین امروزه در فراتر از علم‌آموزی مدرسه‌ای، بحث بر سر «سواد علمی در عمل[2]» مطرح است زیرا یک جامعهٔ دانشی[3]، به کارکنان، کارمندان و شهروندانی نیاز دارد تا ظرفیت رفتار با دانایی را در ابعاد عملی «سواد علمی در عمل» توسعه دهند و این ظرفیت‌سازی می‌تواند در خلق شایستگی در مشاغل وابسته به علم و فناوری یا حل کردن رویدادها و موارد وابسته به علم و فناوری باشد(۲۸). در واقع، وجود یک خواست سیاسی در توأمان با تبدیل دانش به عمل از طریق داشتن یک سطح سواد علمی بالا در جامعه، برای گذار پارادایمی جامعه به سوی توسعه و پیشرفت، بسیار حیاتی و ضروری است.

چنین باوری وجود دارد که دیگر سواد علمی و درک دانشی فقط یک کالای درخواستی نیست بلکه آشکارا یک کالای ضروری برای ساختن یک جامعهٔ دموکراتیکِ واقعاً نمونه است زیرا درگیر شدن دانشمندان در شبکهٔ اطلاعات مؤثر که منجر به بهبودی در نظام آموزشی و ارتقاء درک جامعه از

[1] Scientific literacy
[2] Science literacy-in-action
[3] Knowledge Society

علم می‌شود، می‌تواند به شکل عظیمی در ساخت نیرومند جوامع پایدار کمک نماید(۲۹).

خودِ ترویج و آموزش علم در سطح جوامع پیشرفته نیز تحول یافته و از آموزش واقعیت‌های علمی به سوی بیشتر آموزش دادن شیوهٔ فکر کردن[1] میل نموده است. این به معنای آن است به جای آن که به دانش‌آموزان واقعیت‌های علمی آموزش داده شود باید به آن‌ها فکر کردن مستقل در واقعیت‌های علم آموزش داده شود. برای مثال، در اکثر کلاس‌های زیست‌شناسی، فشار بر دانش‌آموزان است تا قسمت‌های یک ارگانیسم را فرا گیرند مانند شبکهٔ اندوپلاسمی، میتوکندری و دستگاه گلژی. امّا بیشتر از این واقعیت‌ها، این برای دانش‌آموز مهم است تا شیوهٔ علمی را تجربه کند تا بتواند تفاوت داده‌ها و نظریه‌ها را فرا گیرد و به شکل‌دهی یک پرسش علمی و چگونگی یک رهیافت نقادانه به سوی حل مسئله اقدام نماید(۳۰).

در موج چهارم تحول آموزش علم در آمریکا، یک رهیافت نظام‌مند برای طراحی محیط‌های یادگیری جهت توسعهٔ درک همه جانبه و منسجم موضوع علمی توسط فراگیران در حال انجام است. در این موج تحولی، آموزش دهندگان علم و پژوهشگران نیاز به وجود هماهنگی‌های فراوان در طراحی برنامهٔ آموزشی، فعالیت‌ها و ابزارهای یادگیری جهت حمایت از شیوه‌های گوناگون آموزش را درک کرده‌اند تا آن‌ها بتوانند خبرگی دانش‌آموزان در پیوند دادن و اتصال ایده‌های گوناگون و مجزای علمی را تقویت نمایند(۳۱). درک انسجام یافته در «سواد علمی» برای دانش‌آموزان شامل تلاش‌های مضاعف در توصیف مشاهدهٔ پدیده‌ها، تصمیم‌سازی پیرامون موضوعات وابسته به علم و فناوری و جستجوی حل مسائل بغرنج و پیچیده است. این خود به آموزش و خبرگی در تفکر سیستمی و منطق‌گرایی نظام‌مند آنان نیاز دارد. از این رو، نهادهای قانون‌گذاری آمریکا در سطح بالا، افزون بر سرمایه‌گذاری تاریخی‌شان بر علوم پایه (برای مثال شتاب‌دهی به فرایند آوردن فناوری‌هایی

[1] Teach thinking more the facts

همچون هوش مصنوعی و پردازش کوانتومی در عرصهٔ کاربردی)، به «سواد علمی» جامعه نیز اهتمام نموده‌اند. تا بدین طریق شکاف موسوم به «درهٔ مرگ[1]» که میان پژوهش‌های علوم پایه و کاربردهای آن‌ها در صحنهٔ عمل وجود دارد، مسدود نمایند(۳۱و۳۲).

بر پایهٔ این باورمندی، این اندیشه و پرسش وجود دارد که چگونه باید مردم را با مهارت‌های علمی کافی مسلح نمود تا آن‌ها بتوانند نظرات و عقاید خود پیرامون موضوعات مهم را بدون آن که توهم و انتظار غیرواقعی دانشمند بودن به آن‌ها دست دهد، توسعه دهند. از این رو، بحث آموزش علوم پایه و توسعهٔ پایدار، جستجوی راهکارهایی برای پیوند دادن این گونه آموزش‌های علمی و بالا بردن «سواد علمی» جامعه و ساخت انسان توسعه یافته برای حل مسائل پیچیده و بغرنجی است که جامعهٔ آکنده از عدم‌قطعیت و پیچیدگی با آن روبه‌رو می‌شود. بر همین راستا، آموزش علوم پایه در کلاس درس می‌بایست فرصتی برای برانگیختن حس کنجکاوی و لذت‌جویی دانش‌آموزان باشد. زیرا دانش‌آموزان، عوامل کلیدی در خلق یک جهان بهتر هستند. به آن‌ها نباید فقط علم و فناوری آموزش داده شود بلکه آن‌ها باید با شرایطی برخورد داشته باشند که میل به اقدام در جهان واقعی و پیچیده را با استفاده از دانش خود الهام بیابند(۳۳).

برای دستیابی به چنین هدفی، پروژهٔ «علوم پایه برای توسعهٔ پایدار» در سال ۲۰۲۲، سه راهکار را پیشنهاد نموده است:

الف) ایجاد علاقه‌مندی به علوم پایه در میان دانش‌آموزان و نوجوانان

در اینجا این پرسش مطرح می‌گردد که بهترین مسیرها برای ایجاد علاقه به مشاغل علمی در میان کودکان و نوجوانان چیست؛ به گونه‌ای که هر کشور بتواند به اندازهٔ کافی مهندس، پزشک و دانشمند تربیت کند؟(۳۳). در نخست، علاقه‌مندی به علوم پایه می‌بایست در سطوح ابتدایی و متوسطه

[1] Valley of death

آغاز گردد و علوم به شیوه‌ای یکپارچه[1] به دانش‌آموزان آموزش داده شود و هر کدام‌یک از شاخه‌های علوم پایه در حصار مرزبندی‌های رشته‌ای محصور نگردیده تا بدین طریق دانش‌آموزان از مفاهیم و کاربردهای علم در عرصهٔ جامعه و محیط آگاهی بیابند.

در این مسیر، دانش‌آموزان باید به گونه‌ای تربیت شوند که از فرایند علم تا پیامد آن آگاهی به دست آورند. این به معنای آن است که آن‌ها باید با چگونگی پرورش چنین کنجکاوی‌ای و کشف علمی همراه با لذت‌های موجود در کشف ناشناخته‌ها، آشنایی بیابند و دیگر فقط در جستجوی حلقهٔ انتهای این زنجیره یا پیامد حاصله که در واقع «واقعیت علمی» است نباشند. آن‌ها باید همچنین شناسایی، فرمول‌بندی و حل مسائل متنوع را فرا بگیرند و بدین سان آن‌ها از کشف مسیر علمی لذت برده و شیرینی اکتشاف علمی را تجربه نمایند(۳۴). در واقع، آن‌ها با رهیافت «مسئله محوری» به جای رهیافت «حافظه محوری» پرورش می‌یابند و خود به خود از آموزش «کنکور محوری» به سوی «پژوهش محوری» میل می‌کنند. در این مسیر، حمایت از خانه‌های گوناگون علوم پایه مانند خانهٔ ریاضیات و خانهٔ زیست‌شناسی بسیار مهم است تا آن‌ها در این خانه‌های علم، خود دست به آزمایش‌های تجربی زده و دانش را در مسیر کشف علمی فرا گیرند.

از زیر راهکار موجود دیگر در این بخش، جابه‌جایی مکان آموزش از «کلاس محوری» به سوی «محیط» است. این به معنای آن است که از فضاهای دیگر آموزشی نیز می‌بایست استفاده کرد مانند استفاده از پژوهش‌سراها و کانون‌های علمی و اردوگاه‌ها برای برگزاری نشست‌های گفتمانی پیرامون کشف علمی و نیز آشنا نمودن دانش‌آموزان در دو سطح ابتدایی و متوسطه با فلسفهٔ علم است. ما هم‌اکنون در کشور ۳۵۲ اردوگاه با وسعت بیش از ۷ هزار هکتار، ۷۵۰ پژوهش‌سرا و ۲۲۰۰ کانون داریم که ظرفیتی بی‌نظیر برای آموزش مسیر علمی و خلق نوآوری در میان

[1] Integrated

دانش‌آموزان می‌باشد(۳۵).

برگزاری‌های نظام‌مند المپیادهای ملی و شرکت در المپیادهای بین‌المللی نیز خود راهکاری پسندیده است؛ هر چند باید به این نکته توجه نشان داد که به دست آوردن جایگاه بالا در رتبه‌بندی بین‌المللی در المپیادهای علوم پایه، نمی‌تواند به تنهایی نشانگر خوبی برای توسعهٔ آموزش علوم پایه در کشور باشد. برای مثال، در سال ۲۰۲۲ ایران توانست با چهار مدال طلا در زیست‌شناسی جایگاه نخست را در جهان به دست آورد و در المپیاد جهانی ریاضی ۲۰۲۲ نیز از میان ۱۰۴ کشور شرکت کننده، مقام هشتم را کسب نماید. آیا این موفقیت‌ها به معنای عمومی شدن آموزش زیست‌شناسی یا ریاضیات در سطح مدارس است؟

مسلماً پاسخ خیر می‌باشد زیرا ما هم به «پارادوکس هنگ‌کنگی» دچار شده‌ایم. کشور هنگ‌کنگ در ریاضیات و علوم در میان کشورها جایگاه بسیار بالایی در برنامهٔ ارزیابی بین‌المللی دانش‌آموزان (PISA) دارد ولی این دانش‌آموزان نمی‌دانند که علوم و ریاضیات به زندگی آن‌ها چه ارتباطی دارند. با وجودی که آن‌ها از پس تکنیک‌ها برمی‌آیند ولی اغلب نمی‌دانند که این تکنیک‌ها برای چه چیزی کاربرد دارند؛ آن‌ها بهترین محاسبه‌گران در جهان هستند ولی نمی‌دانند چگونه این تکنیک‌ها را برای حل مسائل در جهان واقعی به کار ببرند(۳۴). از سوی دیگر، با وجود موفقیت‌های ایران در المپیادهای علوم پایه، در گزارش جامع سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) دربارهٔ وضعیت آموزش علوم پایه و تأثیر آن در توسعه، ایران در ردهٔ ۵۱ است(۳۶). از این رو، چنین به نظر می‌آید که برای ایجاد علاقه‌مندی در میان دانش‌آموزان و نوجوانان باید فراگیری علوم پایه به شکلی نظام‌مند و سیستمی برنامه‌ریزی شود. برای مثال، اهداف برنامه‌های ستاد ملی سال بین‌المللی علوم پایه برای توسعهٔ پایدار شامل اجرای رویدادهای مداوم در ارتباط با علوم پایه، توسعهٔ روش‌های نوین آموزشی در حوزهٔ علوم پایه و آشنایی دانش‌آموزان و مردم با مفاخر کشور در علوم پایه و نشان دادن نقش

بی‌همتای علوم پایه در رشد و شکوفایی کشور، برای آغاز این گونه برنامه‌ها می‌توانند بسیار مفید باشند(۳۷).

در هر صورت، این واقعیت را باید در نظر گرفت که یک جابه‌جایی پارادایمی از شیوهٔ مدرسه‌داری و آموزش ابتدایی و متوسطه که در انقلاب صنعتی سوم وجود داشت، پرشتاب به سوی اقتصاد دانش بنیان و اقتصاد نوآوری، تکامل رخ می‌دهد تا بدین طریق به نیازمندی‌های این گونه اقتصادهای نوین که در انقلاب صنعتی چهارم نمود می‌یابند پاسخ داده شود. با ورود ما به اقتصاد نوآوری[1]، نقاط ضعف فراوان در مدل‌های استاندارد پیشین آشکار شده‌اند. چنین است که برای آموزش بنیادی در علوم پایه، محیط‌های فرامدرسه‌ای برای فراگیری (مانند کتابخانه‌ها، موزه‌ها، دورهمی و باشگاه‌های پس از مدرسه، مدارس مجازی آنلاین و آموزش در خانه و محیط زیست) برای دانش‌آموزان آینده پیشنهاد شده‌اند که می‌توانند با تغییر در برنامهٔ آموزشی، علاقه‌مندی دانش‌آموزان به علوم پایه را فزونی دهند(۳۸).

ب) آگاهمند کردن مردم پیرامون شیوه‌مندی فرایند کشف علمی

در پروژهٔ «علوم پایه برای توسعهٔ پایدار ۲۰۲۲» در زیر این راهکار چنین بیان شده است:

"ما چگونه می‌توانیم به آن‌هایی که از پیش برای دانشمند شدن تعیین نشده‌اند کمک نماییم تا به شهروندانی تبدیل شوند که پیرامون علوم، شیوه‌های آن، کاربردشان و محدودیت‌های آن‌ها، آگاهی داشته باشند؟"

ما باید به صورت پیوسته، مداوم و آشکارا مردم را پیرامون آن که علم چیست و چه چیزی علم نیست و این که علوم پایه چه سودمندی‌هایی را برای شهروندان به ارمغان می‌آورد آموزش دهیم. برای موفقیت آیندهٔ ما به عنوان یک ملّت، می‌بایست رسانه‌ها و دانشمندان متخصص، صنعت، آموزش

[1] Innovation economy

دهندگان و بسیاری دیگر از حلقهٔ ذی‌نفعان در این امر مشارکت نمایند و مسیر پیشرفت از علوم پایه به علوم کاربردی و فناوری‌های سودمند را ترسیم کنند. برای مثال، در علوم پزشکی به طرح مباحث از سلولی به پژوهش‌های بالینی تا درمان‌های مفید برای بیماری‌ها و نیز سطوح پیشگیری پرداخته شود تا یک جامعهٔ آگاهمند پیرامون فرایند کشف علمی شکل گیرد.

این آگاهمندی جامعه و آشنایی آن‌ها با مسیر کشف علمی و واقعیت‌های دانشی، نه در حد یک دانشمند بلکه در توان یک آگاهمند، می‌تواند برای حمایت جامعه از سرمایه‌گذاری‌های عمومی بر پژوهش‌های علوم پایه بسیار کارآمد باشد. با مشارکت دادن این زنجیره از ذی‌نفع‌ها و جامعهٔ آگاهمند از مسیر کشف علمی، آن‌ها می‌توانند با چالش‌های موجود در علوم بنیادی و پزشکی آشنایی یافته و تصور و امید خود در راه حمایت ضروری‌شان برای محقق ساختن پیشرفت در مسیر علمی را به کار ببرند. مثال آشکار آن در مورد سازمان فضایی آمریکا (NASA) است که آموزش عمومی مردم در مورد اهمیت علم موجب نگرش مثبت آن‌ها در مورد پژوهش‌های بنیادی در عرصهٔ فضا و هوانوردی شده است. این اقبال عمومی به پژوهش‌های بنیادی در این زمینه‌ها به آنجا کشانده شده است که نتایج کاوش‌های علمی این سازمان بر صفحهٔ رایانهٔ شخصی هر شهروندی نقش بسته است و با ابراز قدردانی شهروندان از سرمایه‌گذاری جامعه در اکتشافات فضا توأم شده است(۳۰).

