

علم و جامعه

ارتباط علمی

مروری بر اهمیت، تاریخچه، و مدل های آن

علی فرازمند*

تهران، دانشگاه تهران، پردیس علوم، دانشکده زیست شناسی

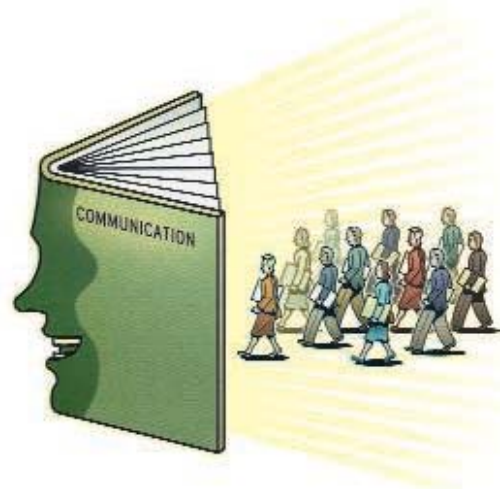
چکیده

موضوع این مقاله یکی از سخنرانی های ارائه شده در سمینار نیم روزه مسائل نشر کتاب علمی با عنوان "علم و جامعه، نقش دانشمندان در ارتباط علمی" است که در تیرماه سال ۹۸ در فرهنگستان علوم برگزار شد. در این مقاله که شکل مبسوط تری از آن سخنرانی است به اهمیت موضوع ارتباط علمی بین دانشمندان و مردم و نقش آن در پیشرفت علم و جامعه پرداخته شده است. در یک نگاه به نظر می رسد که ارتباط علمی بین دانشمندان و مردم که طبق شواهد سنتی دیرین بوده است متأسفانه پا به پای پیشرفت و گسترش علوم سیر رو به رشد نداشته است و شاید بشود گفت با تخصصی شدن موضوع کار دانشمندان علوم این ارتباط اغلب تنگ و تنگ تر شده، و فاصله بین دانش و دانشمندان با عموم فراختر شده است. خوشبختانه به نظر می رسد در یکی دو دهه اخیر در سطح جهانی اهمیت موضوع بیش از پیش روشن تر شده است و گواه آن انتشار منابع علمی جدی دانشگاهی و منابع دیگر در این باب و رواج برنامه های متنوعی است که در تعدادی از کشورها و نیز برخی دانشگاهها به شکلی جدی در دوره ها و برنامه های درسی برای گسترش فهم علم در جامعه طرح و دنبال می شود. با توجه به پیشرفتهای بی وقفه و شگفت انگیز علم و نیز کاربردهای روزمره اش، امروزه بیش از هر زمانی ضرورت ارتباط علمی بین دانشمندان، سیاستمداران و سیاست گزاران برنامه های توسعه علمی و فنی و نیز عموم مردم آشکار شده است و بدون برقراری یک ارتباط علمی فراگیر در سطوح گوناگون، پیشرفت و توسعه جوامع بدون مشکل نخواهد بود. شکاف بین دانشمندان قلمروهای گوناگون و بین اینها و مدیران و سیاستگذاران جامعه و نیز عموم مردم نه تنها مانعی برای توسعه علم بلکه مانعی برای پیشرفت و توسعه پایدار جوامع به شمار می رود. در این مقاله ضمن مروری بر سابقه و نقش ارتباط بین دانشمندان و جامعه در دوران باستان، پس از وقوع "انقلاب علمی" و در دوران حاضر، دیدگاه ها و راهکارهای برقراری این نوع ارتباط خلاصه شده است.

کلیدواژگان: ارتباط علمی، مدل ها، علم و جامعه، با سواد علمی، درک عموم از علم، شرکت دادن عموم در علم، انقلاب علمی

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: afarazmand@ut.ac.ir

در مطالعه و جستجوی منابع برای ارائه سخنرانی یاد شده در چکیده، به نوشته کلاسیک نسبتاً کوتاهی از سی پی اسنو^۱ (۱۹۵۹) تحت عنوان دور فرهنگ از انتشارات دانشگاه کمبریج برخوردیم (شکل ۱). کانون توجه این اثر شکاف موجود بین روشنفکران علوم انسانی و دانشمندان علوم پایه است، آنچه که در خود وی به عنوان یک نویسنده ادبی و رمانهایی قابل توجه و نیز به عنوان یک دانشمند خوب فیزیک یکپارچه شده است. دوفرهنگ ابتدا توسط اسنو در یک سخنرانی موسوم به Rede Lecture ارائه شد. ویراست نخست کتاب^(۱) با حدود ۵۰ صفحه طی سه سال ۱۱ بار به چاپ رسید و خود اسنو در سال ۱۹۶۵ بخش دومی به کتاب افزود که تا سال ۱۹۹۲ به هفده چاپ رسید. در ویراست جدید که حدود چهار سال بعد منتشر شده است او به بحث و جدلهای پیرامون موضوع سخنرانی و کتابش پاسخ می دهد. ویراست اخیر در میان مجموعه باز نشر



Warren et al. Science Vol 316 25 May 2007

که موضوع را برجسته و عریان کرد و ازان پس بود که به مسئله مورد بحث عمومی تبدیل شد و همچنان در رسانه های امروزه جریان دارد. موضوعی که مورد بحث اسنو بود، به همان اندازه سال ارائه آن ۱۹۵۹، همچنان طنین انداز است."

از مجله Scientific American در ستایش این اثر نقل شده است که:

"هیچکس از جدی گرفتن کار اسنو و تعهد وی به صلح، عمل هوشمندانه و بهبودی وضع انسان مایوس نمی شود."

اسنو در صفحه اول اثرش می گوید که موضوع سخنرانی و کتابش مدتی زیاد مسئله فکری او بوده است و فروتنانه بیان می دارد که هر کسی دیگری با تجربیات مشابه او به همین نتیجه می رسیده است. وی در توصیف این تجربه می گوید که از نظر تعلیم و تربیت یک دانشمند فیزیک و از نظر حرفه ای یک نویسنده بوده است (شکل ۲). و اینکه به خانواده ای فقیر تعلق داشته است. دغدغه اصلی اسنو در این کتاب شکاف فکری و حرفه ای بین روشنفکران ادیب یا به عبارتی متفکران علوم انسانی و دانشمندان علوم است. وی در ویراست دوم دور فرهنگ: نگاهی دیگر که در سال ۱۹۶۹ م منتشر شد با نگاهی خوشبینانه پیشنهاد می کند که یک "فرهنگ سومی" ظاهر خواهد شد که شکاف ارتباط بین این دو فرهنگ دورمانده از هم را پر کند. در فرهنگ سوم پیشنهادی اسنو روشنفکران ادبی با دانشمندان علوم در ارتباط خواهند بود. چیزی که شاید هنوز هم آنطور که باید بین این دو جماعت ارتباط تنگاتنگی قوام نیافته است. گرچه این پیش بینی چندان محقق نشده، ولی شاید این فرهنگ سوم در قالبی دیگر شکل گرفته و بر اهمیت آن نیز افزوده شده است، یعنی فرهنگ سومی که در آن نویسندگان علاقه مند متخصص در خود قلمروهای علم در پی ارتباط و آگاهی بخشی عموم از پیشرفته ها و کاربردهای علوم برآمده اند. کاری که زمانی، و شاید هم تا حدودی قابل توجه، در دست ژورنالیست ها و غیرمتخصصین علوم بوده است.



Charles Percy Snow

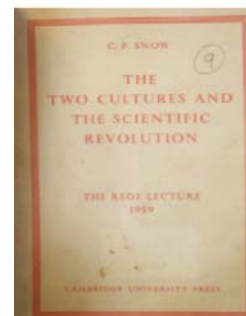
شکل ۱ - چارلز اسنو و اثر کلاسیک دوفرهنگ وی

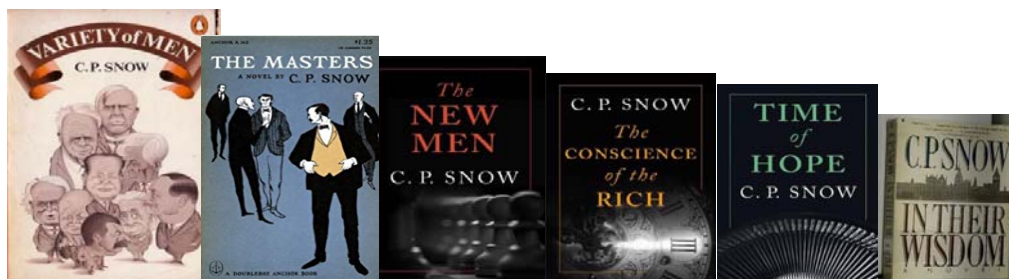
انتشارات کلاسیک موفق کمبریج (Canto Classics) تا سال ۲۰۱۲، پانزده چاپ دیگر داشته است. دو فرهنگ همراه با چندین تحلیل جدی موضوع نیز چند بار دیگر همراه این تحلیل ها منتشر شده است (۲).

اسنو در زمان خود نویسنده ای پرکار در زمینه رمانهای سیاسی و غیره به شمار می رود که در کسوت علمی نیز استاد فیزیک است. با مروری بر این نوشته پرمغز اسنو، آن را همچون مانیفستی یافتیم که به موضوع مهم ضرورت ارتباط بین دانشمندان با یکدیگر و تلویحا لزوم ارتباط با عموم پرداخته است. موضوع کتاب که با پیوست هایش در شکل جدید حدود ۱۰۰ صفحه دارد و نحوه تحلیل و معرفی محتوای آن همچنان تازگی دارد، گویی اسنو آن را برای همه دوران نگاشته است. خیلی ساده، علت اصلی نمود تازگی اش آن است که با همه اهمیت موضوع کتاب، اهداف برشمرده در آن در اغلب جوامع بخوبی برآورده نشده اند و شکاف بین دانشمندان قلمروهای گوناگون علم از یک طرف و نیز محقق نشدن یک رابطه اصیل بین دانشمندان علوم و مردم در بیشتر جوامع همچنان از آسیب های پیشرفت و گسترش علم به شمار می رود. در واقع با پیشرفتهای سریع و خارق العاده علوم پایه این شکاف بین دانشمندان حتی قلمروهای درون خود علوم پایه در جاهایی بیشتر شده است. هرچند محتوی سخنرانی و کتاب دور فرهنگ اسنو طرفداران و منتقدان هم عصر و نیز متعاقب آن را دارد کلیت نگرش وی از موضوع چیزی نیست که از آن بتوان به آسانی عبور کرد، چنانچه کار وی در این زمینه همچنان مورد ارجاع است.

استفان کالینی (۲) در مقدمه ای بر چاپ پانزدهم دور فرهنگ می نویسد:

"اینکه مشخصه جامعه ما، سیستم آموزشی آن و جریان فکری اش وجود شکاف بین دور فرهنگ، علوم انسانی و هنر از یک سو، و علم از سویی دیگر است تاریخی دیرینه دارد. اما این سخنرانی و اثر سی. پی. اسنو، دور فرهنگ، در سال ۱۹۵۹ است





شکل ۲- برخی از رمان‌های اسنو

در حل مسایل جامعه صرف می کنند و علم در واقع با ایجاد دانش و فنون در تغییر زندگی نقش پایه و بنیادی دارد. دوم اینکه ارتباط علمی برای مشارکت مردم و آزادی اهمیت دارد. بی شک مردم آگاه و دارای دانش محکم می توانند در سیاست‌گذاریها و تصمیم گیریها همکاری درست داشته باشند (۳). این به معنی فقط دانستن حقایق علمی نیست بلکه آگاهی شهروندان از جریان علمی، محدودیتها و پیامدهای آن هم هست؛ مردم آگاه به ریشه های علمی مسائل و رویدادها هزینه کمتری برای خود و جامعه می تراشند و بنوعی به اثر و ارزش دانش علمی واقف بوده و تصمیمات شان بار کمتری برای جامعه فراهم می کند؛ و دیگر اینکه ارتباط علمی با فرهنگ و هویت ما مرتبط است. بیشتر زندگی روزمره ما به تکنولوژی، از غذا گرفته تا سیستم حمل و نقل و بهداشت و سلامت، مستقیم و غیرمستقیم به ارتباط علمی تکیه دارد (۲). توسعه پایدار چیزی که یک دهه (۲۰۱۴-۲۰۰۵) در مورد آن شعار، مطالعه و برنامه هایی جهانی ارائه شد بخشی از برنامه آن به گسترش آموزش عمومی تاکید داشت که نشان می دهد توسعه پایدار بدون یک جامعه علمی مشکل پیدا می کند.

سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ به عنوان دهه "آموزش برای توسعه پایدار" (ESD) اعلام شد؛ ابتکاری از سوی سازمان ملل متحد که رهبری آن به یونسکوسپرده شد. ESD به تغییرات در آموزش دانش، مهارتها و ارزشها و نگرشهایی نظر داشت تا توسعه ای پایدار و جامعه ای درست برای همه فراهم شود. این برنامه در پی آن بود تا نسلهای فعلی و آینده را به دیدگاهی متعادل و یکپارچه دعوت کند تا برای برآورد نیازهایشان ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیطی توسعه پایدار را در نظر گیرند. برای یونسکو برنامه ESD شامل وارد کردن مسائل کلیدی توسعه در آموزش و یادگیری بود. برای مثال آموزش مواردی چون تغییرات آب و هوایی، تنوع زیستی، کاستن از فقر و مصرف بر پایه ضرورت های توسعه پایدار بود. بی شک آنها اهدافی هستند که علاوه بر لزوم تغییر روشهای آموزش و یادگیری برای برانگیختن

اسنو در همان نوشته کوتاهش (۱) علاوه بر گوشزد کردن اهمیت تبادل علم بین دانشمندان علوم انسانی و علوم پایه و به دنبال آن کشاندن علم به میان مردم خطاب صریحی هم به سرمداران کشور انگلیس و کلا جهان غرب - که کشورهاشان در عصر وی بکه تاز عرصه علم و فن دنیا بودند- دارد: اینکه اگر در گسترش علم و فن در جهان درست عمل نکنند روزی خواهد رسید که بدین تلقی برسند که انگار با همسایگان متخاصم احاطه شده اند! پیش بینی که خوب بنگریم گویا اتفاق افتاده است و جهان علم به شکلی در تسلط غرب است و تلاشهای دنیاها دیگر اغلب بنوعی دنباله روی از غرب بوده، و یا با عیار رقابت با دنیای پیشرفته تر از نظر علمی سنجیده می شود. بی شک اندیشه های اسنو نیازمند کنکاشی دیگر است و من در اینجا بیش از این بدان نمی پردازم و معرفی وی و اثری که بر جامعه علمی داشته است را به مجال دیگری وامی گذارم، ولی پیشگامی وی در دنیای معاصر در معرفی اهمیت موضوعی که این مقاله بدان اهتمام دارد قابل چشم پوشی نیست. امروزه واژه ای که سنو در رابطه با مقصود خود به کار برد با همان برچسب "فرهنگ" در گفتگوی بین نمایندگان دو اجتماع همچنان به کار می رود. مثلاً گفته می شود فرهنگ دانشمندان در برابر فرهنگ روزنامه نگاران و یا فرهنگ مردم و غیره.

ارتباط علمی (Science Communication) به مثابه فرهنگ

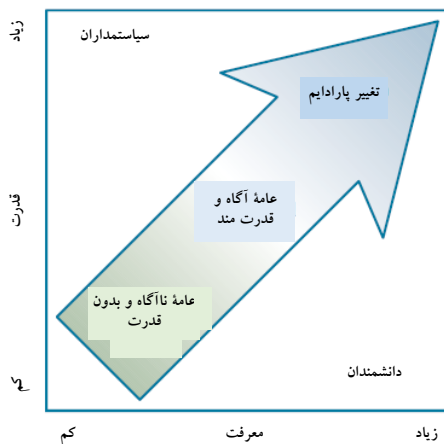
پیشرفت و توسعه واقعی جوامع مستلزم جریان داشتن تفکر علمی در تمام سطوح و ارکان آن است و شاید بجرأت بتوان گفت عمق و گسترش این جریان بنوعی می تواند معیار تلقی از ارزشهای علم در یک جامعه معتدل باشد، یعنی اینکه آگاهی علمی منحصر به سرآمدان و دانشمندان نباشد و آنها نیز ضمن برقراری ارتباط درست بین یکدیگر، راه و جایی برای ارتباط با عموم و غیرهمترازان خود بیابند و برای این نوع فعالیت، صمیمانه ارزش و احترام قائل شوند و آن را یک ضرورت تلقی کنند و درتحقق آن بکوشند. چرا؟ نخست اینکه ارتباط علمی برای رفاه و زندگی افراد، جامعه، نهادها و نهایتاً کل مردم اهمیت دارد. بسیار از کشورها بودجه عظیمی از تولید ناخالص ملی را

¹ Education for Sustainable Development

اخلاقی و حقوقی را که در اجتماع پدید می آورند کم رنگ کرده است (۵). گاهی بحث های علمی به سیاسی ترین و اجتماعی ترین موضوعات تبدیل می شوند و عموم نیز خواسته و ناخواسته در این منازعات درگیر می شوند. به خاطر طبیعت پیچیده و بین- و ترا- رشته ای بودن علم جدید از یک طرف، پیوند خوردن نزدیک علم و رسانه ها و نیز سهم شدن دانشمندان در سیاست گذاری ها و تصمیم گیری های دولت ها در از بین بردن مرزهای یادشده بین علم و مسائل اجتماعی و سیاسی موثر بوده است (۵).

در چنین چشم اندازی، توجه جهانی به اهمیت ترویج علم که اساس اقتصاد دانش بنیان است روز به روز بیشتر می شود؛ علم و فناوری جزء فرهنگ و زندگی روزمره شده است و کاربردهای آنها پر قدرت و هیجان انگیز است. ولی سطح و عمومیت بهره مندی از دانش و سازوکار علم و فناوری در میان آحاد جامعه قابل مقایسه با این پیشرفتهای نیست، از این رو موضوع علم و نحوه آموزش آن هرگز به اهمیت امروزه آن نبوده است. علاقه عموم هم به علم بالاست چرا که هر جنبه ای از زندگی روزمره بدون آن متصور نیست، اما تردید، پیش داوری، سوء تفاهم و جهل در مورد علم، حتی در میان دانشمندان همچنان وجود دارد. تعداد کمی از مدیران ارشد و سیاستمداران که بنوعی بخش عمده حیات و رفاه یک جامعه در دست آنهاست زمینه علمی عمیق و کافی دارند و در مورد بسیاری مشاغل دیگر هم این طور است، در نتیجه نیاز به آموزش عمومی رو به افزایش است و دانشمندان و دانشگاهها بخصوص بیش از پیش برای ایفای این نقش مهم مورد سوال اند.

تغییر اجتماعی و حل مشکلات محیطی نیازمند دانش و قدرت است. دانشمندان دانش زیاد و قدرت کمی دارند، حال آنکه سیاستمداران دانش کم و قدرت زیادی دارند. ارتباط علمی موثر، با تسهیل پیوند بین قدرت و دانش، آگاه سازی و اختیار دادن به عموم تغییرات اجتماعی را پدید می آورد (۶).



آموزندگان به تغییر رفتار، نیازمند مشارکت عموم است. اینجا تاکیدم بر این است که چرا آموزش عموم برای توسعه پایدار اهمیت دارد؟ (پاراگراف بعدی را ببینید). توسعه پایداری که تاکید اساسی آن بر حفظ منابع زیست و زمین برای همه امروزها و آیندگان است.

اگر جمعیت دنیا را ۱۰۰ نفر در نظر بگیریم وضعیت زیر به نسبت کل جمعیت امروزه دنیا دیده می شود: ۶۱ نفر آسیایی، ۱۲ اروپایی، ۱۴ آمریکایی، ۱۳ تا آفریقایی، ۱ تن استرالیایی؛ برآورد شده که ۶ نفر ۵۹ درصد کل ثروت را دارند، ۷۰ تن بی سوادند، ۱ نفر سواد دانشگاهی دارد، ۱۷ زن و ۸ مرد در فقر مطلق به سر می برند (۴). در این جهان نیمی از جنگلها نابود شده اند و بحران آب جدی است و نیمی از زبانهای رایج در معرض انقراض اند، ۹۸ درصد شیوع بیماری ایدز در کشورهای رو به توسعه است و موضوع بهداشت و سلامت، آگاهی از نحوه پیشگیری و مبارزه با بیماریها از نگرانی ها و اولویت های دایمی است. بیش از یک میلیارد از مردم جهان که ۷۰ درصد آنان زنان هستند با روزی کمتر از یک دلار زندگی می کنند. میانگین درآمد ۲۰ کشور ثروتمند ۳۷ برابر بیشتر از میانگین آن در بین فقیرترین ۲۰ کشور دنیا است (۴). این بخشی از چهره واقعی جهانی است که در آن به سر می بریم. یکبار دیگر به اعداد یاد شده نگاه کنید تا معلوم شود نگرانی صرفاً از تمرکز ثروت در دست معدودی از انبای بشر نیست بلکه بویژه در مورد آموزش متأسفانه عدالت آموزشی ابداً برقرار نیست و یک وجه مهم آن در کنار مشکل بیسوادی و شاید نگران کننده تر، کم سوادی و فقر آموزش درست عموم مردم از مسائل و حقایق علمی مرتبط با زندگی هرروزه است. سعادت مند هستید اگر در جامعه ای به دور از کاستی های مفرط به سر می برید ولی سفارش حکیمانه سنو به زمامداران دهه ۵۰ و ۶۰ غرب را به یاد داشته باشیم که در دنیای نامتوازن از درجه پیشرفت دانش و رفاه، به شکل غریزی بخشی قابل توجه از کشورها و مردم دنیا "متخاصم" خواهند ماند (۱).

اهمیت و ضرورت ارتباط علمی

تصمیماتی که نیازمند درک علمی است

مردم می توانند به علم نپردازند ولی نمی توانند آن را نادیده بینگارند. فراورده های دانش در سرتاسر زندگی روزمره نفوذ کرده و می کند. انرژی هسته ای، مهندسی ژنتیکی، موجودات تراریخته و تراژن، فناوری نانو، پیوند بافت و اعضا از هموعان و موجودات دیگر، اهمیت حفظ تنوع زیستی، تنها تعدادی از این مسایل اند که بدون داشتن علم تحقق پذیر و حتی تصورپذیر نمی بودند. از طرف دیگر بحث های علمی در جامعه مدرن اغلب مرزهای بین علوم مورد بحث و پیامدهای سیاسی،

انتظار می‌رود که مراکز علمی و اعضای آن باید از برج عاج خویش بیرون بیایند و در این مورد با پرسشها و نیازهای افراد و نهادهای جامعه درگیر شوند. برای اینکه جامعه در دام شبه علم و ضدعلم نیفتد درک عموم از علم اهمیت دارد (۸،۷). راههای متعددی برای این ارتباط وجود دارد مانند کتاب، مقالات، نمایشگاهها و جشنواره‌ها، رادیو و تلویزیون، و رسانه‌های دیگر مانند روزنامه‌ها و سایت‌های علمی و آموزشی اینترنتی؛ دانشمندان، دانشجویان، پژوهشگران عرصه صنعت و مدیریت در کنار مراکز علمی می‌توانند برای این هدف بسیج شوند. برای آموزش عموم دانشمندان باید مهارت‌های ارتباط علمی را فراگیرند تا بتوانند در انتقال مفاهیم علمی موفق شوند.