هر چند که حضور دانشمندان در رسانه‌های عمومی مانند نشریات، انجام گفتگوهای علمی در رادیو و تلویزیون در مواقعی که مورد خاصی برمی‌خیزد و نیازمند توضیح علمی می‌باشد یا نوشتن در مورد آن‌ها و بیان دیدگاه‌های دانشمندان به سیاست‌گذاران در سازمان‌های وابسته به دولت، از دیگر شیوه‌های آگاهمند نمودن اعضای جامعهٔ غیرخبره با پیشرفت‌ها و روندهای علمی می‌باشد، باید اذعان نمود که باز هم راه درست و سامان یافته در این فرایند، آموزش شیوه‌های علمی در تفکر کردن پیرامون سازوکارهای طبیعت است که می‌بایست در سطوح ابتدایی و متوسطه آغاز گردیده و همچنین

می‌بایست در تحول آموزش علم و بالا بردن سطح «سواد علمی» جامعه، این گروه‌ها را مورد هدف قرار داد. این در حالی است که آموزش علوم در تمام سطوح مدارس زیست‌شناسی با انبوهی از واقعیت‌های علمی انباشته شده است و دانش‌آموزان را وادار می‌کنند تا آن‌ها را در حافظهٔ خود نگه دارند. همین موضوع برای علوم شیمی و ریاضیات نیز صادق می‌باشد و این دانش‌آموزان نمی‌توانند حضور علم را در طبیعت در اطراف خودشان ببینند و درک نمایند که واقعاً شیوه و روش علمی به صورت گسترده در همهٔ جوانب گوناگون زندگی‌شان به صورت گسترده کاربرد دارد. در برنامهٔ آموزشی مدرسه نیز این موضوعات علمی در دروس فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی از هم مجزا بوده و بر ارتباطات و پیوندهای میان این گستره‌ها اغلب تأکید نمی‌شود. بنابراین، امروزه، مسئله موجود در آموزش علوم پایه این است که فراگیرندگان نمی‌توانند میان این علوم در پیوست با زندگی‌شان و جامعه، ارتباط برقرار کنند.

ممکن است بسیاری از دانش‌آموزان در مهارت‌های محاسبات ریاضی برجسته باشند ولی فاقد توانمندی کاربرد یادگیری‌شان در سطح جامعه باشند و در چنین شرایطی، امکان نوآوری نیز وجود نخواهد داشت. با گسترش هوش مصنوعی و سامانه‌های پردازشی دیجیتالی پیشرفته، کسب این گونه مهارت‌های علم‌آموزی و دانش‌ورزی در سطح مدارس کنونی یک کوشش عقب‌مانده خواهد بود و این دانش‌آموزان می‌باید مهارت‌های دیگری شامل درک جامع، بیان یافته‌های علمی و آگاهمندی از مسیر کشف علمی را به دست آورند تا بتوانند همزمان نیز مهارت‌های کمّی‌ای همچون تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، یافت الگوهای پنهان، شناسایی متغیرها و فرمول‌بندی برای حل مسائل را فرا گیرند.

در سطح دانشگاه‌ها در فراگیری علوم پایه برای دانشجویان باید به گونه‌ای رفتار شود که هدف آن فقط تربیت دانشمند در این حوزه‌ها نباشد بلکه باید این دانشجویان را در مسیری علمی برای فکر کردن رهنمون کرد

تا بتوانند شهروندان بهتری برای جامعهٔ دانشی آینده در اقتصاد دانش بنیان بر پایهٔ نوآوری باشند. بدین گونه آموزش علوم پایه نه تنها یک فعالیت منحصر برای منفعت فردی خواهد بود بلکه جامعه نیز از آن سودمند گردیده و به سوی توسعهٔ پایدار گام برمی‌دارد. بسیار جالب است گفته شده است که ناتوانی عموم مردم در درک و تفسیر نمودارها، آمار و داده‌های علمی حتی می‌تواند دموکراسی را مورد تهدید قرار دهد(۳۴).

از این رو، هر چند آموزش کنونی علوم فقط بر محتوای واقعیت دانشی استوار است امّا این نکته بسیار مهم است که فرایند علم را نیز باید آموزش داد. این آموزش باید شامل روش‌هایی همچون توانایی ساخت مدل‌ها، برپایی انجام تجربیات، گرفتن داده‌ها، بازخوانی مدل‌ها بر پایهٔ داده‌ها و به ارتباط گذاشتن نتایج علمی باشد. دانش‌آموزان باید توانایی حل مسائل را با مطالعهٔ مثال‌هایی از کارهای پیشین دنبال نمایند. در این فرایندها، آن‌ها تفکر منطقی، نقد خلاقانه، مستقل و آزاد را در خود توسعه خواهند داد و می‌توانند قضاوت‌های منطقی‌ای انجام داده و بر جهل و نادانی و نیز پیش‌قضاوتی که در جامعه رایج است، چیرگی بیابند. این شیوه از آگاهمندی از فرایند کشف علمی و آشنایی با روش‌های علمی مورد استفاده در حوزه‌های دانشی، دانش‌آموزان را برای «جامعهٔ یادگیرندهٔ» آینده آماده خواهد ساخت، جامعه‌ای که به صورت مداوم و پرشتاب در حال تغییر است(۳۴).

ج) یاری دانشمندان علوم پایه به آموزگاران

در سومین راهکار پیشنهادی پروژهٔ «علوم پایه برای توسعهٔ پایدار ۲۰۲۲» جهت آموزش علوم پایه و توسعهٔ پایدار، این موضوع مطرح شده است:

"چگونه دانشمندان می‌توانند بهتر آموزگاران را یاری رسانند تا بتوانند منابعی که فرایند علمی را درک‌پذیرتر می‌کنند، توسعه دهند." (۳۳).

در سطح ملّی نیاز است تا اعضای محترم هیأت علمی دپارتمان‌های علوم پایهٔ کشور در دانشکده‌های گوناگون، محتوای مواد آموزشی در سطح مدارس و دبیرستان‌ها را با آخرین پیشرفت‌ها و توسعه‌های علمی، روزآمد نموده و بر اصول بنیادی و روابط میان‌رشته‌ای این علوم تأکید نمایند و در اختیار آموزش دهندگان این مقاطع در نظام آموزش و پرورش کشور قرار دهند. در دومین اقدام، آن‌ها باید کنجکاوی علمی را به جای فقط آرایه‌ای از واقعیت‌های علمی در زمینهٔ علوم، در نزد دانش‌آموزان و فراگیران ترویج دهند و از طریق روش‌های نوین آموزشی و فرا مدرسه‌ای، شیوه‌هایی تدوین کرده و در دسترس آموزگاران برای تدریس و فراگیری قرار دهند.

در واقع، در مجموعهٔ این فعالیت‌ها، دانش‌آموزان باید در مسیر تفکر، با سنجش‌های علمی، آزمون فرضیه و تجزیه‌وتحلیل داده‌های بنیادی، آشنایی بیابند. بی‌شک، در تدوین این گونه برنامه‌های آموزشی نوآورانه که در فاز چهارم تحول آموزشی باید تدوین شوند می‌بایست بهترین ایده‌های دانشمندان حوزهٔ علوم پایه را گرد هم آورده تا بتوان بر پایهٔ این اندیشه‌ها، نسل جوان را برای مشاغل دانشی در گسترهٔ علوم که نیازمند تفکر سیستمی و منطق‌گرایی است، آماده و تربیت نمود(۳۱). از سوی دیگر، اعضای هیأت علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور می‌بایست از روش سنتی تدریس علوم پایهٔ پزشکی به سوی آموزش یکپارچه و میان‌رشته‌ای این علوم (در ترکیب و امتزاج با علوم بالینی) میل کنند.

در سال ۱۹۱۰ ابراهام فلکسنر[1] که یک مدرس پژوهشگر از «بنیاد کارنگی برای توسعهٔ آموزش[2]» بود در ارائهٔ گزارش بسیار اثرگذارش در مورد وضعیت آموزش پزشکی در دانشکده‌های پزشکی آمریکا و کانادا، به آموزش دانش پایه برای کسب مفاهیم و اصول علوم پایهٔ پزشکی در اوایل سال‌های پیش‌بالینی توصیه نمود تا دانشجویان پزشکی بتوانند تفکر و مهارت‌های

[1] Abraham Flexner
[2] Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching

علمی را برای درک و حل مسائلی که در طی دوران آموزش بالینی با آن‌ها روبه‌رو می‌شوند، به کار گیرند(۳۹).

هر چند که از آن زمان تاکنون، بحث یکپارچگی در آموزش علوم پایه با علوم بالینی مطرح شده است و ما شاهد تکامل مدل‌های گوناگونی از این یکپارچگی و ادغام هستیم ولی آن چه که ما در اینجا لازم است بر آن پافشاری کنیم، بحث یکپارچگی میانِ شاخه‌های گوناگون علوم پایهٔ پزشکی در طی دوران پیش‌بالینی است تا دانشجویان بتوانند در طی ارائه این دروس، یک دیدگاه جامع و سیستمی از ماهیت علوم پایهٔ پزشکی، تاریخ، مفاهیم بنیادی، متدلوژی و اثر بر جامعه و حرکت به سوی توسعهٔ پایدار مربوط به این گونه از علوم را به دست آورند. در این مسیر، آن‌ها با تفکر منطقی و مهارت‌های پایهٔ تفکر نقادانه آشنایی پیدا خواهند کرد و از روش علمی، طراحی فرضیه، استقراءگرایی منطقی، مشاهده و تجربه، قیاس‌نگری، یافت شاخص‌هایی برای تئوری‌های خوب علمی، مدل‌سازی، آزمون فرضیه، تصمیم‌سازی و به کار بردن آمار در تجزیه‌وتحلیل و پیش‌بینی‌ها، آگاهی می‌یابند.

این به معنای آن است که در یک سری از دروس، باید مباحث میان‌رشته‌ای حول یک موضوع عام و قابل گسترش مطرح شود تا دانشجویان در این مباحث به پیوند میان‌رشته‌ای و شکل‌گیری مقولات میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای و همچنین با چگونگی پدیداری فناوری‌های نوپدید آشنایی بیابند(۳۴). می‌دانیم که پیدا کردن آموزش دهندگانی در این سطح که آن‌ها بتوانند ضمن داشتن دانش کافی، همچنین از مهارت‌های نوآورانه در طرح این مباحث برخوردار باشند با دشواری توأم خواهد بود ولی بی‌شک در این شیوه می‌توانیم به ترتیب دانشمندان بالینی آینده در توأمان با تربیت حرفه‌مندان در گسترهٔ علوم پزشکی نیز نائل شویم.

فصل چهارم

علوم پایه
یک کالای جهانی همگانی است

با نگاه به تکامل مدل‌های توسعهٔ دانش در تاریخ علم، به نقش فزایندهٔ مشارکت مردم و ذی‌نفع‌ها در فرایند توسعهٔ علم پی می‌بریم به این صورت که چگونه برای کامیابی علم به وجود حلقه‌های زنجیرهٔ ذی‌نفع‌ها از دانشمندان گرفته تا سیاست‌گذاران، جوامع مالی و اقتصادی، گروه‌ها و انجمن‌ها، افراد و شهروندان نیاز می‌باشد. در واقع، اکنون ما به درستیِ این معادله آگاهی یافته‌ایم که هر چقدر این ذی‌نفعان از علم استفاده کنند، امکان مشارکت آن‌ها در غنابخشی و کاهش نابرابری‌ها در جهان بیشتر می‌شود. از این رو، در پروژهٔ «علوم پایه برای توسعهٔ پایدار ۲۰۲۲»، به علوم پایه (به عنوان بخش مهمی از علم)، همچون یک کالای جهانی همگانی نگریسته شده و برای جلوه دادن این واقعیت، پرسش‌های زیر را برای پیاده‌سازی پروژهٔ همگانی‌سازی علوم پایه مطرح نموده است:

۱) چگونه سطوح گوناگون جامعه، گروه‌های مختلف مردم و جنس‌های مخالف انسان‌ها می‌توانند در فرایند علمی، بیشتر درگیر شوند؟

۲) چگونه شهروندان و سازمان‌هایشان می‌توانند از علوم پایه برای آموزش، نوآوری و کامیابی استفاده کنند؟

۳) چگونه می‌بایست «علم باز[1]» را پیاده‌سازی نمود؛ به گونه‌ای که شیوه‌ها و نتایج به صورت گسترده‌ای در دسترس قرار گیرند؟(۳۳).

[1] Open Science

برای پرداختن به این پرسش‌ها، ما به چند مفهوم مهم در توسعهٔ علم می‌پردازیم که شامل مفهوم علم به عنوان یک «کالای همگانی[1]»، «همگانی نمودن علم[2]»، «شهروند علمی[3]» و «علم باز» است.

از دید یونسکو، پژوهش‌های بنیادین در جستجوی کشف قوانین طبیعت و درک مکانیسم‌های برهم‌کنشی پدیده‌ها و اشیاء در جهان واقعی است. OECD این گونه از پژوهش‌ها را به صورت *"کار تجربی و تئوری که هدف اولیهٔ آن کسب دانش نوینِ بنیان‌های زمینه‌ای پدیده‌ها، واقعیت‌های قابل مشاهده، بدون در نظر گرفتن هر گونه کاربرد خاصی یا زمینهٔ استفاده‌ای از آن‌ها است"*(۴۰). امّا از آنجا که دانش بنیادین اغلب اثرات چشمگیری در فراتر از جامعهٔ دانشمندان فرود می‌آورد (برای مثال در پیشرفت فناورانه، عملکرد دولت‌ها، کنجکاوی اساسی انسان و...)، بسیاری از ملت‌ها ساختارهای نهادی ویژه‌ای را برای حمایت از این گونه پژوهش‌ها، از طریق سرمایه‌گذاری عمومی، فراهم آورده‌اند. از این رو، علم، به ویژه علوم پایه، در دایرهٔ منطقی نامیدن آن به عنوان «کالای همگانی» قرار می‌گیرد. همانند یک پارک عمومی که توسط دولت برای بازدید همگان ساخته می‌شود و بر روی آن سرمایه‌گذاری می‌شود، پژوهش‌های علمی نیز به صورت چشمگیری (به ویژه در حوزه‌های دانش‌های بنیادین) توسط دولت‌ها مورد سرمایه‌گذاری قرار می‌گیرد و نتایج حاصله نیز در دامنهٔ همگانی قرار داده می‌شوند و چنین است که نامیدن علم به عنوان یک «کالای همگانی»، جایز می‌باشد(۴۱).

با مفهوم‌سازی علم به شکل یک «کالای همگانی»، بحث «همگانی نمودن علم» نیز مطرح می‌گردد. همگانی نمودن علم اشاره به آوردن علم در نزد عامهٔ مردم، انتشار دانش علمی و تقویت شیوه‌ای تفکر علمی در میان مردم است(۴۲).

---

[1] Public good
[2] Science popularization
[3] Citizen science

در سال ۱۹۳۷ در مجلهٔ معتبر «نیچر» از قول واتسون دیویس[1]، به گزارش‌دهی و ترجمان علم اشاره شده بود که اگر به آن پرداخته نشود و موجب برانگیختن مراتب قدردانی از سوی مردم و استفاده از روش‌های علمی در زندگی روزمرهٔ آن‌ها نشود، علم با شکست روبه‌رو می‌شود. حتی این مجله پا را از این فراتر گذاشته و به این پرداخته بود که بسیاری از آرمان‌ها مانند آزادی، فرصت، پی‌جویی شادمانی و دموکراسی نیز با استفاده از شیوه‌های علمی به دست آمده و اشتباهات دموکراسی نیز با علم تصحیح شده‌اند(۴۳).

آیا همگانی کردن علم امکان‌پذیر است؟ پاسخ بی‌شک مثبت و مسلم است اگر شرایط تجلی آن فراهم گردد و دانشمندان مسئولیت آن را بر عهده گیرند و کوشش‌های خود را صادقانه در سوی علم و نیز عموم مردم نشانه‌گذاری کنند(۴۴).

اگر به تاریخ علم بنگریم، در انقلاب علمی سدهٔ هفدهم که فعالیت‌های نظام‌مند علمی آغاز گردید، گالیله را می‌بینیم که به سختی کار می‌کرد تا اکتشافات نوین در فیزیک و نجوم را به ارتباط بگذارد. این کار او به تبلیغ و انتشار شیوه‌ها و روش‌های نوین و تفکر علمی و تجربه‌گرایی منجر گردید. افزون بر گالیله، اویلر، فارادی، والاس و اینیشتن، فعالیت‌هایی را برای تولید متونی در جهت همگانی کردن علم انجام دادند. در شوروی سابق نیز تحت پرچم کمونیسم، توسعهٔ علم‌وفناوری و انتشار دانش از فعالیت‌های برنامه‌ریزی شدهٔ دولتِ مرکزگرا بود. امّا امروزه می‌دانیم که همگانی نمودن علم یک فعالیت جمعی است که شامل فرایندی گسترده بوده و در آن نهادهای پژوهشی، دانشگاه‌ها، دولت‌ها و فعالان دیگر نیز مشارکت دارند(۴۵).

می‌توان این بازیگران فعال در فرایند تولید و دانش جدید (علوم پایه یا پژوهش و توسعه) شامل کاربرد دانش نوین و تجاری‌سازی آن (محیط کسب‌وکار) را به عنوان زیرسیستم‌های سامانه ملّی نوآوری (NIS) [2] محسوب

[1] Watson Davis
[2] National Innovation System

نمود. شکل‌گیری تئوری NIS در دههٔ ۱۹۸۰ رخ داد و توسعهٔ آن همزمان با پیاده‌سازی‌اش موجب زایش مدل‌های گوناگونی در شرایط اقتصادی اجتماعی گردید که با زمینهٔ توسعهٔ اقتصاد ملّی در ابعاد تاریخی، فرهنگی و روان‌شناسانه‌ای آن تعیین می‌شوند.

مدل مارپیچ سه‌گانه[1] که یک برهم‌کنش شبکه‌ای و افقی میان موضوعات NIS (دولت، علم و کسب‌وکار) است، یک مدل زنده و نویدبخش می‌باشد. در واقع، مدل مارپیچ سه‌گانه برای آشکارسازی ترکیب موضوعی NIS توسعه داده شده است که در آن امکان افزودن عنصر چهارمی به شکل «جامعهٔ مدنی» یا «آموزش» به عنوان عنصری مستقل نیز وجود دارد. در جهان مدرن، فرایند بازتولید نوآوری به شکل غیرخطی است و نوآوری حاصل از اثر هم‌افزایی موجود در برهم‌کنش شرکت کنندگان در نوآوری می‌باشد. چنین به نظر می‌آید که برای شکل‌گیری ارتباطات نوآورانهٔ مؤثر در جامعه، به یک فرهنگ نوآوری نیاز است که در درک فعال دانشِ نوینِ سازنده و مثبت، اکتشافات و اختراعات برای جامعه، مشارکت نماید. در هم‌راستا با این جامعهٔ مدنی، در برهم‌کنش با دیگر زیرسیستم‌های سامانهٔ ملّی نوآوری، فعالیت همگانی‌سازی علم نهفته است که عنصری مؤثر در شکل‌گیری ارتباطات نوآورانه و فرهنگ نوآوری قلمداد می‌شود(۴۶).

با ترسیم سامانه ملّی نوآوری می‌توان همگانی نمودن علم را به صورت موقعیتی تعریف نمود که عموم مردم، دانش، مهارت‌ها، اندیشه‌ها، متدولوژی‌ها و ارزش‌های علمی را از طریق رهیافت‌های مؤثر متنوعی دریافت می‌دارند(۴۷).

آموزش عالی در انتشار اثر و کارآمدی همگانی‌سازی علم اثرات مثبتی را از خود نشان می‌دهد. در این میان به ویژه دپارتمان‌های علوم پایه نقش بسیار مهمی را در همگانی‌سازی علم با نشان دادن نقاط داغ و گستره‌های برجستهٔ پژوهشی در حال انجام دانشگاه‌ها دارند و می‌توانند افراد کلیدی خود را در گستره‌های پژوهشی برای ترجمان دانش در عرصهٔ جامعه و همگانی‌سازی

[1] Triple helix

علم معرفی کنند. به زبان دیگر، این افراد دانشگاهی که از قلب بخش‌های علوم پایه از سوی دانشگاه برای جامعه معرفی می‌شوند در جهت‌یابی توسعهٔ همگانی نمودن علم و فزونی در همگانی‌سازی علم، بسیار نقش حیاتی‌ای را ایفا خواهند نمود.

عدم برنامه‌ریزی مناسب و اتخاذ راهکارهای نامناسب از سوی بخش‌های علوم پایه در سطح آموزش عالی، استفاده از فعالیت‌های همگانی‌سازی علم را به صورت عاقلانه و مناسب کاهش خواهند داد. باید به این نکته نیز اشاره شود که همگانی نمودن علم یک فرایند یک طرفه از سوی دانشگاه به سوی جامعه یعنی از برج عاج (دانشگاه) به سوی عامهٔ مردم نیست بلکه خودِ همگانی‌سازی علم نیز در توسعهٔ آموزش عالی نقش ایفا می‌نماید.

نخست با همگانی‌سازی علم، رشد و توسعهٔ آموزش عالی و موضوعیت آن فزونی می‌یابد. دوم آن که فعالیت‌های همگانی‌سازی علم به عملکرد بهتر دانشگاه‌ها و رقابت‌پذیرتر شدن آن در سطح آموزش عالی منجر می‌گردد. موارد موجود ثابت کرده‌اند که همگانی‌سازی علم در شتاب دادن به پیامدهای یادگیری دانشجویان در دانشکده‌ها مانند مهارت‌های نوشتاری آن‌ها، درک ادبیات، کسب دانش فیزیک و غیره، بسیار کمک کننده است. سوم آن که فعالیت‌های همگانی نمودن علم به نهادهای آموزش عالی کمک می‌نماید که دانشجویان نخبه‌تر و مناسب‌ترِی را جذب نمایند که این کار با فراهم آوردن برنامه‌ها و مواد درسی وابسته انجام می‌شود که در افزایش درک دانشجویان از مطالب و حرفه‌های خود بسیار کارآمد بوده و به آن‌ها یاری می‌رساند که رشته‌های مناسب‌تری را برای مشاغل آیندهٔ خود برگزینند و بدین طریق خود دانشجویان نیز از انجام فعالیت‌های همگانی‌سازی علم، بهره‌مند می‌شوند. چهارم آن که همگانی نمودن علم موجب کسب رضایت خاطر اعضای هیأت علمی دانشگاه را فراهم نموده و برای آن‌ها در زمینه‌های تحقیقاتی‌شان الهام‌بخش خواهد بود. پنجم آن که همگانی نمودن علم موجب انگیزش فراوان از سوی جامعه برای سرمایه‌گذاری بر پژوهش‌های بنیادین خواهد شد(۴۷).

علم شهروندی

از ابعاد دیگر کالای همگانی دانستن علم و همگامی نمودن علم، «علم شهروندی[1]» است. در طی ۱۵ سال گذشته ما پدیداری تیپ‌شناسی، تعاریف و شاخص‌های مربوط به علم شهروندی را شاهد بوده‌ایم. بررسی مجموعهٔ این تعاریف این را بر ما آشکار می‌سازد که هنوز تعریفی واحد برای آن وجود ندارد ولی مفهوم مشترکی در همهٔ این تعاریف می‌توان جست که به مشارکت مردم در تولید علم اشاره دارد.

تعریف «انجمن علم شهروندی اروپا[2]» آن را این گونه تعریف می‌نماید: *"پروژه‌های علم شهروندی به صورت فعال، شهروندان را در تلاش علمی‌ای که دانش یا درک نوین تولید می‌کند، درگیر می‌نماید."* این در حالی است که برنامهٔ زیست محیطی سازمان ملل (UNEP) در سال ۲۰۱۹ آن را چنین تعریف نمود: *"علم شهروندی بر عهده گرفتن داوطلبین در علم و پژوهش را در برمی‌گیرد. داوطلبین عموماً در گردآوری داده‌ها درگیر می‌شوند ولی می‌توانند در آغاز پرسشگری، طراحی پروژه‌ها، انتشار نتایج و ترجمان داده‌ها نیز درگیر شوند."*

سازمان یونسکو (۲۰۱۳) علم شهروندی را چنین تعریف کرد: *"مشارکت گسترده‌ای از ذی‌نفعان غیرعلمی در فرایند علم. در نوآورانه‌ترین و در برگیرنده‌ترین حالت آن، علم شهروندی لحاظ نمودن داوطلبین شهروند به عنوان شرکاء در کل فرایند علمی شامل تعیین کردن موضوعات پژوهشی، پرسش‌ها، متدولوژی‌های پژوهشی و شیوه‌های انتشار نتایج را در بر می‌گیرد"* (۴۸). بر اساس این تعاریف، به ویژه تعریف یونسکو از علم شهروندی، همهٔ مردم می‌توانند در بسیاری از هنگامه‌های فرایند علمی، از طراحی پرسش علمی تا گردآوری داده‌ها و ترسیم نقشهٔ راه، تفسیر داده‌ها و تجزیه‌وتحلیل و چاپ و انتشار نتایج، شرکت کنند(۴۹).

---

[1] Citizen Science
[2] European Citizen Science Association

بسیاری از نهادها و سازمان‌ها از این تعاریف برای مشارکت شهروندان در راه اهداف خود بهره جسته‌اند مانند بنیادهای ملی سلامت آمریکا که «علم شهروندی» را به آشکار با پژوهش‌های مشارکتی مبتنی بر جامعه (CBPR)[1] پیوند زده است(۴۸). خوشبختانه در ایران، ما تجربهٔ به کارگیری پژوهش‌های مشارکتی مبتنی بر جامعه را در زمان تصدی استاد محترم جناب آقای دکتر ملک افضلی در معاونت تحقیقات و فناوری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی داشته‌ایم و در سایهٔ تلاش‌های آن پژوهندهٔ نستوه بسیاری از دانشگاه‌های علوم پزشکی، مردم را در پروژه‌های تحقیقاتی خود مشارکت دادند و داده‌های آن را به چاپ رساندند. برای مثال، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر در تعیین اولویت‌های پژوهشی خود در حوزهٔ سلامت و نیز در تداخلات جمعیتی برای گسترش مفاهیم «قلب سالم»، از این گونه از پروژه‌ها با مشارکت مردم استفاده نمود(۵۰).

پروژه‌های علم شهروندی گستره‌ای از موضوعات علمی را به خود اختصاص می‌دهد. بسیاری از این پروژه‌ها دارای عنصر زیست محیطی هستند و برخی نیز در مرزهای پژوهش‌های ملکولی قرار می‌گیرند و در بعضی از پروژه‌ها، شهروندان به رصد اشیاء نجومی می‌پردازند(۵۱).

برای مثال، در جولای ۲۰۰۷، ستاره‌شناسان با هدف طبقه‌بندی یک میلیون کهکشانی روبه‌رو شدند که در پیمایش دیجیتالی آسمان، تصویربرداری کرده بودند. آن‌ها پی بردند که اگر همهٔ ستاره‌شناسان جهان تا آخر عمر کاری به جز طبقه‌بندی این کهکشان‌ها نداشته باشند، حدود ۲۰۰ سال زمان برای تکمیل آن مورد نیاز است. در نتیجه، آن‌ها پروژهٔ Galaxy Zoo را راه‌اندازی کرده و همگان را دعوت نمودند. در طی ۲۴ ساعت، آن‌ها ۷۰,۰۰۰ طبقه‌بندی در ساعت به دست آوردند و در پایان سال اول بیش از ۵۰ میلیون طبقه‌بندی توسط ۱۵۰,۰۰۰ نفر انجام شد. در سال ۲۰۱۵ به تنهایی، دانشمندان شهروند بیش از ۴/۷۵ میلیون طبقه‌بندی بر روی

[1] Community-based Participatory Research

۲۰۰,۰۰۰ تصویر گوناگون از کهکشان‌ها انجام دادند. بی‌شک، این توفیق چشمگیر، بدون پاسخ شگرف از سوی عموم مردم، نمی‌توانست محقق شود.

در نظر بگیرید که تا کنون فقط کمتر از ۱۵ درصد از گونه‌های زیستمندان روی زمین توصیف شده‌اند و از این رو، مشارکت مردم به شکل دانشمندان شهروند در فرایند توصیف جلوه‌های حیات و زیستمندان و ترسیم تنوع زیستی چقدر می‌تواند در تعالی علم بیولوژی اثربخش باشد(۵۲). بی‌شک، وجود تلفن‌های همراه هوشمند، اینترنت، حسگرهای دیجیتالی و بازی‌های رایانه‌ای و دیگر فناوری‌های نوپدید، شیوه‌های نوینی را در دسترس علم شهروندی قرار می‌دهد. بنابراین، پروژهٔ Galaxy Zoo را می‌توان الگوی «علم سایبری[1] شهروندی» محسوب نمود.

از کاربردهای علم شهروندی که می‌تواند در راه اهداف توسعهٔ پایدار، انقلابی ایجاد کند، استفاده از آن در راه رصد و پایش پدیده‌ها، مسائل و مشکلات زیست محیطی است. نمونه‌های آن را می‌توان در مشارکت شهروندان جهت پایش کیفیت هوا و جمعیت ماهیان و بازی‌های رایانه‌ای برای تسهیل بحث‌های سیاستی پیرامون آلودگی‌ها جستجو نمود. امّا شاید مهم‌ترین بخش علم شهروندی در مسائل و مشکلات زیست محیطی در تعیین کردن پرسش‌های اولیهٔ پژوهشی و علمی از سوی مردم باشد که بسیار حائز اهمیت است زیرا دانش و آگاهی خاص موقعیتی و مکانی آن‌ها، در پرداختن به چالش‌های زیست محیطی بسیار کمک کننده می‌باشد؛ یعنی در جایی که شرایط تجزیه‌وتحلیلی بسیار پیچیده بوده و به تصمیم‌گیری‌های ویژه‌ای جهت موارد زیست محیطی نیاز است.

در هر صورت، مشارکت شهروندان از طریق دانشمندان یا اجرای پروژه‌های ابتکارانهٔ هدایت یافته توسط مردم، مسلماً بسیار با جامعه و محیط زیست آن‌ها همخوانی و پیوست خواهد داشت. از سوی دیگر، استفاده از فناوری‌های نوین همراه مانند گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها، به شهروندان

[1] Cyberscience

شانس مشارکت فراوانی را در علوم زیست محیطی و بحث پیرامون سیاست‌های زیست محیطی می‌دهد.

استفادهٔ مناسب از این فناوری‌ها، امکان تغییر در پژوهش‌های زیست محیطی، پایش و سیاست‌گذاری‌ها را فراهم نموده است. البته، استفادهٔ فزاینده از این ابزارها ممکن است خطر فرو ریزش برهم‌کنش‌ها و گفتمان‌های معنادارتر میان دانشمندان، سیاست‌گذاران و شهروندان پیرامون محیط زیست را نیز به همراه داشته باشد(۵۳).

امّا باز تأکید می‌شود که در علم شهروندی، عموم مردم در فرایند علمی شامل پرداختن به مسائل جهان واقعی به شیوه‌ای که موجب فرمول‌بندی پرسش‌های پژوهشی شود و آزمایشات علمی را هدایت نماید و در گردآوری و آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج، اکتشافات نوین، توسعهٔ فناوری‌ها و کاربردها و نیز باعث حل مسائل پیچیده شود، مشارکت می‌کنند(۵۴).