واژه ارتباط علمی دربردارنده مجموع آحاد و نهادهای زیر است:

- گروه‌های درون جامعه علمی، شامل آنهایی که در مجامع علمی و صنعتی فعالیت دارند.
- جامعه علمی و رسانه‌ها؛
- جامعه علمی و عموم؛
- جامعه علمی و دولت، یا سایر جایگاه‌های صاحب قدرت و/یا مرجعیت؛
- جامعه علمی و دولت و سایر مراجع موثر بر سیاست‌گذاری؛
- صنایع و عموم؛
- رسانه‌ها (شامل موزه‌ها و مراکز ترویج علم) و عموم؛
- دولت و مردم.

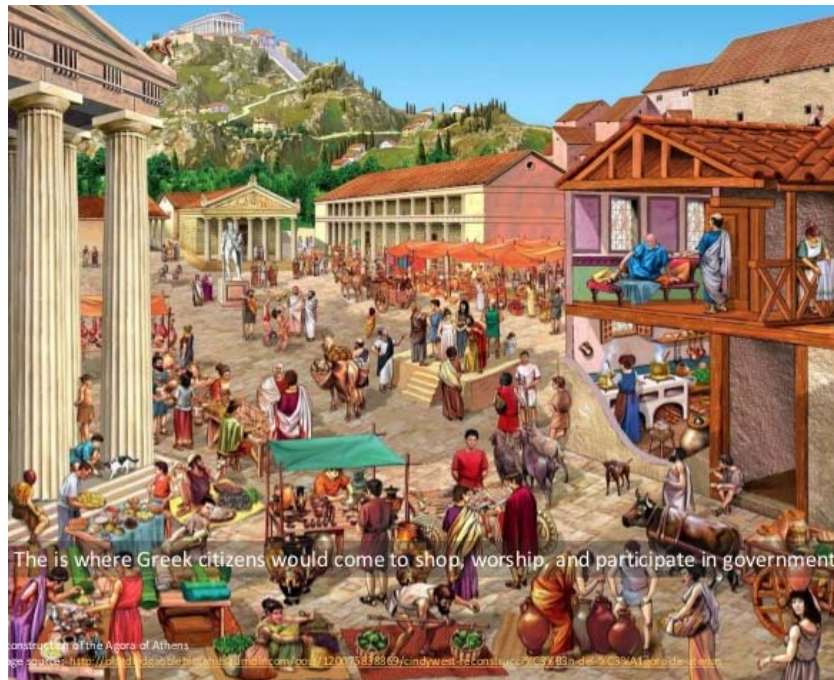
ارتباط علمی سنتی دیرینه دارد

تاریخ ارتباط علمی و عمومی سازی علم (با مسامحه در به کارگیری ترمینولوژی مدرن و دیدگاه‌های متاخر) به دوران آغاز تمدن بشری می‌رسد که در ابتدا به شکل انتقال مهارت‌ها بود، یعنی دورانی که بشر به ساخت آلات سنگی، تولید فرآورده‌های کشاورزی دست یافت. در این دوران، هر آنکه در این دستاوردها مهارت بیشتری می‌یافت آنها را به همراهان خود یاد می‌داد و نوآموزان غیرماهر با مشاهده، تمرین و تقلید این مهارت‌ها را می‌آموختند. درواقع در چنین فضایی بود که نطفه ارتباط علمی و عمومی سازی آن بسته می‌شد. البته در این جوامع ابتدایی آنچه ما علم و فناوری می‌نامیم بسیار ساده بوده، هیچ بنیان یا نظریه علمی نداشته است و بی‌شک نام بردن از علم و فناوری در این سطور قیاس مع الفارق است. در این دوران مهارت‌های آموخته عمده‌ها راه و رمزی برای بقا و البته سنگ بنای پیشرفت تمدن بشری بوده است (۹).

در سایه آموزش و گسترش همین مهارت‌های ابتدایی، بشر به اختراعات و صناعی دست یافت که راه را برای پیشرفت‌های بعدی هموار کرد. اما آموزش این پیشرفت‌ها و مهارت‌ها هنوز یک تلاش یا فعالیت اجتماعی مستقل به حساب نمی‌آمد چرا که

درواقع بیشتر مبتنی بر آموزش نمایشی بودند. با ظهور نخستین "مدرسه" است که ارتباط علمی نقطه چرخش مهمی پیدا می‌کند. در اینجا است که برای نخستین بار داشتن مهارت‌های ویژه اجازه می‌دهد تا گروهی ویژه به مدد معرفت و عقل خویش جایی ویژه بنا نهند تا دانسته‌های خود را آموزش دهند و این زمانی است که مدرسه متولد شد. مدارس ویژه آموزش علم و معرفت همزمان در چند تمدن باستانی پدید آمدند. ابتدایی‌ترین مدرسه مصر باستان *خواندن، نوشتن و ارتباط علمی* را می‌آموخت و مشهور به مدرسه "ادیب" (bookman) بود. سنت بی‌همتای توسعه علم ریاضیات مرزهای مصر را در نوردید به یونان باستان رسید. یونانیان برای یادگیری ریاضیات و نجوم به مصر می‌رفتند. خردمندان یونان، دانش آموخته Lyceum (باغی که ارسطو در آن درس می‌گفت و در عین حال کنایه از محل سخنرانی و آموزش است) به آموزش ریاضی و علم اهمیت می‌دادند. سه تمدن باستانی، مصر، ایران و یونان مهد علم بوده و در تاریخ علم نام‌های متعددی مانند ابن حشیم، بیرونی، الرازی، ابن سینا بنوعی روش علمی را می‌شناختند، ولی امروزه یونان را به عنوان اولین مهد توسعه روش علمی می‌شناسند (۹).

با گذر از دوران باستان تمدن مصر، قدیمی‌ترین سنت ارتباط علمی در محلهایی موسوم به *آگورا* (Agora)، به معنی گردهمایی، در یونان باستان ۶۰۰ قبل از میلاد، رواج داشت (۱۰) (شکل ۳). تقریباً هرشهری یک آگورا داشت که در مرکز شهر واقع شده بود جایی که مردم عادی برای خرید و فروش کالاهای خود گرد می‌آمدند. ولی آگورا نه فقط یک بازار، بلکه جایی برای بحث‌های سیاسی و انتقال ایده‌های بزرگانی چون ارسطو و افلاطون و بقراط بود. یادگارهای مکالمات علمی یونان باستان، از توجه به موضوعات فلسفه سقراط و افلاطون گرفته تا قسم بقراط، همچنان با ما هستند. آگورا در دسترس همگان بود از مردم عادی و عامی تا بزرگترین فلاسفه و دانشمندان. شکوفایی تمدن کلاسیک یونان از آگورای آتن شروع شد. اینجا به وسعت چند زمین فوتبال در تمام روزهای هفته محل گردهمایی و تلاقی دیدارهای سیاستمداران، دانشمندان، فیلسوفان، اشراف، مقامات رسمی و بردگان و تاجر بود. از مفاهیم یادگار آن ایام مردم سالاری و رای دادن در مورد هرچیز و همه چیز بود. قوانین در آگورا اعلان می‌شد تا همگان از آن با خبر باشند. شهروندان عادی آتن قدرت رای داشتند و به اصطلاح کسی بالاتر از قانون نبود. محل دادگاه‌ها و مجلس سنا در آگورا برپا می‌شد تا سرشت باز و ایده مساوات را در زندگی آتن به نمایش گذارد. آتنی‌ها حق داشتند و حتی آن را وظیفه و امتیازی می‌دانستند که به عنوان هیئت منصفه در دادگاه‌ها شرکت کنند.



شکل ۳ - منظره ای از آگورا در شهرهای یونان باستان که محل گردهمایی برای خرید و تجارت تا بحث های علمی و سیاسی بود.

دنیای طبیعت تغییر داد، بلکه حیات اجتماعی و زندگی فردی انسان را نیز متحول ساخت (۱۱).

این دوره با تعریف و معرفی "علم مدرن" و راه و روش علمی رسیدن به علم آغاز می شود. واژه علم (science) بنوعی جایگزین همتر از آن معرفت (knowledge) در دوران پیش از پیشنهاد و رواج تعریف علم در میانه سده ۱۷ میلادی است. کلمه علم (science) به مثابه مترادف knowledge در زبان فرانسه در زبان انگلیسی رواج پیدا کرد (۱۲). از نظر یک تاریخ نگار علم، قوام یافتن واژه علم بسیار مهم است چرا که انگار تبدیل آن از یک شکل آماتور به صورتی حرفه ای است و صاحب این علم یا دانشمند (scientist) موکدا کسی است که تخصصی ویژه دارد. [یادآور می شود که برخی از واژه های به کار رفته در این نوشته و نیز بحث های امروزی با معانی و بافتاری که در زمان به اصطلاح شروع دوره انقلاب علمی داشتند تفاوت دارند. مثلا در آن زمان به جای دانشمند (scientist) فیلسوف طبیعی (natural philosopher) داشتیم و علوم مورد بحث این فیلسوفان نیز نامهای آشنای امروزی مانند مثلا زیست شناسی یا فیزیک و غیره را نداشت.]

این تاکید چنان اهمیتی دارد که تا مدت ها ترکیب scientific knowledge (و شاید هنوز نیز) برای متمایز کردن این نوع خاص دانش به کار گرفته شد. کسی معرفت علمی داشت که به شکلی منطقی یا مدلل بدان رسیده باشد، یعنی با یک قیاس مبتنی

همین سنن مردم سالارانه آتنی هاست که اساس بیشتر نظامهای نوین حکومت های امروزی را تشکیل می دهد. در عین حال آگورا محل اصلی عرضه افکار و اندیشه های علمی نو هم بود. نظریه علمی آغاز خود را در اجتماعات آگورا، جایی که بزرگترین اندیشمندان مانند ارسطو و افلاطون به بحث درباره فلسفه و آموزش عموم می پرداختند، پیدا کرد. بویژه ارسطو که سهم بسزایی در پیشرفت علم زمانه دارد نظریه های مهم مرتبط با روش علمی، جانورشناسی و فیزیک و غیره را ضمن بحث هایش در آگورا توسعه بخشید. بقراط پدر علم پزشکی که قسم مشهورش جان کلام پزشکان برای شروع و تعهد کار طبابت است و فیثاغورث ریاضیدان، بنیانگذار نظریه هندسی سه گوشه، چهره های مشهور آگورا بودند که ایده هایشان را در آنجا آموزش و گسترش می دادند.

علم جدید

سالهای بین ۱۵۰۰ تا ۱۹۰۰ میلادی دوره ای است که تاریخ نگاران علم آن را دوران علم جدید می نامند. از ۱۵۰۰ تا ۱۷۸۹ را دوره ابتدایی علم جدید و زان پس تا شروع سده بیست میلادی را دوره جدید خوانده اند. مطالعه دنیای طبیعت در دوره ابتدایی علم جدید و شاید دنیای جدید را بنا می گذارد. توسعه و پیشرفت های علم در این دوره بر نحوه کار و زندگی و تفکر تاثیر شگرفی گذاشت. آنچه حاصل این دوران است انقلاب علمی لقب گرفت چرا که نه تنها بنیانهای علم و تفکر را در باره

است که سه مرحله اصلی دارد: یکم توصیف واقعیات؛ دوم جدول‌بندی یا دسته بندی آن واقعیات در سه دسته- مواردی که خصوصیت مورد تحقیق در آنها دیده می شوند، مواردی که خصوصیت در آنها غایب است و مواردی با تجلی درجانی از آن؛ و سوم، در سایه این جدولها، رد هرآنچه که به پدیده در دست تحقیق مرتبط نیست و تعیین کردن آنچه بدان ربط دارد. بدین ترتیب وی سه عنصر بیان فرضیه، آزمایش و نتیجه گیری را پیشنهاد می کند. بیکن در دورانی به سر می برد (بین ۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰ میلادی) که مهم ترین و پرآوازه ترین ایام تاریخ علم، دوره "انقلاب علمی" است. برخی این دوران را نقطه بریدن از قرون وسطی می دانند، زمانی که اروپا وارد دنیای "مدرن" می شود؛ از این جهت سده های ۱۶ و ۱۷ میلادی واقعا انقلابی است، چرا که راه و رسم نگرش انسان به خود و جهان را تغییر داد. شروع دنیای جدیدی که تجارت و نیازهای حکومت ها مستلزم ارتباطات نو بود. از ارتباط بین شهری گرفته تا ارتباط بین دانشمندان با یکدیگر و نیز با مردم موسساتی برپا شد تا سخنرانی های مربوط به علم و فناوری در اختیار عموم گذاشته شود. در پاریس، اکسفورد، لندن و رم انجمن های متعددی برای ترویج علوم طبیعی تاسیس شدند. صنعت چاپ آماده گوتنبرگ هم سریعتر از تمام سده های گذشته کار این ارتباطات را سرعت بخشید. در طول سده ۱۶ دیدگاه ها به طبیعت آغاز به تغییر کرد و مشاهده و آزمایش و ریاضیات اهمیت پیدا کرد. بدین ترتیب این نگرشها جای تقریباً ۲۰۰۰ سال تسلط دیدگاه یونانی از طبیعت را گرفت. علوم زیستی نیز با کشف گردش خون توسط ویلیام هاروی (۱۶۵۷-۱۵۸۷م) و روشهای نو در رده بندی جانوران و گیاهان که به شناسایی گونه های جدید در نواحی گوناگون دنیا منجر شد راه تازه ای می یافت. استفاده از میکروسکوپ به کشف میکروبها و جزئیات تشریحی و فیزیولوژی موجودات دیگر انجامید. با قیاس فرایندهای مکانیکی و شیمیایی، کوششهایی برای درک ساختار و رفتار جانوران و گیاهان به عمل آمد. تمام این پیشرفتها در چند دهه ابتدایی ۱۷ میلادی هسته تحول علومی شد که به انقلاب علمی شهرت یافت (۱۱).

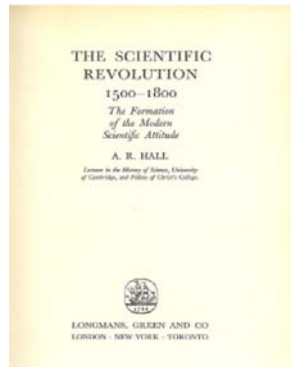
انقلاب علمی و علم نو چنان جذبه و پهنه تأثیری یافت که هنوز هم تاریخ نگاران علم درباره آن فراوان می نویسند. در اینجا فقط به یکی دو اشاره از دو کتاب بسنده می کنم. یکی اینکه علی رغم رواج بسیار اخیرتر استفاده از آن، اصطلاح انقلاب علمی نخست توسط روبرت هال (۱۴) در اثرش تحت عنوان انقلاب علمی ۱۸۰۰-۱۵۰۰: شکل گیری نگرش علمی نو (۱۹۵۴) به کار رفته است. او در نتیجه گیری از کتابش در صفحات پایانی می آورد که: " [علم] فرآورده منحصر غرب تأثیر قاطع و شاید ماندگار بر سایر تمدنهای معاصر خواهد داشت.

بر اصول ضروری اولیه که با منطق ناب و یا شهود بدان دست یازیده باشد. بدین ترتیب ترکیب دوواژگانی (معرفت علمی) برای تمیز بین معرفت رایج و معرفت علمی بود. از این پس بود که دیگر معرفت با علم مترداف گرفته نمی شد. علم نوع دانشی بود- استوار و کمتر خطا پذیر- که باید تحصیل می شد، چه آنکه طبق آموزش ارسطویی قیاسی و بر مبنای منطق مبتنی بر قیاس، هندسه اقلیدسی به مثابه یک مدل، تحصیل شود و یا مطابق دریافتی که بیکن داشت یعنی با استفاده از مشاهده و آزمایش و یا با پالایش و روشن کردن از حقایق جزئی شکل بگیرد. برپایه همین تحولات بود که دیدگاه فلسفی درباره منبع معرفت علمی تغییر پیدا کرد و واژه علم (science) جای آن را گرفت. علم به یکی از تعابیر آن دست یافت، یعنی معرفتی مبتنی بر مطالعه یا مهارتی که با تمرین کسب می شود (۱۲).

فرانسیس بیکن (۱۶۲۶-۱۵۶۱ میلادی) فیلسوف انگلیسی را، از یک جهت که به مفاد این نوشته مربوط می شود، به خاطر سهمی که در توصیف روش علمی داشته است می شناسند. به اعتقاد وی هدف پژوهش علمی کاربرد عملی درک طبیعت برای بهبود وضع بشر است. وی در جایی از نوشته هایش تعبیر جالبی از نقش آزمایش و استدلال را در علم یادآور می شود (۱۳) به نقل از (۱۲):

"... آنهایی که در علم دست داشته اند یا مردان تجربه (experiment) بوده اند و یا مردان جزم ها (dogmas). مردان تجربه به سان مورچه اند؛ تنها گردآوری می کنند و استفاده؛ استدلالیون هم شبیه عنکبوت اند که با موادی از خود تارهای را می تنند. اما زنبور روشی میانه بر می گزیند؛ او مواد خود را از گل‌های باغ و زمین جمع می کند اما آن را با قدرت خود گوارده و تغییر می دهد. کار واقعی فلسفه غیرشبهه به این نیست؛ چراکه نه صرفاً یاعمدتا به به نیروهای ذهن متکی است و نه برپایه موضوعی که از تاریخچه طبیعی یا آزمایشهای مکانیکی گردآورده و یا آن را به همان شکلی که یافته به حافظه می سپارد؛ بلکه آن را در درکی تغییر یافته و گوارده ذخیره می کند. بنابراین از اتحاد نزدیک و خالص بین این دو قوه آزمایشی و عقلی (چیزی که قبلاً هرگز وجود نداشته) امید زیادی می توان داشت."

از این نقل قول بیکن (۱۳) می توان به عمق اندیشه وی در فرض راه و رسمی که امروزه نیز مشهور به "روش علمی" است پی برد. آنچه بعدها روش بیکنی (Baconian Method) شناخته شد مشاهده روشمند حقایق و اسباب مطالعه و تفسیر پدیده های حیات بود. روش بیکنی چنانکه در اثر *ارغنون جدید* "New Instrument" (۱۶۲۰) وی آمده است چنین معرفی می شود که پس از کنار گذاشتن تمام پیش داوریها و پیش فرضها، روشی



تفوق دستاوردهای فنی چینی ها انقلاب علمی در دنیای عرب و چین رخ نداده است را موضوع قابل تاملی میداند که مستلزم پژوهش های تاریخی است. اما او تحولات فرهنگی و اجتماعی بی همتا و مهم و نسبتا سریع اروپا را در قرون وسطی و دوره نخست دنیای نو بی تاثیر نمی داند (۱۱).

با این گریزها برای توصیف ریشه های علم نو اینک به بحث اصلی برگردیم. عمومی سازی علم همان طور که به اختصار در پارگراف های پیش معرفی شد تاریخچه ای طولانی و تغییراتی پا به پای بستر تحولات اجتماعی آن دارد. در بعد معنایی، عمومی سازی علم تاریخچه ای از مجموعه تغییرات معنایی، ضروریات و مخاطبین آن دارد. این تغییر روابط بین علم و جامعه در ۴,۵ سده گذشته از یک رابطه جدا/ناشدنی تا رسیدن به به یک تعادل و سرانجام جدا/بی نسبتا اخیر علم از توجه و نظارت عموم و رفعت یافتن آن در یک جایگاه ویژه [بنوعی دور از دسترس مردم] است (۱۶). شاهد بسیار آشکار این جدایی، محتوی امروزی مجلات *Nature* و *Science* است؛ دو مجله ای که در آغاز بیشتر با هدف عمومی کردن علم تاسیس شدند ولی امروزه غالبا تربیونی هستند برای چاپ مطالب کاملا تخصصی که در نحوه نگارش و نیز برخورداری محتوی فقط به کار متخصصین همان رشته می آیند. البته می دانیم که، به خاطر اهمیت موضوع، امروزه تربیونها و مجلات ویژه بسیاری برای آموزش عمومی در کنار این دو وجود دارند و نیچر و ساینس نیز بقدر خود در سطح بالاتری همواره به مباحث نظیر می پردازند.

ارتباط علمی: چه کسانی باید به آن بپردازند؟

نشر علم موضوع جدیدی نیست و در میان دانشمندان قدیمی مثل فاراده و پرستلی (پیش از آنکه در ۱۸۳۴ نام «دانشمند» به میان آید) هواداری می شده است.

پرستلی حتی به انجام آزمایش توسط مردم تشویق می کرده است.

در مقایسه با علم نو، سرمایه داری، حکومت ملی، هنر و ادبیات، مسیحیت و آزادی، ویژگیهای نامتعارف محلی به نظر می رسند که گذشته آنها پر از دگرگونی و آینده شان پر از عدم قطعیت تاریک است. "اغراق نادرست این دیدگاه از علم جدید به کنار، ولی سوتیتر کتاب واقعیتی را ترسیم می سازد که بیش از موضوع عنوان اصلی کتاب تحقق پیدا کرده است. یعنی ظهور منظری نو از جهان که در واقع اساس مدرنیته به حساب می آید و در ضمن علمی هم هست چون خاستگاه چیزی شد که واقعا علم نامیده می شود و نیز منبع قدرت آن شد. انتقاد از اغراق هال در نقل قول بالا آن است که نهایتا علم جدید در بستر همان تمدنی شکل گرفت که در طول تقزیا چهار سده، ویژگیهای برشمرده در آن مجموعا بستر این تحول علمی بوده است و نمی توان علم نو را جایگزین این یا ویژگی تمدن غرب گرفت چرا که تصور شکوفایی علم در غرب با تاکید بر اتمام کار تک تک این ویژگیها درست به نظر نمی رسد (۱۵).

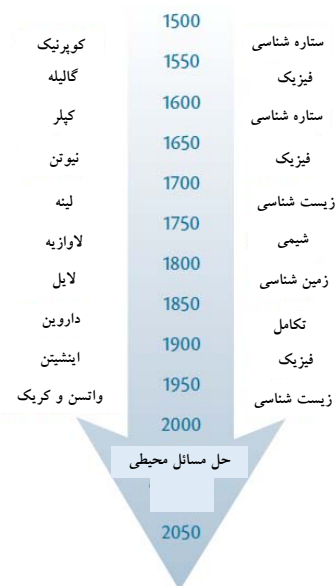
نقل قول دوم از کتاب اپل باثوم (۲۰۰۵) *انقلاب علمی و بنیادهای علم نو* آورده می شود. او نیز ضمن تاکید بر اینکه علم امروز بر کار، زندگی و تفکر ما چیرگی دارد ولی بنیادهای علم نو و راه های تفکر جدید در مورد دنیای طبیعت (مطالعات کیهانی، ماده، حرکت و فرایندهای زیستی) و نیز طبایع خود ما به عنوان موجوداتی اجتماعی، ریشه در فعالیت های اولیه دوران انقلاب علمی دارد. مسلمانان در دوران قرون وسطا با گسترش اسلام، با فیزیک، شیمی، آثار یونانیان در فلسفه، ریاضی و ستاره شناسی آشنا و مجذوب آنها شدند. سپس با ترجمه این آثار و پیشرفت دادن آنها با ایده های نو در سده ۱۳ میلادی انگار که منابعی برای تدریس در دانشگاه های اروپا فراهم کردند. در همان قرون وسطی چینی ها نیز با اختراع قطب نما، چاپ و کاغذ و مواد منفجره و نیز طناب ها و بادبانهای کشتی ها به اروپا راه گشودند. او ضمن مرور تاریخ تحولات علمی در صفحات ابتدایی اثرش اینکه علی رغم تفوق دانشمندان دوره اسلامی بر همتایان اروپای خود در دوران قرون وسطی، و نیز

بی شک مردم وقتی علاقه ویژه ای داشته باشند به علم روی می‌آورند، مثل اشتیاق امروزه مردم برای اطلاع از ویروسها و بیماریهای ویروسی و درمان آنها به دنبال همه گیری ویروس کرونا. ولی شاید این فعالان ارتباط علمی هستند که باید "نیاز به دانستن" را برای مسائل علمی در مردم زنده نگه دارند و آن را گسترش و پرورش دهند!