بر پایهٔ همین فعالیت‌ها است که «اتحادیهٔ اروپا»، علم شهروندی را چنین بیان می‌کند: *"علم شهروندی را می‌توان مشارکت داوطلبانهٔ دانشمندان غیرحرفه‌ای در پژوهش و نوآوری در هنگامه‌های گوناگون این فرایند و در سطوح مختلف مشارکت، از شکل دادن به برنامهٔ کاری پژوهش و سیاست‌ها تا گردآوری، پردازش و آنالیز داده‌ها و پرداختن به پیامدهای پژوهش، تعریف نمود."*

مشارکت فعال شهروندان و جوامع، امکان بهبودی در پژوهش و پیامدهای آن و تقویت حس اعتماد به علم در سطح جامعه را به همراه دارد(۵۵). برای مثال، مشارکت مردم در فرایند علم شهروندی در حوزه‌های زیست‌شناسی و فیزیولوژی موجب می‌گردد آن‌ها پیرامون زیستمندان و از سازوکارهای زیست‌شناسی از نزدیک آشنایی بیابند و در فرایند یادگیری به مشاهده و تجربهٔ فرایندهایی بپردازند که مطالعات علمی بر اساس آن‌ها هدایت می‌شوند(۵۶).

امروزه، جامعهٔ علمی Galaxy Zoo به Zooinverse تکامل یافته که نه

تنها حوزهٔ اخترشناسی بلکه گستره‌های دیگر علم را در خود لحاظ داشته است مانند تجزیه‌وتحلیل ارتباطات میان وال‌ها، مدل‌سازی جمعیت شیرهای پارک سرنگتی، طبقه‌بندی تصویر سلول‌های سرطانی، به عنوان بخشی از پروژه‌ای که شامل بیان پروتئین و ژنتیک می‌شود(۵۷). در هر صورت، گسترهٔ علم شهروندی، افزون بر اخترشناسی، محیط زیست و زیست‌شناسی به پرنده‌شناسی، دیرین‌شناسی و علوم جوی نیز کشانده شده است.

این گستردگی فزایندهٔ کاربرد «علم شهروندی» در خلق دانش می‌تواند محیطی بسیار شاداب و سرزنده با پتانسیل بسیار بالا برای درگیر شدن اعضای هیأت علمی علوم پایه در خلق دانش، همگانی‌سازی علم، ترجمان دانش و اشاعهٔ آن فراهم آورد. مشارکت دانشجویان در این فرایند نیز تجربیات ژرفی را برای آن‌ها به ارمغان آورده و آن‌ها درک درستی را از یکپارچگی علم با کاربرد در جهان واقعی به دست می‌آورند که ضمن این که یک حس شادابی و سرزندگی به این دانشجویان می‌دهد، آن‌ها یاد می‌گیرند چگونه در محیط جامعه به حل مسائل پیچیده و چالش‌های موجود بپردازند و چگونگی گفتمان با سیاست‌گذاران و پیکرهٔ جامعه را برای جلب سرمایه‌گذاری بر پژوهش‌های بنیادین و تبدیل علم پایه به کاربرد را در صحنهٔ جامعه فرا گیرند.

در مسیر پیاده‌سازی پروژهٔ علم شهروندی در قالب مشارکت علوم پایه در توسعهٔ پایدار، نیاز به ابزارهای نوآورانه مشارکت عام مردم در فرایند «علم شهروندی» داریم؛ مانند ابزارهای مدیریت پایگاه داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل علمی پژوهش‌ها در حوزهٔ آموزشی با استفاده از فناوری‌های شناختی و به کارگیری اصول روانشناسی و رفتاری، فناوری‌های شبکه‌سازی، تجزیه‌وتحلیل‌های زمین - فضایی[1] کارآمد و تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته. برای برآوردن ساختن این ملزومات، به وجود خبرگی از گستره‌های متنوعی از علم، آموزش، مهندسی و دیگر حوزه‌ها، در یک تلاش جمعی و یکپارچه پژوهشی نیاز است(۵۶).

[1] Geospatial analysis

علمِ باز

اتحادیهٔ اروپا پیرامون علم باز چنین بیان می‌کند:

"علم باز یک تغییر سیستمی است که در اوایل فرایند دانش، امکان علم بهتر را از طریق میسرهای باز و همکارانهٔ تولید و به اشتراک‌گذاری دانش و داده‌ها، تا آنجا که ممکن است، فراهم می‌آورد و اجازه به ارتباط گذاشتن و اشتراک‌گذاری نتایج را امکان‌پذیر می‌سازد. این رهیافت نوین، با آوردن به صحنهٔ راه‌های جدید برای سرمایه‌گذاری و ارزیابی و پاداش‌دهی به پژوهشگران، بر نهادهای پژوهشی و عملکردهای علم اثر می‌گذارد. علم باز، کیفیت و اثر علم را با تقویت‌سازی «تکرارپذیری» و فعالیت «میان‌رشته‌ای»، فزونی می‌دهد و علم را از طریق به اشتراک‌گذاری منابع، کارآمدتر می‌سازد و به واسطهٔ اعتباردهی بهتر و پاسخگوتر شدن بیشتر به نیازهای جامعه، اعتمادپذیرتر می‌نماید."

بر اساس بیانیهٔ اتحادیهٔ اروپا، دسترس‌پذیری، تعامل‌پذیری، یافت‌پذیری، و بازاستفاده از داده‌ها همراه با به اشتراک‌گذاری داده‌ها به صورت باز می‌بایست شیوهٔ مرسوم برای نتایج حاصله از پژوهش‌های علمی باشد که این اتحادیه بر آن‌ها سرمایه‌گذاری کرده است(۵۸).

در چرخهٔ زیستِ مربوط به پژوهش، چهار هنگامه را می‌توان متصور شد. نخست آن که دانشمندان با خلق پرسش‌های تحقیقاتی، فعالیت پژوهشی خود را آغاز می‌کنند (ایده‌پردازی). آن‌گاه آن‌ها داده‌های مربوط به پرسش‌های پژوهشی را گردآوری کرده و تعیین می‌نمایند آیا این داده‌ها پیش‌بینی‌های آن‌ها را مورد حمایت قرار می‌دهد (گردآوری داده‌ها و آنالیز). سومین هنگامه، چاپ نتایج است (انتشارات) و چهارمین هنگامه که هنگامهٔ نهایی است پیرامون ارتباط برقرار کردن با کاربران دانش است؛ به گونه‌ای که آن‌ها از این نتایج پژوهشی برای تصمیم‌های آگاهمندانهٔ خود استفاده کنند

(بسیج دانش[1]). در نهایت این چرخه، با انجام «بسیج دانش» آن‌گاه به نخستین هنگامهٔ چرخه، با پرداختن به پرسش‌های پژوهشی، خوراک‌رسانی می‌شود. «علم باز» هر کدام از این هنگامه‌ها را برای دیگر دانشمندان و مردم، در برگیرنده‌تر و دسترس‌پذیرتر می‌سازد. چرخهٔ زیستِ علم باز بر همین اساس شامل موارد زیر می‌باشد:

۱) چنگ‌اندازی به چالش‌های نوآوری و مشارکت دادن جامعه در طی ایده‌پردازی است.

۲) تشویق «علم شهروندی» و یکپارچه‌سازی متدهای باز و داده‌های باز در طی گردآوری داده‌ها و آنالیز آن‌ها؛

۳) تشویق دسترسی به انتشارات در پیش از بررسی توسط همتایان (پیش‌چاپ‌ها[2])؛ به عنوان بخشی از فرایند انتشار؛

۴) استفاده از انتشارات دسترسی باز برای تبادل و به ارتباط گذاشتن داده‌ها و اطلاعات در طی هنگامهٔ نهایی بسیج دانش(۵۹)

در مقولهٔ «علم باز»، مشارکت مردم بسیار حائز اهمیت است زیرا علم باز یک تعهد اشتراکی میان همهٔ ذی‌نفعان است و جامعهٔ علمی، بخش جدایی‌ناپذیرِ علم باز است و می‌بایست به شکل معناداری مردم در جامعهٔ علمی (در هر هنگامه‌ای از فرایند شامل طراحی پژوهش، پیاده‌سازی و ارزیابی کارآمدی آن و میزان تأثیرش) مشارکت داده شوند(۶۰). به زبان دیگر، علم باز، امکان این که دانش، شنوندگان دیگری را فراتر از جامعهٔ علمی بیابد فزونی می‌دهد؛ به عبارت دیگر، این به معنای درگیر شدن مستقیم مردم با علم در جریان رخداد اکتشافات علمی می‌باشد. از سوی دیگر، علم باز، پژوهشگران را قادر می‌سازد که از دانش موجود به شیوه‌های نوآورانه و تکمیلی استفاده کنند و این به شفافیت، بازتکرارپذیری و اعتباردهی، کسب یک چشم‌انداز مشترک، مأموریت مشترک و فزونی در کیفیت پژوهش و

[1] Knowledge mobilization
[2] Preprints

ضریب اثر آن کمک شایانی می‌کند(۶۱و۶۲).

از نظر OECD، علم باز موجب فزونی در شفافیت، همکاری و تقویت نوآوری می‌شود و به علم باز در سه گسترهٔ دسترسی باز، داده‌های پژوهشی باز، همکاری بازِ توان یافته از طریق فناوری‌های ICT می‌نگرد و حتی «علم شهروندی» را در قالب تعریفی خود در زیر چتر واژهٔ «علمِ باز» جای می‌دهد(۶۳). در واقع، با نگریستن به علم همچون یک کالای همگانی که باید به شکل آزاد در دسترس شهروندان و دیگر ذی‌نفعان جامعه و پژوهشگران قرار گیرد، چتر واژهٔ «علمِ باز» بسیار گسترده می‌باشد. دسترسی رایگان همگانی به اسناد علمی و نتایج پژوهش‌هایی که با بودجهٔ دولت انجام شده‌اند و به عنوان کالای جهانی عمومی محسوب می‌شوند می‌بایست به عنوان یک اولویت در نظر گرفته شوند، زیرا علم هنگامی که اکتشافات و دانایی حاصل از آن به صورت آزاد و جامع به عنوان «کالای همگانی[1]» در دسترس همهٔ کسانی که تمایل به درک یا استفاده از آن را دارند قرار می‌گیرد، بسیار کارآمدتر شده و موضوعیت می‌یابد.

داده‌های علمی نیز به همین منوال می‌بایست دسترس‌پذیر و قابل «باز استفاده[2]» باشند. تجربهٔ علمِ باز در زمان همه‌گیری کووید ۱۹ نشان داد که در مواقع بحران‌ها، اعتماد مردمی به علم بالا است و این آمادگی دولت‌ها را می‌طلبد که در این بحران‌ها به علم اجازه بدهند تا به صورت باز و دسترس‌پذیر باشد(۶۴).

مطالعات انگشت‌شماری برای ترویج علم در ایران در گسترهٔ جامعه انجام شده‌اند(۶۵و۶۶)؛ امّا می‌توان راهکارهایی را برای این منظور مدنظر داشت یعنی راهکارهایی برای محقق ساختن ایدهٔ «علم به عنوان یک کالای همگانی»:

۱) فراهم آوردن زیرساخت‌های محاسباتی، ابزارهای پردازشی و ارتباطی

[1] Public goods
[2] Re-usable

در سطح دانشگاه برای حمایت از پژوهشگران علوم پایه جهت پیاده‌سازی چرخهٔ زیستِ «علمِ باز» و مشارکت دادن مردم و ذی‌نفعان در همهٔ هنگامه‌های این چرخه، از تدوین ایده تا گردآوری داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل و انتشار نتایج؛

۲) تدوین سیاست‌ها، استانداردها، فرایندها، مهارت‌ها و ارتباطات برای حمایت لازم از علم باز در گسترهٔ علوم پایه در همهٔ ابعاد آن؛

۳) راه‌اندازی پلتفورم‌های دیجیتالی برای مشارکت و گفتمان با مردم دربارهٔ علوم پایه؛

۴) راه‌اندازی پلتفورم‌های دیجیتالی و پایگاه داده‌ها برای به اشتراک‌گذاری داده‌های پژوهشی و نتایج تحقیقاتی؛

۵) در نظر گرفتن نگرانی‌ها، ارزش‌ها و دیدگاه‌های سیاست‌گذاران، کارآفرینان، فعالان و شهروندان در چرخهٔ زیستِ علوم پایه در ابعاد خلق دانش، ترجمان دانش و به کارگیری آن؛ به گونه‌ای که با نیازها و الهامات جامعه همخوانی داشته باشد.

۶) تدوین مشوق‌هایی برای اعضای هیأت علمی علوم پایه برای تشویق آن‌ها در درگیر کردن سیاست‌گذاران، نمایندگان جامعهٔ مدنی و پژوهشگران غیرحرفه‌ای در تولید مشترک دانش؛

۷) تدوین نقشهٔ راه برای «علم شهروندی» در حوزهٔ علوم پایه برای پرداختن به موارد ضروری و چالش‌های جهانی در زمینهٔ تغییر اقلیم، غذا، از دست دادن تنوع زیستی، آب سالم، انرژی و بیماری‌های نوپدید

فصل پنجم

علوم پایه
برای رویارویی با چالش‌های جهانی

زمین برای میلیون‌ها سال، تنوعی از حیات را بر روی خشکی و دریا پدیدار و پایدار نموده است. انقلاب صنعتی و توسعه‌های انسانی، توان سوخت‌های فسیلی و دیگر منابع طبیعی را رام نموده‌اند و پرشتاب به محیط زیستمان برای برآوردن نیازهایمان شکل داده‌اند. امّا اندازه و ابعاد شهرنشینی، کشاورزی صنعتی و برون‌ده‌های کربنی انسان‌زا، به گستره‌ای از تغییرات جهانی زیست محیطی منجر شده‌اند شامل جنگل‌زدایی، از دست دادن تنوع زیستی، اسیدی شدن اقیانوس‌ها، آلودگی‌های آب، هوا و خاک و تغییرات اقلیمی که همهٔ آن‌ها را می‌توان در زیر عنوان «بحران اکولوژیکی[1]» جای داد(۶۷).

بحران اکولوژیکی یک چالش جهانی است ولی چالش‌های دیگری نیز وجود دارد که چندین ویژگی مشترک دارند. آن‌ها مسائل نوپدیدی هستند که امکان شکل‌دهی به جامعه را به صورت شگرفی در خود نهان دارند. برای حل کردن هر چالش به یک همکاری چند رشته‌ای و همکاری گسترده‌ای نیاز است. بسیاری از این چالش‌ها، زایش یافته از نوآوری‌های فناورانه هستند و می‌بایست مورد توجه فزاینده‌ای از سوی پژوهشگران علوم اجتماعی و انسانی قرار گیرند. هر چالش جهانی یک نقطهٔ عطف دارد که در آن نقطه می‌تواند ویرانگر و فشار آورنده باشد ولی بدون تردید همهٔ این چالش‌ها از اقدام کنش‌گرایانه، بحث و بررسی فرارشته‌ای، سود خواهند جست.

این چالش‌ها را می‌توان در حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی، فناوری، محیط زیست، فرهنگ و هنر و حاکمیت، طبقه‌بندی نمود(۶۸). این چالش‌ها با خود

[1] Ecological crisis

موارد حیاتی‌ای را گوشزد می‌کنند. از این رو، موضوعات تغییر اقلیم، عدم امنیت غذایی و آب، بحران پناهندگان، رخداد پاندمی‌ها، ناآرامی‌های اجتماعی و از دست دادن همبستگی اجتماعی و افزایش نرخ از دست دادن سلامت روانی (به ویژه در جوانان) از موارد غیرقابل اغماض و مورد توجه بسیار شدید کشورهای عضو سازمان ملل هستند(۶۹و۷۰). زیرا بسیاری از اهداف هفده‌گانه برای توسعهٔ پایدار، این چالش‌ها را نشانه‌گیری کرده‌اند و بی‌شک رشد و توسعهٔ علم، به ویژه علوم پایه، می‌تواند بسیاری از این اهداف را به منظور تعدیل اثرات ویرانگر چالش‌های جهانی، مورد هدف قرار دهد.

در واقع، هیچ هدف توسعهٔ پایدار واحدی نیست که به برون‌ده‌هایی از سوی علم، نیاز نداشته باشد. این اهداف توسعه‌ای به گونه‌ای تنظیم شده‌اند که به بسیج علم در تمامی سطوح در مقاطع میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای نیازمندند تا دانش لازم را خلق کرده و پایه‌هایی را برای عمل بنیان گذارند. از این رو، به نوآوری‌ها و فناوری‌ها برای پرداختن به این چالش (در هم‌اکنون و هم در آینده) نیاز می‌باشند(۷۱).