در طرف مقابل نیز بین دانشمندان و استادان برای یک فعالیت روزمره و سیستماتیک ارتباط علمی یکپارچگی لازم دیده نمی‌شود. اینکه همه در یک موضوع دیدگاهی یکسان نداشته باشند شاید امری عادی باشد ولی عدم وفاق از اهمیت موضوع نمی‌کاهد. تاکید بر این ضرورت گاهی واکنش های تندی از سوی برخی دانشمندان را به همراه دارد. در یک مطالعه کلاسیک در بریتانیا شورای پژوهشی نجوم و فیزیک ذرات وقتی می‌خواهد ارتباط علمی را یک وظیفه کاری برای دانشمندان قلمداد کند پاسخ برخی از آنها این بوده است که "لازم نیست مردم بدانند ما چه می‌کنیم آنها باید فقط بگذارند ما کارمان را انجام دهیم" و در جواب این استدلال که جامعه به آگاهی علمی نیاز دارد، پاسخ می‌دهند "من یک دانشمندم و این چیزی است که باید خوب انجام دهم. بگذارید کسان دیگری به این ارتباط بپردازند" (۲۱). در انتقاد به این گروه از دانشمندان در همین منبع گفته می‌شود شاید آنها در کاری که بسیار پیچیده می‌دانند و برای آن زحمت زیادی کشیده اند برایشان قابل تصور نیست کسانی با هیچ زمینه و تلاشی در زمینه فعالیت آنها از کارشان سر درآورند و آن را تهدیدی برای خود و همکارانشان می‌بینند. دانش را قدرتی می‌بینند که نباید آن را از دست دهند. آنها در آموزشی که دیده اند با مسلم دیدن حقایقی که روزی بدان خواهند رسید و با اعلام نتیجه کارشان مورد تحسین قرار خواهند گرفت نیازی به این ارتباط نمی‌بینند و یا شاید چون از ارتباط گریزان بوده اند به علم روی آورده اند! با این حال کار ارتباط علمی راه خود را در سطح جهانی پیدا کرده است و اینک اعتقاد و برنامه های مفصلی وجود دارد که می‌گوید لازم است دانشمندان پیام خود را به جامعه عرضه کنند و برای این کار باید آموزش ببینند و اینکه چنین آموزشی باید با تحصیلات تکمیلی در این قلمرو آغاز شود (۲۲).

بنیادهای ارتباط علمی در دوران معاصر

بی شک امروزه دوره ای منحصر از ارتباط علمی در تاریخ این نوع فعالیت و تجزیه و تحلیل آن به شمار می‌رود. در توصیف کلیات آنچه عمدتاً تاریخچه ارتباط علمی در انگلستان به حساب می‌آید قصد ترسیم مشکلات شروع، تثبیت و گسترش سیستماتیک ارتباط علمی در یک جامعه است و بقیه جوامع نیز در این مسیر کمابیش با مشکلات مشابه روبرو بوده اند.

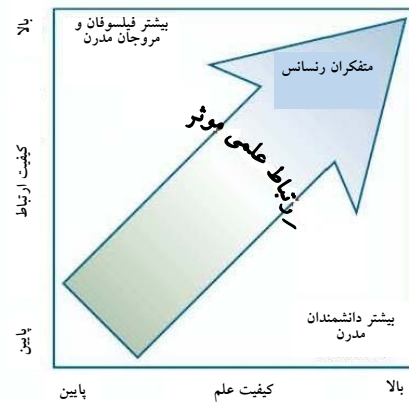


مجموعه ای از تغییرات پارادایمی که طی ۵۰۰ سال گذشته روی داده است. ارتباط علمی موثر منجر به تغییرات سبک زندگی و تغییرات فلسفی در جامعه می‌شود (۶).

خیلی پیش از آن هم به شکلی سستی در آگورای یونان رواج داشت. اما چرا همچنان موضوعی داغ است و گاهی نیازمند توضیح اهمیت آن؟ هرچند امروزه در بسیار از کشورها راه خود را یافته است و دولتها و مراجع ذیربط در تحقق آن وقت و اعتبار قابل توجهی صرف می‌کنند ولی هر جا که این فعالیتها سیستماتیک و روزمره نشده است باید برای تثبیت آن تلاش کرد. این فعالیت درکل دو طرف دارد: آنانی که باید در این آموزش نقش ایفا کنند و مردم که به اصطلاح ذینفع آن به حساب می‌آیند. در هر دو طرف دیدگاه ها و تمایلات جامعه ای که به آن تعلق دارند یکپارچه نیست. در مقاله ای که به سال ۱۹۸۶م در نیچر (۱۷) منتشر شده بر این نکته تاکید شده است که وقتی از مردم آمریکا و بریتانیا پرسیده شد، آگاهی از علم، تکنولوژی و پزشکی از نظر آنان نسبت به اطلاعات دنیای ورزش ارجح شمرده می‌شود ولی متأسفانه آنچه از علم می‌دانند آمار این علاقه مندی نسبی را تایید نمی‌کند. به عنوان مثال در همین منبع از یک بررسی در سال ۱۹۸۸م نقل می‌شود که از میان پرسش شوندگان عام در انگلیس و آمریکا به ترتیب ۳۴ و ۴۶ درصد نمی‌دانستند که زمین سالی یک بار به دور خورشید می‌چرخد و یا به ترتیب ۲۸ و ۲۵ درصد انگلیسی ها و آمریکایی ها می‌دانستند که آنتی بیوتیکها بر ویروسها اثر درمانی ندارند. بر اساس آمارهای جدیدتر که مرتب در آمریکا از چند دهه پیش این پارامترها سنجیده و گزارش می‌شوند نمی‌توان گفت که این وضعیت تغییر رضایتبخش داشته است (۱۹و۱۸).

در گزارش بودمر بر آموزش مناسب علم و معلمان بخوبی آموزش دیده برای ارتباط علمی درست تاکید شده بود (۲۰). از جمله تاکید شده بود هیچ دانش آموزی حتی تا سن ۱۶ سال نباید به آموزش فقط هنر یا فقط علم پردازد، رویه ای که هنوز هم در سیستم آموزشی انگلیس همچنان جاری است. همچنین در گزارش درخواست شده بود محتوی علمی بیشتری در رسانه ها، بویژه در روزنامه ها و تلویزیون و رسانه های شنیداری گنجانیده شود. فعالیت های COPUS امروزه شامل اعطای گرانت هایی برای انواع طرحهای با فعالیت ترویج علم است. همچنین در گزارش توصیه شده بود شورای پژوهشهای اقتصادی و اجتماعی (Economic and Social Research Council) (ESRC) و سایر موسسات از طرحهای پژوهشی در زمینه آموزش عمومی علم و فناوری حمایت کنند (۲۰). اوایل دهه ۱۹۹۰ دوره بسط و استحکام منابع و دخالت دانشمندان علوم طبیعی و انسانی در این برنامه ها شد و اولین ژورنال (Science Public Understanding of) در سال ۱۹۹۲ با هدف انتشار پژوهشهای مرتبط در انگلیس منتشر شد و یک دوره کارشناسی ارشد برای آموزش حرفه ای درک مردم از علم در کالج سلطنتی (Imperial College London) دایر شد. با تمام این پیشرفتهای گام به گام بحث در مورد کار ارتباط علمی همچنان ادامه یافت و امروزه نیز هم به لحاظ نظری و نیز در اجرا، پژوهش و مطالعه ادامه دارد. بحران عمومی برخاسته از بروز بیماری جنون گاوی در سال ۱۹۹۶ در بریتانیا و اینکه حکومت نتوانسته بود ارتباط علمی درستی با عموم برقرار کند نقطه عطف دیگری در اهمیت ارتباط علمی به حساب می آید. بحث و جدل پیرامون موضوع موجودات تراریخته ژنتیکی (Genetically Modified) در ۱۹۹۹ و بعد آن تور بحث در مورد اینکه آیا حکومت توانسته است زمینه های ارتباط علمی درست با مردم را فراهم کند بالا گرفت. مجلس اعیان بریتانیا در گزارش کمیته منتخب علم و فناوری خود تحت عنوان *Science and Society* اعلام می کند که رابطه جامعه با علم بحرانی است و به دنبال آن خواهان حل مشکلات روابط در فراهم کردن علم برای عموم شد. نتیجه کار فراهم کردن توصیه نامه های جدید و مهم تر ابداع مفهوم *public engagement* برای ترغیب شراکت مردم در مسائل و فرایندهای علم بود (۲۰).

ارتباط عموم با علم و فناوری (*public communication of science and technology*; PCST) که آغاز آن به سالهای دهه ۱۹۶۰م برمی گردد، اینک توسعه زیادی یافته و یکی از گفتمان های معمول ترویج علم شده است. بسیاری از کشورها به درجات گوناگون در این قلمرو فعالند. برخی برای آن خط مشی های ملی و برنامه های بزرگ برای توسعه و عمل دارند. این اقدامات شامل تاسیس مراکز علمی در شهرها، اجتماعات،



دو سده گذشته شاهد انشقاق فلسفه و ادبیات از علم بوده است. امروزه دانشمندان در کنار دارایی کیفیت علمی بالا عموماً کیفیت ارتباطی ضعیفی دارند، حال آنکه فیلسوفان جدید و خطبا دارای توانایی ارتباط بالا ولی دانش پائین هستند. ارتباط علمی موثر برای پرکردن شکاف بین دانشمندان و فیلسوفان و خطیبان جدید برای تغییر سرمشق های نو در تفکر اجتماعی ضروری است (۶).

انتشار گزارش بودمر^۱ (۱۹) به سال ۱۹۸۵ آغاز جنبش درک عموم از علم در انگلستان دوره معاصر است. این گزارش در پی درخواست انجمن سلطنتی از بودمر، از اعضای و مدیر بنیاد پژوهشهای سرطان در این انجمن، برای جستجوی راه های افزایش درک عموم از علم فراهم شد. خود بودمر روایت می کند وارد شدن وی در این برنامه از انتقادهای وی از ادعای ژنتیکی بودن اساس تفاوت های نژادی در بهره هوشی (IQ)، شروع شد. مضمون اصلی گزارش وی به عنوان مدیر کمیته انجمن سلطنتی درک عموم از علم (Committee on the Public Understanding of Science; COPUS)، تاکید بر نیاز دانشمندان به یادگیری چگونگی ارتباط با عامه مردم در تمام اشکال آن و در نظر گرفتن آن حتی به عنوان یک وظیفه بود. اهداف COPUS عبارت بودند از مروری بر طبیعت و وسعت درک مردم از علم؛ مکانیسم های موثر بر درک عموم از علم و فناوری؛ مشکلات ارتباط و نحوه فائق آمدن بر آنها و فراهم کردن توصیه هایی برای شورای انجمن سلطنتی. بودمر از زمره افرادی بود که در سخنرانی دوفرهنگ سنو (۱۹۵۹م) حاضر بوده است، زمانی که دانشجوی دکتری بود. چند سال بعد در یک دوره پسادکتری در استانفورد به آزمایشگاه جاشوا لدربرگ می پیوندد و در آنجا به تشویق وی در یک مناظره در مورد اساس ژنتیکی بهره هوشی شرکت می کند و برخوردش مورد توجه قرار می گیرد. با این سابقه به انجمن سلطنتی پیشرفت علم (British Association for the Advancement of Science) می پیوندد که آغازی برای سی سال همکاری تنگاتنگ با آن انجمن و ایراد سخنرانی های عمومی بسیار برای مردم می شود.

کارآمدی پیدا کنند. آنها با آموزش مردم از یک طرف و نقد و بررسی برنامه های خرد و کلان کشور، آتجا که به قلمرو علمی ایشان و کاربردهای اجتماعی آن مربوط می شود، مستقیم و غیرمستقیم در اداره زندگی جامعه سهم می شوند. هر چه توجه و فعالیت آنها در این عرصه ها، رابطه با مردم و ارکان مدیریت جامعه، از راه رسانه ها بیشتر باشد بی شک می توانند خدمات بیشتری عرضه کنند.

در انگلستان انجمن سلطنتی که در سال ۱۶۶۰ تأسیس شده بود بعدها کار ترویج علوم را برعهده گرفت و نقش مسلط آن را بالا در گسترش ارتباط علمی مرور کردیم. پس از بیش از ۱۰۰ سال فعالیت در سال ۱۷۷۹ Royal Institution به عنوان آزمایشگاهی پژوهشی تأسیس شد (۷ و ۱۹). این موسسه نقش آموزش مردم بویژه آموزش کارگران را بر عهده داشت. یکی از فعالیت های اصلی این موسسه آموزش به کارگیری پیشرفت های فنی روز برای بهبود فعالیت های کشاورزی و کاستن سطح فقر بود. این فعالیت های بشردوستانه بعدها با کارهای علمی و فعالیت هایی دنبال شد که به کشف تعدادی از عناصر، تأیید ساختار بنزن و آنزیم لیزوزیم منجر شد. در اینجا سخنرانی هایی برای عموم از سال ۱۸۰۲ برپا شد. سخنرانی های موسوم به کریسمس را فاراده از سال ۱۸۲۵ پنا گذاشت (شکل ۴).

چارچوب این سخنرانی ها همچنان پابرجاست و توسط متخصصین زمینه های علمی گوناگون ارایه می شود. در ۱۸۳۰ Babage در انگلستان با انتشار مقاله ای نگرانی خود را از عقب ماندگی علم در انگلستان به خاطر غفلت در نشر آن برای عموم اعلام کرد. در پاسخ به این مقاله Association for British Advancement of Science (BAAS) به سال ۱۸۳۱ تأسیس شد. این انجمن اختیار ویژه نه تنها برای تسهیل ارتباط با عموم که با حکومت را نیز داشت. در سال ۱۹۶۸ این انجمن، در سطح ملی انجمن دانشمندان جوان British Association of Young Scientists (BAYS) را تأسیس کرد که بیش از ۸۰۰۰ عضو فعال دارد. از فعالیت های برپایی هفته علم در ماه مارس است.



شکل ۴ - مایکل فاراده در حال سخنرانی کریسمس در انستیتوی سلطنتی (۱۸۵۶م)

مدارس و انجمن های مرتبط با نیازهای دستجات متفاوت مردم هستند. تا سالهای شروع دوران جدید، کار ارتباطی بیشتر در حوزه کسانی (عمدتاً ژورنالیست ها) بود که به ارتباط علمی علاقه داشتند. شاید توجه جدی اسنو به اهمیت کار و ایراد سخنرانی ماندگار دوفرهنگ وی که آشکارا به شکاف بین علم و فرهنگ در جامعه مدرن اشاره داشت نقطه عطفی برای دعوت از دانشمندان جهت مشارکت در ارتباط علمی باشد. بیشتر کارهای سیستماتیک از سوی مجامع علوم پایه و انسانی پس از ارائه نظرات اسنو در آن سخنرانی ریشه ای وی پاگرفت. جامعه مدرن نمی تواند بپذیرد که "علم جادویی باشد که بین عامه و دانشمندان شکاف پرنکردنی ایجاد کند چرا که این پاسخگوی ادراک حسی معمول مردم جهان امروزه نیست" (۲۱). پیشقدم شدن در این ارتباط واقعا جزء لاینفک وظایف اخلاقی دانشمندان و اغلب جوامع و موسسات علمی، و مورد نیاز جدی مردم است. البته در طول این نوشته بارها اشاره شد که ارتباط علمی بین دانشمندان و مردم اصلا چیز تازه ای نیست، ولی ارتباط علمی این روزه نوعا دیگر از نوع علاقه مندی به مباحث صرف نظری و فلسفی نیست که مردم را گرد یک دانشمند می آورد، بلکه اساساً یک ضرورت است چرا که به پیشرفت های سریع علمی بیش از هر دوره ای اینک زندگی فردی و جمعی ما را پیوسته و هرروزه دگرگون می سازند. شاید بی راه نباشد که پیشنهاد کنیم هر کجا که آموزش و پژوهشی در کار است یکی از وظایف آن باید آموزش عموم در هر شکلی که ممکن است باشد. جان د. میلر مدیر مرکز بین المللی گسترش باسوادی علمی دانشگاه میشیگان می گوید "پژوهشگران برای بهبود باسوادی علمی باید در هیئت مدیره مدارس وارد شوند." (۲۳). ارتباط علمی علاوه بر اهداف تربیتی می تواند نتایج اجتماعی، استراتژیک و بازاریابی و سیاسی نیز داشته باشد. کافی است یک پژوهشگر یا دانشمند از نتایج کارش در رسانه های عمومی صحبت کند و در کنار شهرت و اعتبار در آموزش علمی نتایج کارش را قطعاً راحت تر و سریع تر به مخاطبین دیگر خود نیز عرضه می کند!

انجمن های علمی در ترویج علم

انجمن های علمی شاید بی پیرایه ترین سازمانها برای ترویج علم و ارتباط دانشمندان با عموم باشند (۲۴).

چون اساس کارشان همین است، یعنی ایجاد رابطه با ارکان و آحاد جامعه برای گسترش دانشی که هدف بنیان گذاران و فعالان آن انجمن بوده است. اعضای که برای فعالیت در یک انجمن گرد می آیند باید بتوانند در شناساندن اهمیت علمی که تحت لوای آن فعالیت دارند با مسئولین دولتی و سیاستگزاران و رسانه ها از یک طرف و عموم مردم از طرف دیگر رابطه موثر و

دهد مورد بحث است. هرچند در این نوشته با رویکردی مثبت به این موضوع پرداخته شده است ولی کانون بحث مان این نکته نیست. در این بخش بیشتر اجمالا به روشها و مدل‌های ارتباط علمی می پردازیم. به منظور آشنایی با تعدادی از واژه های کلیدی موارد بحث مقاله حاضر و قلمرو ارتباط علمی به جدول ۱ نگاه کنید (۷)، با این تاکید که برخی از واژگان این جدول در نوشته حاضر به کار نرفته است.

ارتباط علمی سه دوره داشته است (۷، ۲۶): باسوادی علمی (Scientific Literacy)، درک عموم از علم (Public Understanding of Science; PUS) و شرکت کردن عموم در علم و فناوری (Public Engagement with Science and Technology; PEST).

با سوادی علمی

این مدل تحت عنوان کمبود علم عامه (Public Deficient Model) نیز شناخته می شود و در آن فرض بر این است که مردم چیزی از علم نمی دانند و باید با آموزش یک طرفه و گفتن حقایق علمی به مردم این وضعیت را در جامعه ترمیم کرد (شکل ۵). در واقع به لحاظ تاریخی این نخستین رویکرد در ارتباط علمی بین دانشمندان و مردم به شمار می رود که قدمت آن هم بسیار زیاد است.

ایده باسوادی علمی، علم را به مثابه بسط تلاش برای خواندن و نوشتن و استعداد ریاضی می داند. با سوادی علمی موثر شامل چهار عنصر می شود: (۱) دانستن در حد حقایق کتابهای درسی پایه؛ (۲) درک روشهایی مانند به کارگیری احتمال و طراحی آزمایش؛ (۳) ارج گذاری به پیامدهای مثبت علم و فناوری؛ (۴) رد خرافات و موهومات. درست یا غلط، با سوادی علمی را بهره‌مندی از دانشی در نظر می گیرند که قابل آزمون و سنجش باشد و با پرسشهای کوتاه در مورد موضوعات مشخص آزمودنی باشد. مانند آنچه قبلا در همین نوشته در مورد سنجش اطلاعات مردم از چرخیدن زمین به دور خورشید در مقاله دوران ذکر شد و ارزیابی سوالات مشابهی که از سال ۱۹۷۰م به بعد در گزارش های (۱۸) دوسالانه شاخص های علمی بنیاد ملی علم (National Science Foundation) ایالات متحده منتشر می شود.

اندازه گیری دانش واقعی (factual) مسئله اصلی این سرمشق (paradigm) است. یعنی در یک آزمون از افراد خواسته می شود که پاسخ دهند آیا یک گزاره علمی درست یا غلط است و یا اینکه چیزی در آن مورد نمی دانند. برخی از این پرسشها شامل اطلاعات مربوط به سرتیتر اخبار نیز می شود.

شبیه این رویداد در بسیاری از کشورها برای نشر و معرفی علم وجود دارد. در طول سده های ۱۸ و ۱۹ انجمن های علمی با موضوعات ویژه مانند انجمن های لینه، زمین شناسی، جانورشناسی، نجوم، و شیمی تاسیس شدند. انجمن مشابهی نیز از چند سال پیش در آلمان تاسیس شده بود (۷، ۱۹، ۲۰).

در فرانسه نیز موسسه ای مشابه ولی به شکل نهادی دولتی این وظیفه را از سال ۱۶۶۳ آغاز کرد. سایر کشورهای اروپایی و نیز در امریکا به ارزش کار پی بردند و تا پایان سده ۱۸ بیش از ۲۰۰ انجمن در زمینه گسترش علم برپا شد. چاپ مقالات رشد و اهمیت پیدا کرد. ایالات متحده نیز در سال ۱۸۴۸ American Association for Advancement of Science (AAAS) را با پیام بهره مند ساختن مردم از پیشرفت های علمی و فنی برپا کرد که همچنان با قدرت درعمومی کردن علم کار می کند. همین انجمن مجله معتبر Science را هفتگی چاپ می کند. روز عمومی علم (Public Science Day) نیز از فعالیت های AAAS از سال ۱۹۸۵ است. برپایی انجمن ها و سازمانهایی که کمتر رسمی بودند نیز با هدف ترویج علم ایجاد شدند. یکی از اینها که فقط به همت چند عضو علمی برجسته ایجاد شد X Club در انگلستان بود. از افتخارات این کلوب پیشینیانی از Huxley & Tyndal در تاسیس ژورنال بسیار معتبر Nature است که آن هم هفتگی منتشر می شود (۷).

هدف اولیه اکثر این انجمن ها و سازمانها، ایجاد ارتباط علمی با جامعه، فراهم کردن رویدادهای در رسیدن به این هدف، جلب همکاری مردم برای درگیر شدن و درک مسایل علمی روز بوده است.