این توان و پتانسیل علم و فناوری در حوزه‌های علوم پایه است که می‌تواند ظرفیت‌های زاینده‌ای را برای پرداختن به چالش‌های سترگ کنونی مانند تأمین انرژی پاک، سلامت بهتر و فروکاستن از نابرابری‌ها، فراهم آورد(۷۲). به زبان دیگر، این علوم پایه است که در راستای نیل به توسعهٔ پایدار می‌تواند توسعهٔ انسانی، صلح و سلامت سیاره‌ای[1] را به ارمغان آورد(۷۳). در سلامت سیاره‌ای، مسائلی وجود دارد که می‌توان آن‌ها را در زمرهٔ مسائل جهانی طبیعی - اجتماعی[2] قرار داد (مانند مسائل زیست محیطی، مواد خام و انرژی، آلودگی‌ها، امنیت غذایی)(۷۴).

در گزارش هیأت مشاوره‌ای علمی به دبیرکل سازمان ملل، پیشنهاداتی مطرح شدند که حول محور علم در حل مسائل و چالش‌های سیاره‌ای بود.

[1] Planetary health
[2] Natural-Social

در یکی از این پیشنهادات چنین آمده است: *"علم می‌تواند یک تغییر دهندهٔ بازی در رویارویی با حتی فشار دهنده‌ترین چالش‌های جهانی باشد اگر که در تمامیت پتانسیلی‌اش در همهٔ این سه هنگامهٔ قاطع استفاده شود: درک کردن مسائل، تدوین سیاست‌ها و تضمین این که این سیاست‌ها به صورت مؤثری پیاده می‌شوند."*

"علم می‌بایست یک بخش یکپارچه و جدایی‌ناپذیر و نه یک افزودنی در همهٔ بحث‌های سیاستی باشد. علم می‌بایست در دستیابی به اهداف هفده‌گانهٔ توسعهٔ پایدار که توسط همهٔ کشورهای عضو سازمان ملل در سال ۲۰۱۵ پذیرفته شده‌اند، نقش کلیدی‌اش را ایفا نماید."

از دید این هیأت مشاوره‌ای، علم را نمی‌توان به عنوان یک علاقهٔ خاص یا حتی یک ابزار سودمند طبقه‌بندی نمود بلکه می‌بایست به عنوان بخش یکپارچه‌ای از هر ملاحظهٔ جدی برای چالش‌های رو در رو نگریست، سیاست‌های قوی‌ای که برای چیرگی بر این چالش‌ها و توسعهٔ راهبردها و فناوری‌های سازگارمند، نیاز خواهند بود.

این موارد در مطالعهٔ داخلی تحت عنوان «چالش‌های سطح بالای آیندهٔ انسانیت و سیاره»، مورد پردازش قرار گرفتند. جالب اینجاست که از هشت نگرانی علمی پیرامون آینده و سیارهٔ زمین عمدتاً همهٔ آن‌ها حول مسائل آب سالم، انرژی پاک، امنیت غذایی، علوم اقیانوسی، تنوع زیستی، مبارزه با بیماری‌های عفونی و مقاومت آنتی‌بیوتیکی بودند و از این رو، بر این تأکید شده بود که بخشی از GDP (۱- ۰/۲ درصد) بر علوم پایه سرمایه‌گذاری شود(۷۵).

تأکید این هیأت مشاوره‌ای بر علوم پایه و پرداختن به چالش‌های جهانی و نقش علم در رویارویی با این چالش‌ها نشان می‌دهد که چگونه علوم پایه می‌تواند اهداف هفده‌گانهٔ توسعهٔ پایدار ۲۰۳۰ را هدف خود قرار دهد و این پتانسیل سترگی است که دپارتمان‌های علوم پایه می‌توانند بر این بنیان به تدوین سیاست‌های لازم در این زمینه اهتمام بورزند. زیرا علم «به ویژه علوم پایه» همانند موسیقی‌ای است که پژواکی جهانی دارد. یعنی زبانی که

می‌توانیم به اشتراک بگذاریم و بهتر با یکدیگر ارتباط برقرار کنیم و مرزهای فرهنگی و ملی را پشت سر بگذاریم. برای مثال، در آزمایشگاه اروپا برای فیزیک ذرات در ژنو (CERN) بیش از ۱۰ هزار فیزیکدان از ۶۰ کشور گوناگون با یکدیگر کار می‌کنند و از یک شور و اشتیاق واحد و اهداف مشترکی الهام می‌گیرند. بر همین منوال نیز در دانشگاه‌ها، به ویژه دپارتمان‌های علوم پایه، اعضای هیأت علمی، دانشجویان و فارغ‌التحصیلان می‌توانند حول برنامه‌های مشترکی گرد هم آمده و به حل کردن مسائل جهانی، در فراتر از رشته‌ها، اندازه‌ها و جغرافیا بپردازند(۷۶).

ما در اینجا به چند گستره از چالش‌های جهانی اشاره می‌کنیم که علوم پایه در حوزهٔ پزشکی می‌تواند به آن‌ها بپردازد و بدین طریق در دستیابی به اهداف هفده‌گانهٔ توسعهٔ پایدار ۲۰۳۰ مشارکت نماید:

- ارائه خدمات سلامت و تندرستی، یک مسیر در راه برابری و توسعهٔ پایدار است که البته می‌تواند با خود چالش‌هایی را در آیندهٔ نزدیک به همراه آورد. زیرا به شدت با فناوری‌های نوین به ویژه فناوری‌های دیجیتالی و دیگر تغییرات بنیان برافکن در گستره‌های فناورانه آغشته می‌شود. همچنین ارائه مراقبت‌های سلامت بیش از پیش به یک کسب‌وکار فزایندهٔ جهانی تبدیل گردیده که در صدر آن‌ها نوآوری‌های بر پایهٔ DNA قرار دارد که منجر به بهبودی در پیش‌بینی، پیشگیری و پزشکی فردگرایانه[1] می‌شود. بحث آنالیز داده‌های بزرگ[2] در قلمروی سلامت ورود می‌نماید و پلتفورم‌های پزشکی از راه دور، پزشکی بازآفرینشی[3] و فزونی در انسان[4] در حال رخ دادن هستند. همهٔ این پیشرفت‌ها با خود فرصت‌های نوین همراه با بهبودی بخشیدن بر سلامت و تندرستی و افزایش طول عمر را به ارمغان خواهند آورد؛ امّا چالش عمده آن است

[1] Personalized medicine
[2] Big data
[3] Regenerative medicine
[4] Human augmentation

که چگونه بتوان همهٔ این دستاوردها را در اختیار عموم جامعه قرار دارد و همزمان از شکاف و نابرابری در ارائه خدمات سلامت جلوگیری کرد. چه کسی مسئولیت هزینه‌های سلامت و پیامدها را می‌پذیرد(۶۸). در اینجا است که باید این پرسمان را نیز داشته باشیم که اعضای هیأت علمی علوم پایهٔ پزشکی چگونه می‌توانند در خلق و ارائهٔ این نوآوری‌های بر پایهٔ DNA و فناوری‌های مرزشکن هیبرید ملکولی (به گونه‌ای که عدالت آفرین باشد و از شکاف طبقاتی جلوگیری کند)، مشارکت نمایند. چگونه آن‌ها می‌توانند در گسترش و اشاعهٔ سواد سلامت دیجیتالی به گونه‌ای که همگان بتوانند از آن بهره‌مند شوند، سهیم شوند. می‌دانیم بر پایهٔ نوآوری‌ها در فناوری‌های پزشکی، رباتیک، پروتزها و ریزپردازنده‌های سازگار با زیست[1]، انسان می‌تواند به فزونی خود بپردازد و پتانسیل‌های نهفته در خود را در آینده متجلی سازد. اما باز این گونه پیشرفت‌ها نیز با خود چالش‌های مهمی را به همراه خواهند آورد که پرداختن به این چالش‌های اخلاقی و فناورانهٔ موجود و طرح ابعاد نوین نابرابری و استرس‌های سونگرانه این فناوری‌ها از چالش‌هایی است که گستره‌ای جهانی دارند. این‌ها موضوعاتی هستند که علوم پایه می‌تواند در پرداختن به آن‌ها بسیار توانمند ظاهر شود. به همین منوال، می‌توان در مورد ویرایش ژنتیکی[2] و مهندسی ژنتیک نیز بحث نمود که ضمن به همراه داشتن پتانسیل‌های بزرگ در سودمندی، با پیامدها و چالش‌های فراوانی از دید اخلاقی و اکولوژیکی، توأم می‌شوند(۶۸).

- همان گونه که اشاره شد بیماری‌های عفونی و مقاومت آنتی‌بیوتیکی از چالش‌هایی هستند که جهان به دلیل افزایش اجتناب‌ناپذیر پدیدهٔ مقاومت پاتوژن‌ها به داروهای ضدمیکروبی با آن‌ها روبه‌رو است. افزون بر این، اشکال نوینی از پاتوژن‌ها مورد شناسایی قرار گرفته‌اند یا این که

[1] Bio-compatible microprocessors
[2] Genome-editing

هم‌اکنون پاتوژن‌های شناخته شده با ویژگی‌ها و خصوصیات جدیدی پدیدار شده‌اند. در نتیجه، در اینجا است که علوم پایه می‌تواند با ارائه رهیافت‌های نوین و شیوه‌های جدید درمانی بر اساس پژوهش‌های بنیادین، در مورد منشأ مقاومت آنتی‌بیوتیکی و هم پیرامون توسعهٔ آنتی‌بیوتیک‌های جدید یا جایگزین‌ها از منابع جدید وارد عمل شود و بدین طریق سلامت انسان و تندرستی او را فزونی دهد(۷۶).

- از علوم نوپدیدی که به شکل میان‌رشته‌ای بوده و حضور دانشمندان علوم پایه و مهندسی از رشته‌های گوناگون در آن بسیار برجسته می‌باشد بیولوژی سینتتیک است که با خود انبوهی از امکانات و کاربردهای بالقوه را حمل می‌نماید. در گزارش آکادمی سلطنتی مهندسی، بیولوژی سینتتیک را به صورت رشته‌ای که طراحی و مهندسی اجزاء[1]، ادوات[2] و سامانه‌ها[3] بر پایهٔ بیولوژی را هدف قرار داده است، تعریف شده است. بر پایهٔ این تعریف، می‌توان بیولوژی سینتتیک را به صورت کاربرد اصول منهدسی در سطح اجزاء اساسی و پایهٔ «بیولوژی» چکیده نمود. در تعریف دیگر، بیولوژی سینتتیک حاوی این ایده است که می‌توان از آن برای طراحی و ساخت سامانه‌های بیولوژیک استفاده کرد و اصول مهندسی را با هدف درک بیولوژی توسط تولید فناوری‌های بیولوژیک سودمند، به کار برد. در این منظر، در حالی که زیست فناوری به کاربرد مدارهای بیولوژیک کنترل شده در طراحی و تولید محصولات جدید تمرکز دارد، بیولوژی سینتتیک، فرصت‌های نوینی را در جهت معکوس ارائه می‌دهد (کاربرد مدارهای بیولوژیک مصنوعی جهت درک مسائل بیولوژیک بنیادی). این علم نوپدید در حوزهٔ علوم پایه بسیار بحرانی بوده و پتانسیل حل بسیاری از چالش‌های اجتماعی و جهانی را در خود نهفته

[1] Parts
[2] Devices
[3] Systems

دارد که به مثال‌هایی از اثرگذاری آن می‌پردازیم:

- **سلامت و تندرستی**: بیولوژی سینتتیک می‌تواند ذخیرهٔ در حال کاهش عوامل ضدمیکروبی نوین که در دسترس پزشکان است (مانند آنتی‌بیوتیک‌ها) را پر نماید. این دانش، طراحی منطقی آنتی‌بیوتیک‌های نوین و توسعهٔ راه‌حل‌های جدید مانند باکتریوفاژهای مهندسی شده را امکان‌پذیر می‌نماید.
- **انرژی و عملکرد بر اقلیم**: اتانول زیستی و دیزل زیستی در مقیاس تجاری هم‌اکنون با کمک ارگانیسم‌های توسعه یافته توسط بیولوژی سینتتیک در خط تولید می‌باشند. بهره‌وری عظیم‌تر و عملکردهای مهندسی شدهٔ نوین می‌تواند از اتکا به سوخت‌های فسیلی کاسته و همزمان نیز با کاربرد به عنوان مادهٔ خام در صنعت شیمیایی در کاهش گازهای گلخانه‌ای عمل کرده و توازن ایجاد نماید.
- **امنیت غذایی**: توسعهٔ ارگانیسم‌های تولید کنندهٔ سوخت زیستی فتوسنتز کننده می‌تواند رقابت را بین محصولات غذایی و انرژی کاهش دهند و همزمان واریته‌های محصولات جدید می‌توانند تغذیه را فزونی داده و خسارات برآمده از آفات و بلایای محیطی را کاهش دهند.
- **امنیت**: بیولوژی سینتتیک پتانسیل حمایت از ساخت مواد زیستی و شناساگرهای زیستی نوین را دارد.

هدف تحقیقاتی و کاربردی بیولوژی سینتتیک آن است که مسیرهای متابولیک را دستکاری نماید به گونه‌ای که واکنش‌های بیوشیمیایی را کنترل کرده و مواد شیمیایی‌ای را تولید کند که ارزش اقتصادی در گسترهٔ جامعه دارند (مانند تولید سوخت‌های زیستی، روغن‌ها، لاستیک و ترکیبات زیست پزشکی). همچنین امکان طراحی ارگانیسم‌های سینتتیک برای اهداف پاکسازی محیط زیست نیز وجود دارد. از سوی

دیگر، ارگانیسم‌های تغییر یافتهٔ ژنتیکی را می‌توان به عنوان حسگرهای زیستی طراحی کرد تا مواد شیمیایی سمّی را مورد شناسایی قرار داده و با متابولیزه کردن این ترکیبات سمّی به پاکسازی خاک و آب کمک کنند. از این رو، چنین می‌نماید که بیولوژی سینتتیک با خلق موارد بیولوژیک مشتری مدار، می‌تواند بر بسیاری از چالش‌های قرن بیست و یکم که انسان‌ها با آن‌ها رو در رو هستند، چیرگی یابد.

این چالش‌ها همان گونه که به آن‌ها اشاره شد، گستره‌های محیط زیست، انرژی، تولید غذا و سلامت را پوشش می‌دهند. بنابراین، بیولوژی سینتتیک، به صورت یک فناوری سکومانند عمل می‌نماید که می‌تواند در بحث تهدیدات آب و خاک، کاربردهای کشاورزی و محیط زیست که برای بقاء انسان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه و فقیر، از چالش‌های عمده محسوب می‌شوند، ورود نموده و کارایی را در حوزهٔ اقتصاد افزایش دهد. بارک اوباما، رئیس جمهور وقت آمریکا، این علم را به صورت یک فناوری سکویی بحرانی[1] عنوان کرد و دولت وقت انگلستان نیز آن را یکی از پایه‌های شتاب دهندهٔ رشد برای انگلستان مطرح نمود. بر اساس پیش‌بینی‌های موجود، بیولوژی سینتتیک از جمله دوازده فناوری بنیان برافکن و تحول برانگیز آینده است که زیست، کسب‌وکار و اقتصاد جهانی را متحول می‌سازد(۷۷).

از این رو، با این همه پتانسیل نهفته در بیولوژی سینتتیک برای رویارویی با چالش‌های جهانی کنونی و آیندهٔ نوع بشر، می‌بایست در دپارتمان‌های علوم پایهٔ پزشکی کشور سیاست‌هایی را برای تعالی این دانش که نقش بسزایی را در دستیابی به اهداف توسعهٔ پایدار بازی خواهد کرد تدوین نمود و اعضای علوم پایه در یک فعالیت میان‌رشته‌ای با حضور دانشمندان و پژوهشگران از حوزه‌های گوناگون مهندسی به تشکیل تیم‌های پژوهشی و کاربردی در این زمینه اقدام نمایند.