روش های ارتباط علمی

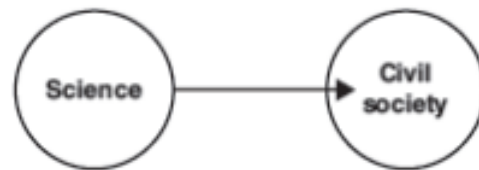
اینک ارتباط علمی از نظر بسیاری یک قلمرو علمی مستقل است. ابداع واژه نوساخته SciCom (SCIENCE communication) نشان از هویت جدید آن دارد (۲۵). این قلمرو به خاطر چندرشته ای و بین رشته ای بودن و نیز اجتماعی بودن آن مسائل و چالشهای خود را دارد. یعنی باید ارتباط علمی را با مطالعات جامعه شناختی، آموزش، فلسفه، تاریخ، علوم سیاسی، اخلاق و البته خود علم عجین سازد. این قلمرو رو به گسترش است و دانشمندان باید بدانند که به عنوان یک زمینه علمی مطرح می شود که در گوشه و کنار از زمره دوره های آموزشی تحصیلات تکمیلی درآمده است. زمینه ای که با نظریه ها و مدلها، ژورنالهای مختص به خود، کنفرانسهای مربوط به این قلمرو، و درسهای دانشگاهی ویژه تعریف شده، رو به پیشرفت است. اینکه سابقه و مطالعات مرتبط اجازه تعریف آن به عنوان یک قلمرو علمی مستقل و جداگانه را می

جدول ۱- تعاریف واژگان معمول در بحث ارتباط علمی (۷).

واژگان	تعریف
ارتباط علمی (Science communication)	عمومی کردن علم
عموم، مردم (Public)	هر فردی از اتحاد جامعه
عامه مردم (Lay public)	مردم، شامل دانشمندان دیگری که در یک قلمرو خاص غیر متخصص به حساب می آیند
باسواد علمی (Scientific literacy)	دانش فهم واقعیات و فرایندهای علمی
شراکت عموم (Public engagement)	ارتباط و بحث با مخاطبان عام
امداد و کمک (Outreach)	همکاری معنی دار همراه با سودمندی متقابل با شرکای دیگر در آموزش، تجارت، خدمات عمومی و اجتماعی
درک عموم از علم (Public understanding of science)	دانش علمی و چگونگی کاربست آن با زندگی روزمره
ارتباط (Communication)	برهمکنش اجتماعی با نمادها و نظامهای پیامی
مدل کمبود (Deficient model)	مدلی که دان عموم را بدون دانش و درک علمی می داند که فقط می توان با بیان حقایق آن را اصلاح کرد
مدل گفتگو (Dialogue model)	تبادل بین عموم و دانشمندان
شراکت بالادستی (Upstream engagement)	بحثی که پیش از تحقق هر توسعه علمی و فنی، با مردم انجام می گیرد
شهروند علم (Citizen science)	عامه شرکت کننده در پژوهش

از آموزش صرف خود علم به وضعیت نگرش نسبت بدان تغییر پیدا کرد و وابستگی دانش به نگرش مورد سنجش قرار گرفت. اما برخلاف انتظار، اینکه دانش بهتر موجب انگیزه نگرش مثبت می شود چندان درست از کار در نیامد. علی رغم وجود رابطه اندک در مورد مسائل مورد منازعه هیچ رابطه ای بین دانستن بهتر و نگرش بهتر دیده نشد. شهروندان بخوبی آگاه و کم آگاه در هر دو سوی منازعه وجود داشتند. از نظر روان شناسی داشتن دانش برانگیزنده نگرش نیست بلکه شاخص کیفیت تعیین کننده است: نگرشهای مبتنی بر دانش، مثبت یا منفی، قویا ثابت می مانند و در برابر تغییر مقاومت می ورزند. گرچه هردو شهروند آگاه و ناآگاه متفاوت فکر می کنند ولی لزوماً به نتیجه گیری های متفاوت نمی رسند! بدین ترتیب بر این روش هم انتقادهای بالا گرفت. از بحرانهای بیماری جنون گاوی و نیز نگرشها نسبت به استفاده از محصولات تراریخته و انتقاد عموم از دانشمندان روشن کرد که مدل مبتنی بر کمبود شکست خورده است. بحران جنون گاوی ثابت کرد که ایده بحث در مورد ریسک بیماریها ضروری است و اینکه گروه های متفاوت مردم، مصرف کنندگان، فعالان اجتماعی و جماعت دولتی و کشاورزان که هریک دانش خود را از موضوع دارند باید در نظر گرفته می شدند. وقتی رابطه بین جنون گاوی و واریانت بیماری Creutzfeldt-Jacob آشکار شد بحران اعتماد نیز به وجود آمد، چرا که دولت قبلاً اطمینان داده بود بین این دو رابطه ای وجود ندارد. در مورد مصرف فراورده های تراریخته هم تردید عموم نسبت به تصمیمات خوب دولت برای آنها آشکار شد و همان طور که می دانیم تردید و سوال در مورد مصرف این محصولات چندین دهه است که همچنان ادامه دارد.

از سال ۱۹۷۰ بسیار از کشورها از بزرگسالان آزمون باسوادی علمی بزرگسالان گرفته می شود هرچند برخی تحلیل این داده ها را مسئله دار می دانند. مشکل احتمالی هر مقایسه ای بی طرفی (fairness) شاخص هاست. کشورها پایه های دانشی متفاوتی دارند و باسوادی بازتابی از این دانش های پایه ای است و مسئله سنجش باسوادی مستلزم توجه بیشتری است.



شکل ۵- دوره سواد علمی. دانشمندان مردم را آموزش می دهند (۱۶).

درک عموم از علم (PUS)

از نیمه دوم دهه ۱۹۸۰م ارتباط علمی با انتقادهایی بر نگرش پیشین با این عبارت فعالیت خود را ادامه می دهد. این دوره پس از گزارش تاثیرگذار ۱۹۸۵م بود. مر به نیابت از انجمن سلطنتی بریتانیا آغاز شد. مثل دوره قبل اصل بر کمبود دانش عموم است (شکل ۶) اما اینکه به مسئله گرایش (attitude) نیز توجه می شود (۷، ۲۶). مردم حمایت کافی از علم ندارند؛ و این مایه نگرانی موسسات علمی است. پس انجمن سلطنتی طبق نظر بسیاری از اعضای خود فرض می کند که دانش بهتر انگیزه ای برای نگرشهای مثبت می شود و در نتیجه اصل موضوع این می شود: "هرچه بیشتر بدانید بیشتر آن را دوست می دارید". پس برنامه

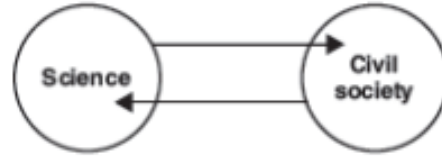
است. بحران اعتماد عمومی وقتی که همه چیز به نوعی سیاسی می‌شود و یا سیاسی دیده می‌شود به آسانی قابل حل نیست. مفاهیم نادرست از مردم در ذهن دانشمندان و سیاست‌گزاران موجب سوء برداشت آنان در تلاش‌های ایجاد ارتباط شده و مردم را از آنها دورتر می‌سازد. در این مدل فقط صحبت از دانش برای عموم را کافی نمی‌دانند و گوش کردن به عموم و وارد شدن در یک مبادله دوطرفه دیدگاه‌ها و نظرات را لازم می‌دانند. این به منزله مشارکت دادن مردم در سیاست‌گذاریها و جلب حمایت و اعتماد آنها و لحاظ کردن دیدگاه‌های مردم در وضع مقررات در مورد علم و تصمیماتی است که حکومت می‌گیرد (۷، ۲۶).



شکل ۷- دوره PEST: علم جزء ارتباطات فعال جامعه است (۱۶).

با الهام از این مدل در برخی از کشورها موارد خوبی از برقراری گفتگو بین دولت و سیاست‌گزاران و عموم پا گرفت. از جمله تشکیل شورای پژوهشی علوم زیستی و زیست فناوری در انگلیس و نیز رویدادهای گفتگو در قالب‌ها و اسامی گوناگون در امریکا مثلاً در مورد محصولات تراریخته بوده است. خیلی زود روحیات شرکت مردم در این فعالیتها با ارزیابی تکمیل شد. در سایه روح سوداگرانه سیاست مدرن دیر یا زود سوال می‌شود که این رویدادهای علمی چه اثرات، و چه هزینه‌هایی دارد و آیا پیامدهایی ناخواسته‌ای خواهند داشت که بهتر است از آنها اجتناب کرد؟ هرچند این ملاحظات دوباره ایده‌های سنتی باسوادی علمی و چرخیدن اوضاع بر همان پاشنه را تداعی می‌کند ولی این بار ارزیابی‌ها بنوعی با سنجش تفکر مردم سروکار دارند.

ارزیابی‌ها نشان می‌دهد این رویدادها نتایج مثبت داشته است چرا که مردم از این راه به متخصصین دسترسی یافته و گفتگوی چندجانبه میان دانشمندان و متخصصین با مردم فراهم شده است.



شکل ۶- دوره PUS؛ بین علم و دانشمندان و مردم رابطه دوسویه است و ایده‌ها تبادلی می‌شود (۱۶).

مدل PUS در مفاهیم، روشها و داده‌پردازی‌ها تجدید نظرهایی کرد چرا که معلوم شد فقط جهل از حقایق نیست که دلیل تضاد بین علم و جامعه است. زیرا به طور آشکار شهروندان تحت تاثیر تجربیات و دانسته‌های خود و نیز انواع نقطه نظرات فرهنگی و دینی هستند. مدل PUS یک دستور کار منطقی و یک دستور کار واقع‌گرایانه داشت. در دید منطقی نگرشها از پردازش اطلاعات با اصل منطق پدید می‌آیند. یعنی فرض این است که مردم با داشتن تمام اطلاعات و درک احتمالات بیشتر می‌توانند از علم حمایت کنند. و نبرد مردم در موضوع، بنوعی نبرد بین اطلاعات بیشتر و استدلال آماری درست (درک خطرات) است. در دید واقع‌گرایانه، نگرشها وسیله‌ای برای برقراری روابط عاطفی با دنیا هستند. اینکه عواطف چطور می‌توانند با منطق رابطه برقرار کنند سوال آزار دهنده‌ای است. واقعگرا عواطف را با منطق تبلیغات می‌فهمد و بنابراین نبرد برای [به دست آوردن] عقل مردم نبردی برای [به دست آوردن] دلهاست. اینکه چطور نظر مردم را جلب کنیم مسئله اغوای آنها برای پذیرش نقطه نظرات است که ظاهراً اینجا بین اخبار علمی و اخبار مربوط به مصرف یک پودر لباسشویی تفاوت چندانی وجود ندارد.

مدل PEST، یا علم و جامعه

این مدل با مترادف آن Science and Society نیز شناخته می‌شود و دقیقتر اینکه مدلی است که هردو مفهوم علم برای جامعه و گرفتن علم از جامعه را دربردارد. شرکت دادن مردم در علم این معنی را دارد که در کنار اینکه می‌خواهیم علم را میان جامعه ببریم باید از جامعه نیز ایده بگیریم و مردم را در فعالیت‌های علمی وارد کنیم (شکل ۷). در اینجا رابطه اینکه مردم کمبود دانش دارند معکوس می‌شود یعنی کمبود نه در مردم بلکه در موسسات علمی و فعالانی است که اعتماد مردم را از دست داده‌اند. شواهد نگرش منفی مردم نسبت به دانش و دانشمندان در بحرانهای متعدد، مانند بحران بیماری جنون گاوی و مصرف محصولات تراریخته و اخیراً همه‌گیری کرونا خود را نشان داده

جدول ۲- پارادایم های مختلف، مشکلات و راه حلها

دوره	ویژگی و تشخیص	راهبرد و پژوهش
با سواد علمی دهه های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰	کمبود علم بین عموم	سنجش با سواد آموزش
درک عموم از علم (PUS) ۱۹۸۵ تا دهه ۱۹۹۰	کمبود علم بین عموم نگرش ها	آگاهی X نگرش تغییر نگرش آموزش روابط عمومی
علم در جامعه دهه ۱۹۹۰ تا امروز	کمبود اعتماد کمبود کارشناس و خبره کار نظرات مردم بحران اعتماد	شراکت مردم تفکر و تعمق وساطت خوب تاثیر ارزیابی

البته این مدل نیز مشکلات خود را دارد ازجمله شراکت شمار محدودی از مردم، نقش نداشتن کافی در تنظیم دستورها، نداشتن مسئولیت مستقیم سازمان دهندگان این گفتگوها در سیاستگزاری و و چگونگی تبدیل این رویدادها به یک ارتباط فراگیر با مخاطبان بیشتر (۲۱-۱۹).