[1] Critical Platform Technology

- انسانیت هم‌اکنون با یک «بحران اکولوژیک» روبه‌رو است. در این بحران، زیست‌بوم‌هایی که انسان بر آن‌ها تکیه دارد مورد تهدید قرار گرفته‌اند. انتظار می‌رود که در سال ۲۰۳۰ جمعیت به ۸/۶ میلیارد نفر برسد و این جمعیت در سال ۲۰۵۰ نزدیک به ۱۰ میلیارد نفر خواهد شد که در توأمان با توسعه‌های اجتماعی و اقتصادی، تقاضای فزاینده‌ای را بر منابع طبیعی فرود می‌آورد. ما هم‌اکنون سلامت نسل‌های آینده را گرو گذاشته‌ایم و منابع را در ابعادی عظیم‌تر از آن که طبیعت بتواند باز جایگزین نماید مصرف کرده‌ایم و ما امروزه در جایی قرار داریم که «آنتروپوسن[1]» نامیده شده است.

برای کاهش گرم شدن جهانی به ۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد (همان گونه که در معاهدهٔ پاریس آمده است)، گسیلش‌های گازهای گلخانه‌ای می‌بایست تا ۴۵ درصد (از سطوح سال ۲۰۱۰) تا ۲۰۳۰ و صفر تا سال ۲۰۵۰ کاهش یابد. این را باید در نظر داشته باشیم که با ۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد گرم شدن (از ۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد به ۲ درجهٔ سانتی‌گراد)، انتظار می‌رود که با افزایش خطرات بر سلامت، امنیت غذایی، تأمین آب، امنیت انسانی و شرایط زندگی توأم باشد. تغییر اقلیم، می‌تواند رخداد سیل، امواج گرما و فاجعه‌های طبیعی را افزایش داده و موجب آسیب و بیماری شود و ممکن است مستقیماً بر تسهیلات مراقبت‌های سلامت نیز اثر گذارد(۶۷).

به وابستگی متقابل زیست‌بوم‌ها و سلامت آگاه هستیم که بی‌نظمی در این ارتباطات دوجانبه منجر به نابرابری‌های اجتماعی و زیست‌بومی شده و عدالت را هدف قرار می‌دهد؛ از این رو، برای کاستن از اثرات منفی زیست محیطی و نظام‌های سلامت، آموزش دادن افراد متخصص، ارائه دهندگان خدمات سلامت، سیاست‌گذاران و مردم پیرامون این «بحران اکولوژیکی»، بسیار ضروری می‌باشد. آموزش برای ارائهٔ مراقبت‌های

[1] Anthropocene

سلامت پایدار به تضمین نیروی کار سلامت (که در مورد وابستگی‌های دوجانبهٔ زیست‌بوم‌ها و سلامت آگاهمند بوده و دارای مهارت‌ها، ارزش‌ها و توانمندی‌های هدایت تغییر و بسیج کردن و برانگیختن توان به این تغییر دارند)، نیاز دارد (۶۷).

در راستای این رهیافت، آموزش دهندگان حرفه‌های سلامت (از جمله مدرسین علوم پایهٔ پزشکی) نیاز است که به تغییرات پیچیدهٔ وابسته به «بحران اکولوژیکی» و این که چگونه زندگی انسان‌ها و سلامت آن‌ها مستقیماً وابسته به جهان طبیعی است را برجسته نمایند. این گونه آموزش‌ها برای عمل در عرصهٔ مراقبت‌های سلامت پایدار با ارتقاء «سلامت سیاره‌ای[1]» هم‌افزایی می‌یابد و می‌تواند سلامت و پایداری محیط زیست را پیشرفت داده و از نابرابری‌ها بکاهد و «بازتابی» جمعیت به تغییرات زیست محیطی را تقویت کرده و بدین سان در آفرینش تندرستی برای جوامع مشارکت نماید و این در حالی است که همزمان حیات مداوم زیستمندان نیز تضمین می‌گردد.

برای نیل به این چشم‌انداز، مشارکت اعضای هیأت علمی علوم پایه بسیار ضروری است. آن‌ها باید در آموزش پیش‌بالینی دانشجویان در زمینهٔ موارد اکولوژیک و زیست محیطی، به عنوان یک فوریت برای توسعهٔ پایدار و برقراری پایداری در نظام‌های سلامت و ارائه مراقبت‌های سلامت پایدار، مشارکت کرده و به آن به عنوان وظیفهٔ ذاتی در برنامه‌های آموزشی خود بازتاب دهند. از این رو، یادگیری فرارشته‌ای که افراد را در فعالیت‌هایی که نیازمند تفکر نقادانه، ارتباطات، رهبری و مدیریت تغییر هستند درگیر می‌کند، بسیار ضروری می‌باشد. در همین جریان یادگیری است که جلب تجربیات فردی، تحریک به اکتشاف، تشویق به حل مسئله و تقویت نقش فراگیران در آیندهٔ شغلی‌شان در گسترهٔ سلامت فراهم می‌شود.

[1] Planetary health

سلامت سیاره‌ای و آموزش برای مراقبت‌های سلامت پایدار چندان گسترهٔ مهمی بوده است که انجمن آموزش پزشکی اروپا (AMEE)، بیانیه‌ای اجماعی مهمی را در این زمینه صادر کرده است مبنی بر این که چگونه برای مبارزه با تغییر اقلیم و کنش بر موارد زیست محیطی می‌توان مواد آموزشی را در برنامه‌های آموزش‌های کلاسیک جای داد تا اهداف توافقی هفده‌گانه برای توسعهٔ پایدار ۲۰۳۰، برآورده شوند. AMEE به صورت مفصل، فعالیت‌های مربوط به یادگیری، فرصت‌ها و رهیافت‌های ممکن ارزیابی که فراگیری بر پایهٔ عمل، فرارشته‌ای و درگیری ذی‌نفعان را برای اهداف مراقبت‌های سلامت پایدار در پیوست با محیط زیست می‌باشند را ارائه می‌دهد که برگرفته از «مرکز مراقبت‌های سلامت پایدار» و «راهنمای شبکهٔ راه‌حل‌های توسعهٔ پایدار ۲۰۲۰» هستند(۶۷).

یکی از فعالیت‌های بسیار ساده و با پیامدهای مثبت اثرگذار، تشکیل تیم‌های فرارشته‌ای از دانشجویان توسط اعضای هیأت علمی علوم پایه برای مشارکت در پروژه‌های کوچک زیست محیطی است. برای مثال، در مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس وابسته به دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، با مشارکت اعضای هیأت علمی مراکز تحقیقاتی در گستره‌های زیست فناوری و علوم پایه، دانشجویان و دانش‌آموزان برای آموزش‌های زیست محیطی فراخوانده شدند و این تیم‌ها داوطلبانه به کاشت درخت دریایی حرا در کرانه‌های خلیج فارس اقدام نمودند و چند ده هکتار از سواحل مورد تهدید خلیج فارس را با پوشش سبز این گیاه آراسته کردند. بیل گیتس در آخرین کتاب خود به اهمیت کاشت درختان حرا اشاره کرده و آن را کارسازترین راهکار برای مقابله با تغییرات اقلیمی و گرم شدن زمین معرفی نموده است(۷۸).

این دانشجویان و اعضای هیأت علمی نه تنها در این فعالیت زیست محیطی مشارکت کردند بلکه به تدوین پروژه‌های تحقیقاتی در زمینهٔ

اثربخشی کاشت این گیاه در کاهش اثرات منفی «مواد شیمیایی برهم زنندهٔ اندوکرین[1]»، استخراج مواد فعال زیستی از درخت حرا، بررسی اثر پالایندگی آن بر میکروپلاستیک‌ها نیز پرداختند و بدین سان نه تنها در راه توسعهٔ پایدار در ابعاد زیست محیطی مشارکت نمودند بلکه هم‌اکنون نویدگر عرصه‌های نوین پروژه‌ها و پژوهش‌های زیست محیطی در پیوست با سلامت انسان شده‌اند. بخشی از این امید می‌تواند کاربرد توالی‌یابی DNA برای آنالیز گستره‌ای از میکروارگانیسم‌ها در محیط‌های سالم و آسیب دیده باشد. این ارگانیسم‌ها بنیان زنجیرهٔ غذایی بوده و جابه‌جایی در جمعیت آن‌ها در نهایت از طریق محیط زیست، تغییراتی را فرود خواهند آورد. بخشی دیگر شامل توسعهٔ فعالیت‌های مربوط به تصویربرداری‌ها و سامانه‌های تشخیصی است که بلادرنگ تغییرات موجود در زیست‌بوم‌ها را گزارش می‌کنند. با گذشت زمان، سنتز این اطلاعات می‌تواند بینش‌های چشمگیری را که کنش‌گرا برای حفظ و نگهداری زیست‌بوم‌ها هستند، فراهم سازد(۷۹).

ما در اینجا فقط به چند نمونه اشاره کردیم ولی بی‌شک مثال‌های فراوان دیگری نیز وجود دارند که با مشارکت اعضای هیأت علمی علوم پایه، آن‌ها می‌توانند در مسیر حل مسائل و چالش‌های جهانی ورود نموده و در برقراری توسعهٔ پایدار و نیل به اهداف هفده‌گانهٔ توسعهٔ پایدار ۲۰۳۰، سهیم شوند؛ به این منظور می‌توان راهکارهایی را مدنظر قرار داد:

۱) اعضای هیأت علمی علوم پایه باید آموزش برای مراقبت‌های سلامت پایدار شامل «سلامت سیاره‌ای» را به عنوان یک موضوع فرارشته‌ای در برنامهٔ آموزشی خود لحاظ نمایند.

۲/ با تشکیل تیم‌های میان‌رشته‌ای و با مشارکت دانشجویان برای رویارویی با تغییرات اقلیمی و «بحران اکولوژیکی»، رهبری میان‌رشته‌ای را برای

[1] EDC, endocrine disrupting chemicals

اقدام در گسترهٔ «سلامت سیاره‌ای» و «بوم - اخلاقی[1]» بر عهده بگیرند.

۳/ توسعه و خلق نوآوری‌ها در گسترهٔ دانش نوپدید «بیولوژی سینتتیک» را با مشارکت فعال پژوهشگران علوم پایه مدنظر قرار دهند.

۴/ پژوهندگان علوم پایه در خلق، اشاعه، بومی‌سازیِ دانش‌ها و فناوری‌های همگرا که مراقبت‌های سلامت در پیوست با چالش‌های جهانی را هدف قرار می‌دهند، درگیر شوند.

۵/ فراورده‌های زیست فناورانه و بیولوژی سینتتیک را باید به سوی حل مسائل و چالش‌های جهانی سوق دهند و در بازمهندسی آن‌ها برای ایجاد زیست‌بوم پایدار در مراقبت‌های سلامت، امنیت غذایی، انرژی پاک و عملکرد بر اقلیم تلاش نمایند.

۶/ در تربیت نسل جوان پژوهشگر میان‌رشته‌ای آینده که با چالش‌های جهانی آشنایی دارد، تلاش کنند.

۷/ در پیوند میان اکتشاف، نوآوری و کارآفرینی برای مقابله با چالش‌های جهانی به تدوین سیاست‌گذاری و نهادسازی اهتمام بورزند.

۸/ به مسائل پیچیدهٔ سلامت سیاره‌ای شامل تأمین غذا، آب، انرژی و کاربرد برابرانهٔ آن‌ها و رشد جمعیت توجه نمایند.

۹/ دانشمندان علوم پایه باید تنوع زیستی، گرم شدن زمین، اسیدی شدن اقیانوس‌ها، بیماری‌های نوپدید و مقاومت آنتی‌بیوتیکی را در پروژه‌های تحقیقاتی خود به منظور حفظ توسعهٔ پایدار، مدنظر قرار دهند.

[1] Eco-ethical

فصل ششم

علوم پایه

منبعی برای گفتمان بین‌المللی و صلح

افزون بر این که علوم پایه می‌تواند در برآورده ساختن اهداف هفده‌گانهٔ توسعهٔ پایدار برنامهٔ ۲۰۳۰ مشارکت کند و به شکل‌دهی علم شهروندی و پیوند علم و جامعه یاری نموده و نتایج پژوهش‌های بنیادین را از دید اجتماعی مقبول‌تر نماید و تدوین سیاست‌ها در سطح جامعه بر بنیان دانش بر پایهٔ شواهد را امکان‌پذیر نماید(۸۰و۸۱)، با ساماندهی به گفتمان در حمایت از دیپلماسی و صلح نیز می‌تواند مشارکت نماید(۳۳). این خود برخاسته از «اهداف ارتباط علمی[1]» است که در ذات و ماهیت علم قرار دارد.

«اهداف ارتباط علمی» شامل آگاهی همگانی از علم، مشارکت مردم در علم، درگیر شدن مردم با علم و درک عموم از علم می‌باشد. «گفتمان[2]» از «ابزارهای ارتباط علمی[3]» می‌باشد. برای مثال، در گسترهٔ ارتباط سلامت، از گفتمان به صورت کارآمدی در ارتقاء سلامت و آموزش سلامت به عنوان «عرضیت ارتباط علمی» استفاده می‌شود؛ همچنین ابزار گفتمان برای ارتباط دانشمندان حوزهٔ سلامت و مردم در معرفی فناوری‌های نوین که اثر عظیمی بر جامعه فرود می‌آوردند (مانند مهندسی ژنتیک و ویرایش ژن یا مواد غذایی جدید) به کار برده می‌شود(۸۲).

در واقع، «ارتباط علمی» بخش ضروری و جدایی‌ناپذیر از «انجام علم و خلق دانش» است؛ البته در هزارهٔ جدید، ارتباط علمی یک سویه و از جانب دانشمندان به سوی مردم نیست و از مدل خطی انتقال دانش به مفهوم

[1] Science communication goals
[2] Dialogue
[3] Science communication instruments

«ارتباط علمی» که از مدل‌های گفتمانی - مشارکتی پیروی می‌کند، یک جابه‌جایی رخ داده است. در مدل‌های جدید، درگیر شدن مردم با علم و فناوری بیشتر شده است که شامل گفتمان با و مشارکت توسط مردم در بحث‌های علمی است؛ به زبان دیگر به جای فقط به مردم نتایج پژوهش‌ها و دستاوردهای علمی را گفتن این رهیافت به برهم‌کنش میان مردم و مشارکت آن‌ها در فرایندهای تولید دانش می‌پردازد که نمود آن را می‌توان در «علم شهروندی» یافت نمود که در فصل پیش به آن پرداختیم.

در واقع، «علم شهروندی» یک چهارچوب مفهومی برای پیاده‌سازی عملی نیاز به «گفتمان» و تبادل در مقولهٔ «ارتباط علمی» است و بدین گونه تولید دانش به فضای «آکادمیک - نهادی» منحصر نگردیده و ماهیتی فرارشته‌ای، ناهمگنی و موقعیتی می‌یابد(۸۳). گسترهٔ گفتمانی ارتباط علمی از جامعه می‌تواند به فراتر نیز رفته و ماهیت میان جامعه‌ای، فرامرزی، میان‌تمدنی یا بین‌المللی پیدا کند. از لزوم توسعه دادن به یک هنر گفتمانی علمی میان ملل به عنوان ابزاری ضروری جهت فرهنگ پایدار صلح در جهان بحث شده است؛ بدین سان می‌توان اتحاد و یگانگی میان ملل را در عین وجود تکثر فراهم نمود. جالب است که آخرین پیشرفت‌ها در علم نیز گواه دهندهٔ ترویج اندیشهٔ یکتایی میان جهان‌های کوچک و بزرگ[1] است و هر چقدر ما در واقعیت کوانتومی جهان فیزیکی نیز سیر می‌کنیم بیشتر به درک یکتایی‌ای که متکثر است پی می‌بریم(۸۴).

با این ایدهٔ گفتمانی است که حرکت از تکثر به سوی یکتایی می‌تواند رخ دهد که نمونه آن را می‌توان در گفتمان مؤثر میان علم و امور بین‌المللی مشاهده کرد که ماحصل آن تبادل دیدگاه‌ها و یکپارچه‌سازی بیشتر علم در فرایندهای تصمیم‌گیری ملی و جهانی است که بی‌شک همگان از آن بهره‌مند می‌شوند(۸۵). نمود این گفتار را می‌توان در ظهور و ورود «فناوری‌های نوین با سطح بالا» مشاهده نمود. برای مثال، پیشرفت‌های بالقوهٔ هوش مصنوعی و

[1] Microcosm and macrocosm

اثرگذاری آن بر زندگی‌ها و حیات مردمان در سراسر جهان بسیار چشمگیر می‌باشد که شامل کاربرد هوش مصنوعی در تغییرات اقلیمی، امنیت غذایی و حمایت از مراقبت‌های سالمندی و ارائه مراقبت‌های سلامت می‌باشد؛ امّا این فناوری با خود امکان تقویت در شکاف اجتماعی و اثرگذاری بر پیکرهٔ جامعه (به ویژه جوامع حاشیه‌ای) را دارد. از این رو، تولیت آگاهمندانه در توسعهٔ هوش مصنوعی بسیار مهم است.

بنابراین، مشارکت سرمایه‌گذاران، شرکت‌ها، دولت‌ها، پژوهشگران و مردم برای خلق یک چشم‌انداز برای توسعهٔ هوش مصنوعی که سودمند برای جامعه بوده و عمل جمعی را در سراسر بخش‌های مردمی و خصوصی پیشرفت می‌دهد، ضروری می‌باشد. با تعریف نمودن چالش‌های جهانی‌ای که هوش مصنوعی می‌تواند در آن‌ها کاربرد بیابد و توسعه دادن به ساختارهای گفتمانی میان کشورها و جوامع تحقیقاتی، بخش‌های کسب‌وکار، دولت‌ها و پژوهشگران می‌توانند هوش مصنوعی را برای سودمند نمودن جامعه توسعه دهند(۸۶). به زبان دیگر، این دوباره نقش گفتمان است که می‌تواند پیشرفت‌های علمی دارای سطح بالای فناوری را در گسترهٔ جامعه شتاب بدهد و از اثرات حاشیه‌ای و ایجاد کنندهٔ شکاف اجتماعی در بهره‌برداری از آن نیز فرو بکاهد.

بر همین اساس، هیأت مشاورهٔ علمی در گزارش رسمی خود به دبیر کل سازمان ملل این گونه عنوان کرده است:

> *"برای پرداختن به چالش‌های بزرگ جهانی، سازمان ملل باید همکاری‌های گسترده‌تر جهانی را ارتقاء دهد و استفاده از شبکه‌های علمی بین‌المللی را تشویق کند و مسیرهایی را برای علم جهت آگاه نمودن و پیاده‌سازی سیاست‌ها تدوین نماید."*

این به معنای گسترش گفتمان‌های دانشی از طریق ایجاد شبکه‌های بین‌المللی علمی در فراتر از ماهیت ضروری «علم» است زیرا در هنگامی که تنش‌ها میان ملت‌ها بر می‌خیزد، رهبران آن‌ها اگر شواهد علمی را درک کرده

و بر پایهٔ این شواهد برای یافت ریشه‌های علل این تنش‌ها توافق بیابند، بسیار بهتر پاسخ خواهند داد(۷۵).

در واقع، همان گونه که نگرانی‌های جامعه برای آینده‌اش یک مسئلهٔ مهمی است، نقش گفتمانی علم و جامعه در پاسخگویی و ایجاد مسئولیت مشترک در برابر چالش‌های جهانی مانند تغییرات زیست محیطی، بسیار برجسته‌تر می‌شود(۸۷). پیدایی این چالش‌های جهانی و ظهور فناوری‌های نوپدید بحرانی، از هوش مصنوعی گرفته تا ویرایش ژنی، پرسش‌های مهمی را برای دیپلماسی گشایش نموده است و دیپلمات‌ها را به آنجا کشانده است تا از چرخه‌های سنتی سیاست خارجی به گفتگو با علوم طبیعی، علوم اجتماعی، پزشکی و مهندسی بپردازند و به حمایت از بنیان گذاشتن نهادهای چندجانبه که برای چالش‌های قرن بیست‌ویکم تناسب دارند، بپردازند چرا که علم از طریق ایجاد همکاری‌های بین‌المللی پژوهشگران، ستون فقرات چندجانبه‌گرایی را سامان می‌دهد. برای همین منظور، واژهٔ «دیپلماسی علمی[1]» ابداع گردیده است.

رابطهٔ دوجانبه علم و دیپلماسی را می‌توان به صورت‌های زیر ترسیم نمود:

۱) دیپلماسی برای علم[2]: استفاده از کنش دیپلماتیک برای تسهیل همکاری‌های علمی بین‌المللی مانند تبادل نظر بر سر توافق‌های R&D و برنامه‌های تبادلی یا امکان ایجاد زیرساخت‌های بین‌المللی تحقیقاتی؛

۲) علم برای دیپلماسی[3]: به کار بردن علم به عنوان یک قدرت نرم جهت پیشرفت اهداف دیپلماتیک؛ برای مثال جهت ساخت پل ارتباطی میان ملل و ایجاد حسن نیت که بر اساس آن ارتباطات دیپلماتیک را می‌توان سامان داد.

---

[1] Scientific Diplomacy
[2] Diplomacy for science
[3] Science for diplomacy

۳) علم در دیپلماسی[1]: حمایت مستقیم از فرایندهای دیپلماتیک از طریق علم، برای مثال با ارائه شواهد و پیشنهادها جهت آگاهمند نمودن و حمایت از تصمیم‌سازی در سیاست‌های خارجی و امنیتی(۸۸)

آنچه که ما در این بخش از نوشتار به آن توجه داریم مورد دوم است یعنی «علم برای دیپلماسی» که می‌تواند علوم پایه را همچون ابزاری برای دیپلماسی علمی مطرح نماید که یک معنای آن استفاده کردن از همکاری‌های علمی برای بهبودی بخشیدن به روابط بین‌المللی میان کشورها است. به زبان دیگر، همکاری‌های بین‌المللی می‌تواند سودمندی‌های غیرعلمی‌ای را از طریق ظرفیتش برای اعمال نیروهای بیرونی مثبتی همچون درک بهتر میان مردم و کشورها و آرام نمودن تنش‌های سیاسی بین‌المللی خلق نماید. بر پایهٔ چنین سودمندی‌هایی است که دیپلمات‌ها از توان بالقوهٔ دیپلماتیک همکاری‌های علمی بین‌المللی بهره‌مند می‌شوند و دیدی مثبت‌گرایانه نسبت به آن دارند(۸۹).

با این وجود، باید دانست که علم و دیپلماسی، حوزهٔ فعالیت‌های گوناگونی از خود دارند. علم با قطعیت‌ها سروکار دارد و در جستجوی دانش کامل است ولی دیپلماسی در شرایط عدم قطعیت و دانش ناکافی عمل می‌کند. باید یک تمایزی نیز میان مسائل علمی و فنی با مسائل هم‌ردهٔ سیاسی و ژئوپلیتیکی قائل شد، که این دومی در دامنهٔ کار دیپلمات‌ها قرار می‌گیرد. از این رو، این عملکرد دانشمندان و دیپلمات‌ها است که می‌تواند در شکل‌دهی به دیپلماسی علمی به کار آید و در تکامل علم و فناوری در صحنهٔ عمل دیپلماسی و روابط بین‌الملل عمل نماید(۹۰).

عملکرد کامل «دیپلماسی علمی» می‌تواند از میزان تنش‌های سیاسی موجود بین کشورها فرو بکاهد و در درک متقابل میان مردم، بهبودی حاصل کند و نظم و کار بین‌المللی به سوی برآورده ساختن منافع مشترک را فزونی

[1] Science in diplomany

دهد زیرا همکاری‌های بین‌المللی علمی و ارائه پیشنهادهای برجستهٔ علمی در سیاست‌گذاری، مسیرهای برجسته‌ای برای نیل به این اهداف قلمداد می‌شوند. آن چه مورد نیاز است مفهوم‌سازی دیپلماسی علمی است که به تعدیل ایده‌آلیسم علمی و رئالیسم دیپلماسی، همکاری بین‌المللی برای اهداف مشترک و رقابت برانگیخته شده برای منافع ملّی، می‌پردازد. عمدتاً برای چنین توانی است که «دیپلماسی علمی» را می‌توان به کار بردن همکاری‌های علمی جهت کمک به ایجاد پل‌های ارتباطی و فزونی دادن روابط در میان و در درون جوامع در زمینه‌های کاری‌ای که سازوکارهای دیگری در سطح رسمی برای آن‌ها وجود ندارد، تعریف نمود. در تعریفی دیگر، «دیپلماسی علمی» را کاربرد همکاری‌های علمی در میان ملل برای پرداختن به مسائل مشترکی که رو در روی انسانیت قرن بیست‌ویکم است تعریف کرده‌اند تا بدین طریق بتوان مشارکت‌های بین‌المللی سازنده را برپا داشت.

ایدهٔ مرکزی «دیپلماسی علمی» این است که ظرفیت برقراری نظم بین‌المللی بهتر را دارد. زیرا با «ارزش‌های علمی» و جهان‌شمولی خاصش، دانشمندان می‌توانند به عنوان میانجی‌گران در برقراری صلح عمل کنند و به واسطه به کار بردن زبان غیرایدئولوژیک و خنثی آن به تفاوت‌های بین‌المللی سیاسی (در زمانی که کانال‌های دیپلماتیک معمولی وجود ندارند و یا مسدود شده‌اند)، بپردازند. ایجاد «سازمان اروپایی پژوهش‌های هسته‌ای (CERN)» در سال ۱۹۵۴، ایجاد «انیستیتو بین‌المللی آنالیز سیستمی کاربردی» در سال ۱۹۷۲، پروژهٔ آزمایشی آپولو - سایوز[1] در سال ۱۹۷۵ و سینکروترون نور (SESAME) در خاورمیانه در سال ۲۰۱۷، نمایی از نقش نرم‌سازی در روابط بین‌المللی می‌باشد که نشان می‌دهد روابط علمی میان ملل امکان‌پذیر بوده و می‌تواند تنش‌های سیاسی میان کشورها را کاهش دهد و همهٔ این‌ها در سایهٔ ارزش‌ها و زبان خاص غیرایدئولوژیک و خنثی نهفته در دیپلماسی علمی است(۸۹).

[1] Apollo-Soyuz Test Project (ASTP)

بر پایهٔ همین توان موجود در علم و فناوری است که دیپلماسی علمی می‌تواند در برپایی صلح میان ملل جهت پیشرفت اقتصادی - اجتماعی و گفتمان سازنده عمل نماید. در واقع، علم و فناوری (به ویژه علوم پایه)، چهار توانمندی ذاتی دارد که در برپایی صلح و گفتمان سازندهٔ میان ملل می‌توانند به کار آیند:

۱) دانش علمی

۲) فرایند علمی (روش)

۳) کاربردپذیری برای خدمت (فناوری)

۴) طرز تفکر و نگرش آن (تجزیه‌وتحلیل منطقی مسئله)

می‌توان چنین برداشت نمود که این اجزاء ذاتی علم و فناوری می‌توانند در چندین کنش در برقراری صلح سودمند باشند(۹۱). در فراتر از این چهار جزء ذاتی در فلسفهٔ علم می‌توان از ساختار رهیافت‌های فناوری‌های نوین «امیکس‌ها[1]»، «داده‌های پیوند یافته[2]» و «چند لایه‌ای[3]» بهره جست و بدین سان دیپلماسی آیندهٔ علمی را نیز «نسخهٔ دوم دیپلماسی علمی[4]» نامید که در این نسخهٔ دوم، با ارتقاء تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و فراداده‌ها[5]، پایهٔ کار علمی فرارشته‌ای سامان یافته و می‌توان بدین طریق حتی به تجسم اولویت‌های جهانی و محلی نیز پرداخت(۹۲).

پیش از شکل‌یابی «نسخهٔ دوم دیپلماسی علمی»، نسخهٔ اول آن در کشورهای پیشرفته مانند آمریکا، ژاپن، روسیه، چین و انگلستان جاری بود و اکثر کشورها نیز اخیراً به سوی «دیپلماسی علمی» گرایش یافته‌اند. کشورهای آرژانتین، برزیل، هندوستان، مکزیک، پاناما، اسپانیا، آفریقای جنوبی و اتحادیهٔ اروپا، اخیراً علم و فناوری و نوآوری را در ساختار آموزش

[1] Omics
[2] Linked-data
[3] Multi-layered
[4] Diplomacy 2.0
[5] Meta-data

دیپلماتیک خود گنجانده‌اند(۹۳).

در کشور عزیزمان، دانشمندان دپارتمان‌های علوم پایه می‌بایست «دیپلماسی علمی» را به عنوان گستره‌ای رشد یابنده از مطالعه و عمل در نظر بگیرند که در جستجوی درک و ارتقاء پیوندها میان علم، فناوری و امور بین‌المللی برای پرداختن به چالش‌های ملّی و جهانی می‌باشد. بر اساس چنین باوری، راهکارهای زیر را می‌توان در راه پیاده‌سازی دیپلماسی علمی برای گفتمان بین‌المللی و برپا داشتن صلح جهانی مدنظر قرار داد:

۱/ در نظر گرفتن علوم پایه به عنوان یک ظرفیت سترگ بالقوه در ساماندهی در زمینهٔ همکاری‌های بین‌المللی و ساخت یک جامعهٔ علمی؛

۲/ آشنایی با حاکمیت جهانی علمی[1]؛

۳/ تلاش در راه تأسیس بنیادهای بین‌المللی علمی و عقد قراردادهای بین‌المللی علم‌محور؛

۴/ خلق زیرساخت‌های پژوهشی بزرگ بین‌المللی (برای پرداختن به موارد حاکمیت علمی، دیپلماسی علمی، دسترسی آزاد[2] و علم باز[3])؛

۵/ تلاش به مفهوم‌سازی و تدوین مسیر علم، فناوری و نوآوری به سوی «نوآوری مسئولیت‌آور[4]»؛

۶/ معرفی ظرفیت‌سازی علوم پایه برای انتقال دانش و فناوری به عنوان یک کالای عمومی و جهانی (در برابر ایدهٔ کالای خصوصی)؛

۷/ تدوین آموزش مهارت‌های گفتمانی برای دانشمندان، دانشجویان و فارغ‌التحصیلان علوم پایه جهت برقراری تماس و گفتگوهای بین‌المللی و راه‌اندازی شبکه‌ها، مشارکت‌ها و اتحادیه‌های علمی

---

[1] Global scientific governance
[2] Open access
[3] Open Science
[4] Responsible Innovation

جهانی برای پرداختن به چالش‌های جهانی؛

۸/ برقراری پل ارتباطی و مهیا ساختن مسیرهای تماس دانشمندان گسترهٔ علوم پایه با دیپلمات‌ها؛

در نخست برای به دست آوردن پیشگامی در راه دیپلماسی علمی می‌توان به ساخت یک مرکز فراملی در مقیاس منطقه‌ای برای همکاری‌های علمی در گسترهٔ علوم پایه در کشور اقدام نمود که مکان گفتمانی میان دانشمندان این عرصه با دیپلمات‌ها و نمایندگان مردمی در حوزه‌های گوناگون از کشورهای منطقه بوده و در این قالب به تدوین و اجرای «ابرپروژه‌های بزرگ» پیشگامانهٔ علمی پر هزینه در عرصه‌های دانش مرزشکن اقدام نمود.

منابع

1. Elliot J. An Introduction to Sustainable Development. 3rd Edition, London:Routledge, 2006.
2. Klarin, Tomislav. "The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues" Zagreb International Review of Economics and Business, vol.21, no.1, 2018, pp.67-94.
3. Kates W. Robert, Thomas M. Parris & Anthony A. Leiserowitz (2005) What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice, Environment: Science and Policy for Sustainable Development, 47:3, 8-21.
4. Weiland, Sabine & Hickmann, Thomas & Lederer, Markus & Marquardt, Jens & Schwindenhammer, Sandra. (2021). The 2030 Agenda for Sustainable Development: Transformative Change through Sustainable Development Goals?. Politics and Governance. 9. 90-95.
5. United Nations. The list of 17 sustainable development goals and 169 targets. (https://www.un.org/sustainabledevelopment).
6. United Nations (2015) Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development (https://www.un.org/sustainabledevelopment).
7. Dalrymple, Dana. (2005). Scientific knowledge as a public good. Scientist (Philadelphia, Pa.). 19. 10-10.

۸. نبی‌پور ا. اقتصاد دانایی محور. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، ۱۳۸۷.۸.

9. Oliveira, M. B. de. (2014). Technology and basic science: the linear model of innovation. Scientiae Studia, 12(spe), 129-146.

10. What are the basic sciences and why does ISP support. them?https://www.isp.uu.se/digitalAssets/862/c_862326-l_1-k_isp-basic-sciences-definition-final.pdf.

11. Philip Barrett, Niels-Jakob Hansen, Jean-Marc Natal, Diaa Noureldin. Why Basic Science Matters For Economic Growth. IMF BlOG, October 6, 2021.

12. Smith, Christopher. (2010). What's the use of basic science? (https://cds.cern.ch/record/388110?ln=en).

13. AAMC. Basic Science (https://www.aamc.org).

14. International Science Council. Science and society in transition. (https://council.science/wp-content/uploads/2020/06/202110_ISC-Action-Plan_ONLINE-PRINT.pdf).

۱۵. شواب کلوس. انقلاب صنعتی چهارم. ترجمه ایرج نبی‌پور. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، ۱۳۹۶.

۱۶. نبی‌پور ا. علوم غدد آینده و فناوری‌های همگرا. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، ۱۴۰۰.

۱۷. نبی‌پور ا. فناوری‌های همگرا و آیندهٔ داروسازی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، ۱۳۹۹.

۱۸. نبی‌پور ا همگرایی علم و فناوری، رهیافتی به دانشگاه نسل سوم. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، ۱۳۹۸.

۱۹. نبی‌پور ا. دانشگاه نسل سوم در انقلاب صنعتی چهارم. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر،۱۳۹۷.

۲۰. نبی‌پور ا. پیش‌نویس نقشهٔ راه فناوری‌های همگرا در دانشگاه‌های علوم پزشکی برای کسب مرجعیت علمی. مجله فرهنگ و ارتقای سلامت (فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران)، سال سوم شمارهٔ ۱ (پیاپی ۵، بهار ۱۳۹۸): ۷۹-۶۵.

۲۱. نبی‌پور ا. دانشگاه نسل پنجم. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، ۱۳۹۸.

22. Radovanovic, Bojana. (2011). Human development index as a measure of human development. Filozofija i drustvo. 22. 193-208.

23. Human Development: Meaning, Objectives and Components (http://www.economicsdiscussion.net/human-development/human-developmentmeaning-objectives-and-components/11754).

24. UNDP. Explore HDI (https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI).

25. UNDP. Human development Report 2021/2022. Uncertain Times, Unsettled Lives: Shaping Our Future in a Transforming World (https://www.undp.org/egypt/publications/human-development-report-2021-22-uncertain-times-unsettled-lives-shaping-our-future-transforming-world).

26. Özçatalbaş, Orhan. (2017). Human Development and Research-Development-Extension Relationships. Research and Development Evolving Trends and Practices - Towards Human, Institutional and Economic Sectors Growth. 10.5772/intechopen.69096.

27. Miller, Jon D. “Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review.” Daedalus 112, no. 2 (1983): 29–48.

28. Aikenhead, G.S., Orpwood, G., & Fensham, P. (2011). Scientific literacy for a knowledge society. In C. Linder, L. Ostman, D.A. Roberts, P-O. Wickman, G. Erickson, & A. MacKinnon (Eds.), Exploring the landscape of scientific literacy (28-44). New York: Routledge, Taylor and Francis Group.

29. Raven PH. Science, Sustainability, and the Human. Science 2002;297:954-958.

30. Marincola, E. Why is public science education important?. J Transl Med 4, 7 (2006).

31. Pea R, Collins A. Learning how to do science education: Four waves of reform (https://web.stanford.edu/~roypea/RoyPDF%20folder/A146_Pea_Collins_DECIDE_Book.pdf).

32. Prillaman M. Billions more for US science: how the landmark spending plan will boost research. Nature. 2022 Aug;608(7922):249.

33. IYBSSD2022. International Year of Basics Sciences for Sustainable Development (https://www.iybssd2022.org/en/home/).

34. Kwok, S. (2018). Science education in the 21st century. Nature Astronomy, 2(7), 530-533.

۳۵. دانشگاه شهید بهشتی. گزارش آیین افتتاحیه سال بین‌المللی علوم پایه برای پیشرفت پایدار.
(https://www.sbu.ac.ir/fa/web/presidency/w/).

۳۶. خبر آنلاین. کدام کشورها در آموزش علوم پایه سرآمدند؟ رتبه ایران چند است؟
(https://www.khabaronline.ir/photo/41633).

۳۷. خبرگزاری ایسنا. چرا حال رشته‌های علوم پایه در ایران خوب نیست؟
(https://www.isna.ir/news/1401042718582).

38. Sawyer K. Optimising learning: Implications of learning sciences research (https://www.oecd.org/site/educeri21st/40554221.pdf).

39. Samaraskera, Dujeepa. (2010). Role of Basic Sciences in 21st Century Medical Education: Asian Perspective. International Journal of Medical Science Educators.

40. Guzikova, Liudmila. (2018). What Do We Expect From

Basic Science?. 1283-1294. 10.15405/epsbs.2018.12.02. 138.

41. Yin, Yian and Dong, Yuxiao and Wang, Kuansan and Wang, Dashun and Jones, Benjamin F., Science as a Public Good: Public Use and Funding of Science (May 1, 2021). Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3837737 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3837737.

42. SCIENCE POPULARIZATION: Tools and strategies to communicate effectively (https://www.discog.unipd.it/sites/discog.unipd.it/files/Science%20popularization%202016%20%281%29-5_1.pdf).

43. Popularization of Science. Nature 139, 578–579 (1937) (https://www.nature.com/articles/139578d0).

44. Cornelis GC. Is Popularization of Science Possible? The Paideia Archive: Twentieth World Congress of Philosophy 37:30-33 (1998).

45. Massarani, Luisa & Moreira, Ildeu. (2004). Popularization of science: Historical perspectives and permanent dilemmas. Quark; Núm.: 32. 32.

46. Danilina, Y.V. Science Popularization as an Element of Innovative Communications. Sci. Tech. Inf. Proc. 49, 21–29 (2022).

47. Geng, Yuqing & Yan, Yan. (2021). Higher education and science popularization: Can they achieve coordinated growth?. PLOS ONE. 16. e0256612. 10.1371/journal.pone.0256612.

48. Haklay, Muki & Dörler, Daniel & Heigl, Florian & Manzoni, Marina & Hecker, Susanne & Vohland, Katrin. (2021). What Is Citizen Science? The Challenges of Definition. 10.1007/978-3-030-58278-4_2.

49. What is citizen science? (https://eu-citizen.science/).

50. Pazoki R, Nabipour I, Seyednezami N, Imami SR. Effects of a community-based healthy heart program on increasing healthy women's physical activity: a randomized controlled trial guided by Community-based Participatory Research

(CBPR). BMC Public Health. 2007 Aug 23;7:216. doi: 10.1186/1471-2458-7-216.

51. Citizen Science - science by and for the people (https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/citizen-science-science-and-people).

52. California Academy of Sciences. Citizen science toolkit. (https://www.calacademy.org/sites/default/files/assets/docs/pdf/cascitizensciencetoolkit_jd_edits_2019_03_v3.pdf).

53. European Commission. In Depth Report: Environmental Citizen Science (https://environment.ec.europa.eu/research-and-innovation/science-environment-policy_en).

54. CitizenScience.gov. About CitizenScience.gov (https://www.citizenscience.gov/about/#).

55. European Commission. Citizen Science. Elevating research and innovation through societal engagement (https://cdn2.euraxess.org/sites/default/files/citizens_science.en_.pdf).

56. Bonney, Rick & Cooper, Caren & Dickinson, Janis & Kelling, Steve & Phillips, Tina & Rosenberg, Kenneth & Shirk, Jennifer. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. BioScience. 59. 977-984. 10.1525/bio.2009.59.11.9.

57. Ellis V, Mayer M. The convergence of life sciences and high tech. Daily Journal Aug 27 2014.

58. European Commission. Open Science (https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/knowledge_publications_tools_and_data/documents/ec_rtd_factsheet-open-science_2019.pdf).

59. Government of Canada. Open science - helping make science accessible for all Canadians What is open science? (https://science.gc.ca/eic/site/063.nsf/eng/h_98054.html).

60. Government of Canada. Roadmap for Open Science (https://www.ic.gc.ca/eic/site/063.nsf/eng/h_97992.html).

61. Grand, Ann. (2015). Open science. Journal of Science Communication. 14. 10.22323/2.14040302.

62. Orion Open Science. What is open science? (https://www.orion-openscience.eu/index.php/resources/open-science).

63. OECD. Open Science-Enabling discovery in the digital age (https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/open-science-enabling-discovery-in-the-digital-age_81a9dcf0-en).

64. International Science Council. Open science for the 21st century (https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/open-science-enabling-discovery-in-the-digital-age_81a9dcf0-en).

۶۵. حیدری آ. راهکارهای ارتقاء وضعیت ترویج علم در ایران؛ با بررسی دیدگاه صاحب نظران و متولیان. دانش شناسی (علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی و فناوری اطلاعات). سال:۱۳۹۰. دورهٔ:۴. شماره: ۱۵: ۴۱-۲۳.

۶۶. قدیمی اکرم، حجازی الهه. الگوی ترویج علم در ایران: یک مطالعه داده بنیاد. فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی در آموزش عالی ۱۴۰۰. ۲۷ (۱) :۱۸۲-۱۵۳.

67. Shaw E, Walpole S, McLean M, Alvarez-Nieto C, Barna S, Bazin K, Behrens G, Chase H, Duane B, El Omrani O, Elf M, Faerron Guzmán CA, Falceto de Barros E, Gibbs TJ, Groome J, Hackett F, Harden J, Hothersall EJ, Hourihane M, Huss NM, Ikiugu M, Joury E, Leedham-Green K, MacKenzie-Shalders K, Madden DL, McKimm J, Nayna Schwerdtle P, Peters S, Redvers N, Sheffield P, Singleton J, Tun S, Woollard R. AMEE Consensus Statement: Planetary health and education for sustainable healthcare. Med Teach. 2021 Mar;43(3):272-286.

68. EMERGING GLOBAL CHALLENGES - Policy Horizons Canada (https://horizons.gc.ca/wp-content/uploads/2018/10/SSHRC-Emerging-Global-Challenges-ENG-Web-New-1.pdf).

69. Gluckman P (2022). Science is the basis for moving ahead on global challenges (https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20220621111618302).

70. United Nations (2022). Science, Technologies Can Transform Global Challenges, But Need to Be Accessible to All, Senior Officials Stress, as Economic and Social Council Forum Concludes (https://press.un.org/en/2022/ecosoc7083.doc.htm).

71. Grego S (2017). Science and the sustainable development goals (https://www.ingsa.org/wp-content/uploads/2017/11/Science-and-the-SDGs-_UNESCO_November-2017-Final.pdf).

72. UNCTAD (2019). A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews (https://unctad.org/system/files/official-document/dtlstict2019d4_en.pdf).

73. The Pontifical Academy of Sciences (2022). Basic science for human development, peace, and planetary health (https://www.pas.va/en/events/2022/2022_plenary_session.html).

74. Jeníček V. Global problems of the world – structure, urgency. Agric. Econ. – Czech, 54, 2008 (2): 63–70.

75. UNESCO (2016). The future of scientific advice to the United Nations (https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245801).

76. United Nations (2014). The Crucial Role of Science for Sustainable Development and the Post-2015 Development Agenda (https://www.leopoldina.org/fileadmin/redaktion/Internationales/2014_The_Crucial_Role_of_Science_for_the_Post-2015_Development_Agenda.pdf).

۷۷. نبی‌پور ا. بیولوژی سینتتیک؛ فلسفه، اخلاق و سیاست. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر،۱۳۹۷.

۷۸. گیتس، بیل. فاجعه در راه است. انتشارات مون، ۱۴۰۰.

79. Sharp P. Meeting global challenges: Discovery and

innovation through convergence. Science 2014;346:1468-1471.

80. Schneider, Flurina & Kläy, Andreas & Zimmermann, Anne & Buser, Tobias & Ingalls, Micah & Messerli, Peter. (2019). How can science support the 2030 Agenda for Sustainable Development? Four tasks to tackle the normative dimension of sustainability. Sustainability Science. 14. 10.1007/s11625-019-00675-y.

81. Helen Garrison, Marta Agostinho, Laura Alvarez, Sofie Bekaert, Luiza Bengtsson, Elisabetta Broglio, Digna Couso, Raquel Araújo Gomes, Zoe Ingram, Emma Martinez, Ana Lúcia Mena, Dörthe Nickel, Michael Norman, Inês Pinheiro, Marta Solís-Mateos, Michela G Bertero EMBO reports (2021) 22: e54000.

82. Maarten C.A. van Der Sanden, Frans J. Meijman. Dialogue guides awareness and understanding of science: an essay on different goals of dialogue leading to different science communication approaches. Public Understanding of Science, SAGE Publications, 2008, 17 (1), pp.89-103.

83. Wagenknecht, K., Woods, T., Nold, C., Rüfenacht, S., Voigt-Heucke, S., Caplan, A., Hecker, S. and Vohland, K. (2021). 'A question of dialogue? Reflections on how citizen science can enhance communication between science and society'. JCOM 20 (03), A13.

84. Peace - A Dialogue for Developing A New Art for Science and Peace (http://www.kireetjoshiarchives.com/miscellaneous/peace/a-dialogue-for-developing-a-new-art-for-science-and-peace/&page=1).

85. CERN (2014). UN and CERN celebrate science for peace and development and CERN's 60th anniversary (https://home.cern/news/press-release/cern/un-and-cern-celebrate-science-peace-and-development-and-cerns-60th).

86. The Royal Society (2019). AI: an international dialougue (https://royalsociety.org/-/media/policy/topics/open-science-data/ai-international-dialogue.pdf?la=en-GB&hash=A888136F57440CA9833F3DA79D683320).

87. How to improve the dialogue between science and society. The case of global environmental change (https://www.iai.int/en/post/detail/how-to-improve-the-dialogue-between-science-and-society-the-case-of-global-environmental-change#:~:text=%2DCommunication%20with%20the%20user%20either,formats%20to%20communicate%20science%20findings).

88. The Diplomatic Service of the European Union (2022). Science diplomacy (https://www.eeas.europa.eu/node/410838_ja).

89. Ruffini, PB. Conceptualizing science diplomacy in the practitioner-driven literature: a critical review. Humanit Soc Sci Commun 7, 124 (2020).

90. European Institute of International Studies (2020). Global Policy Perspective Report Science Diplomacy (http://www.ieeiweb.eu/wp-content/uploads/2020/01/Science-Diplomacy.pdf).

91. Massaquoi GGM. Strengthening peace building through Science and Technology education. Science Education International 2009;20:25-24.

92. Turchetti, S., Lalli, R. Envisioning a “science diplomacy 2.0”: on data, global challenges, and multi-layered networks. Humanit Soc Sci Commun 7, 144 (2020).

93. Mauduit J-C and Gual Soler M (2020) Building a Science Diplomacy Curriculum. Front. Educ. 5:138.

IYBSSD2022

International Year of Basic Sciences for Sustainable Development

ISBN:978-622-5335-02-8
9 786225 335028
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

بنیاد رشد و اندیشهٔ سازندگی استان بوشهر

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت آموزشی
کلان منطقهٔ پنج

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس

فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران
شعبهٔ جنوب

بنیاد ملی نخبگان
بنیاد نخبگان استان بوشهر