ارتباط علمی از راههای دیگر

علاوه بر فعالیت هایی که دانشمندان یا مروجان علم مستقیم و رو در رو در سخنرانی ها یا کارگاه ها و کلاسهای آموزشی دارند راه های دیگری که عموماً غیر مستقیم اند برای این ارتباط وجود دارند. برنامه های رادیویی، تلویزیون، روزنامه ها، نوشتن کتابها و فعالیت های اینترنتی همه از جمله وسایل موثر در ارتباط علمی به شمار می روند. موزه های تاریخ طبیعی و علوم، مراکز علمی نیز از جمله نهادهای موثر در آموزش و گسترش علم برای عموم به شمار می روند (۲۷). کلی [شاید هم بیشتر رویایی] که بنگریم هر صاحب علمی، انفرادی یا سازمانی، در هر شرایطی می تواند خود را در یک ارتباط علمی موثر درگیر کند، چه در شکل یک برنامه مدون و دائمی و چه گاه و بیگاه و هر وقت که دست دهد، و این البته نیازمند سعه صدر بالا و نیز کمی فداکاری است. مردم واقعا تشنه اخبار و حقایق علمی درست اند و این برعهده دانشمندان و موسسات علمی و پژوهشی و نهادهای دیگری است که مستقیم و غیرمستقیم وظیفه آموزش عموم را بر عهده دارند.

هر چند در کشور ما نیز فعالیتهای و مراکز متعدد با هدف ترویج علوم وجود دارد ولی این تلاشهای پراکنده باید با سازماندهی در سطح ملی گسترش پیدا کنند. مردم نیز اشتیاق شرکت در این رویدادها را بخوبی دارند و قطعاً حاضرند برای آنها هزینه کنند و در نتیجه لذت ارتباط متقابل برای گسترش علم مثل گردشگری

جاذبه و استعداد بهره مندی اقتصادی را برای بانیان و گردانندگان این فعالیتهای داراست. کاش گوشه ای از سرمایه های کلان درگیر کلاسهای آمادگی کنکور که البته به هزینه مردم رواج و رونق اقتصادی هم پیدا کرده است صرف آموزش های عمومی می شد. علم آنقدر افسون و جاذبه دارد که از هر راهی آموزش آن اقتصادی هم هست. امروزه گسترش علم دارای جنبه های اقتصادی، خدماتی، فرهنگی و اجتماعی مهمی است که نمی توانند نادیده گرفته شوند (۲۷، ۶، ۳). انتظار نمی رود که دانشمندان نیز مثل سنن قدیمی نسبت به غیر دانشمندان فداکاری بیشتری داشته باشند و این فعالیت های عمومی می تواند منبع درآمدی برای ایشان باشد. مردم وقتی احساس نیاز به چیزی را داشته باشند آن را پی می گیرند، ولی این دانشمندان هستند که می توانند برای عرضه به آنها همیشه متاعی داشته باشند که آنها را به شرکت و بهره مندی از آن ترغیب کنند و مردم را چنان مشتاق علم کنند که آنها علم را، جدا از آنهایی که با هدف تحصیل مدرک دانشگاهی و غیره می بینند، به عنوان سرگرمی روزمره خود ببینند. اتفاقاً در بررسیهای همه پرسی که در سطح دنیا شده است ظاهراً مردم به کسب و اطلاع از علم بیش از ورزش و شاید حتی هنر گرایش دارند. اینکه چرا برای ورزش و هنر اینهمه مشتاق اند، که البته جای تقدیر دارد، شاید مشکل را باید از عرضه ناکافی علم توسط دانشمندان دید. برای ارتباط علمی امروزه راههای زیادی وجود دارد؛ علاوه از نوشتن کتابهای ساده، ایجاد وب سایت ها، سخنرانی ها و شرکت در کارگاه های آموزشی و میزگردهای رادیویی و تلویزیونی و ... همه می توانند مردم را به سوی دانشمندان جلب کنند. دانشمندان باید در کنار ارتباط علمی با همتران خود، باید راههای ارتباط با عموم و رسانه ها را نیز پیدا کنند یا فرا گیرند. انتقاد اسنو (۱ و ۲) از شکاف بین دانشمندان علوم پایه و علوم

گرفتن و درهم تافتن مشاهدات به نظریات محکم می‌رسند و کمال‌گرا هستند و اهل تحلیل و سنتز ... و عمل‌گرایان (Pragmatists) که علاقه‌مندند آیا ایده‌ها در عمل کارآمد هستند و برای ایده‌های جدید نظر مثبت دارند و آنها را درمی‌یابند و سعی در عمل دارند ... در هر جماعتی هر فردی ترکیبی از این راه‌ها و کمی از هریک را ممکن است داشته باشد ولی یکی از آنها در وی معمولاً نقش بارز دارد."

هر که در کار ارتباط علمی وارد می‌شود ضمن به کار گرفتن این روش‌های متفاوت، آنها را به راهی می‌کشاند که ترجیح خود اوست و این مشکلاتی برای وی فراهم می‌کند چون در می‌یابد که همه راه‌منتخب وی را شاید در آموزش دوست نداشته باشند و در نتیجه باید در ارتباط خویش با نگرش وسیع‌تر فرصت‌هایی را فراهم کند که مخاطبین بیشتری را جلب کند. در روش‌های امروزه که به رابطه متقابل فعالانه در ارتباط توجه می‌شود گنجاندن نظریه هوش چندگانه (Gardner, 1993) در برقراری ارتباطات موفق اهمیت دارد. طبق این نظریه هفت هوش پایه شناخته شده وجود دارد که در یک تعامل با هدف جلب حداکثر ممکن از مخاطبان باید به آنها توجه کرد. این انواع هوش عبارت‌اند از هوش زبانی، منطقی-ریاضی (که معرف توانایی علمی است)، فضایی، موزیک، هوش بدنی یا فیزیکی که شامل حرکات دست و بدن می‌شود، هوش بین‌شخصی (توانایی کار با دیگران) و هوش درون‌شخصی (توانایی شکل بخشیدن به یک مدل دقیق از خود). به نظر‌گاردنر این هوش‌ها از هم متمایزند و در هر فردی، بسته به توسعه هریک از آنها، این یا آن شکل هوش بیشتر جالب توجه می‌کند. برای یادگیری موثر در افراد گوناگون تجارب مرتبط با هریک از این هوش‌ها باید گنجانیده شود. نظریه آموزش سازنده اساس تمام ارتباط موفق-گوش‌فرا دادن به و درک مخاطبین-را در خود جمع دارد. خواه برای مخاطبین حاضر خواه از نظر فیزیکی دور (نظیر کارهای ژورنالیستی یا طراحان چند رسانه‌ای)، غفلت از سرشت مخاطبین و اینکه چگونه فکر می‌کنند به شکست ارتباط می‌انجامد. هرچیزی در راه ارائه مفاهیم علمی از برای موفقیت از نظریه آموزش سازنده بهره می‌گیرد: مشکلات ارتباط، روش و زبان. بنابراین نحوه ارتباط، روشی که برگزیده می‌شود و زبان مورد استفاده همه بی‌شک در یادگیری موثرند.

مشکل دیگر ارتباط علمی امکان انتقال "ایده‌های غلط" است (۲۱) که مخاطبان را از قبل هم سردرگم‌تر می‌کنند. اینجاست که نقش‌آنهايي که وارد کار ارتباط علمی می‌شوند سنگین‌تر می‌شود. برای پرهیز از این مشکل و دردسر، علاوه بر تسلط به فنون درست ارتباط علمی باید به دانش درست موضوع مورد بحث احاطه و به درمیان گذاشتن صداقانه و بی‌کم و کاست آن اعتقاد داشت؛ همچنین بر حساسیت بردن یک مفهوم یا دستاورد

انسانی در اثر به یاد ماندنی وی دو فرهنگ - که در شروع این نوشته از وی یاد کردیم- با آرزوی پدیدار شدن فرهنگ سومی (Third Culture) همراه بود که شکاف بین اینها را پر سازد، یعنی دسته‌سومی که با فعالیت‌های ارتباطی درخور فاصله بین اینها را از میان بردارد.

نگرش درست به آموزش و ترویج علم

نقل سطوری از فصل اول کتاب *Science communication in theory and practice* (۲۱) در مورد سازنده بودن آموزش در این بخش بی‌فایده نیست. لازمه سازنده بودن آموزش در آن است که معلم بداند هر دانش‌آموزی هر آنچه را می‌آموزد در بستر دانش فعلی اوست و بر همین مبنا او ایده‌ها می‌پذیرد یا رد می‌کند. این دیدگاه برای آموزش در کلاسهای رسمی مشکلاتی ایجاد می‌کند چرا که محیط ایده‌آل برای آموزش هرکسی به شیوه یادگیری شخصی وی، تجارب و باورهای قبلی و غیره بستگی پیدا می‌کند. در آموزش غیررسمی و آموزش عموم این مشکل بیشتر می‌شود چرا که بستختی می‌توان در مورد زمینه مخاطبان به نتایجی رسید. اما برخی فرضیات پایه می‌تواند به ارتباط موثر کمک کند که بیشتر به عقل سلیم نیاز دارد. یک نکته مهم در آموزش سازنده آن است که آموزش زمانی رخ می‌دهد که پایه و اساسی برای توجه فراگیران وجود داشته باشد. نویسندگان به نقل از یاگار (۲۸) ضمن برشمردن راههایی برای ارزیابی فراگیران، شامل گرفتن آزمونها، ایجاد فضای بحث و تشویق برای مراجعه به سایر منابع و ایده‌ها و احترام به دیدگاه‌های یکدیگر و ... به خصوصیات یک محیط سازنده، از جمله تأکید بر علائق و منابع محلی، اشاره می‌کنند. علاقه‌مندان مباحث علمی در جستجوی اطلاعاتی برای حل مشکلات زندگی هستند. تأکید بر تأثیر علم و فناوری در زندگی هر فرد و نیز آینده وی اهمیت دارد. در محیط سازنده از فرایندها و مهارت‌های علمی به عنوان کیفیتی "ویژه" یاد نمی‌شود و لازم نیست برای مشارکت در علم "ویژه" باشید.

بسط این توجه به نیازها و تجربیات فردی آن است که هرکسی از راهی یاد می‌گیرد و توصیف‌های متفاوتی برای این روشها وجود دارد که نویسندگان کتاب برای مثال تعریف‌هانی و مامفرد (Honey&Mumford, 1986) را ذکر می‌کنند که چهار راه یادگیری را برمی‌شمارد:

"راه فعالان/اجتماعی (Activists) که با عمل یاد می‌گیرند. ذهن باز دارند ... مشتاق تجربیات تازه‌اند و با بارش فکری به مسائل برخورد می‌کنند ... راه افراد آرام و با تامل (Reflectors) که کناری می‌ایستند و تجربیات را غور می‌کنند و رسیدن به یک نتیجه قطعی را به تعویق می‌اندازند و از مشاهده و گوش کردن به دیگران لذت می‌برند نظریه پردازها (Theorists) با

بلکه جامعه علمی [وبه تبع آن مردم نیز] به همان اندازه در توضیح و توجیه این بیماری ویروسی تقریباً در اغلب دنیا و شاید در تمام سطوح علمی و بهداشتی کاملاً سردرگم و درمانده شدند. نگارنده به عنوان عضو دو سه انجمن علمی که اغلب اعضای آن زیست شناسان و دانشمندان رشته های وابسته اند، در همان ایام شاهد تبادل اطلاعات و بحث هایی در این سایتها بوده است که نشان می داد جدا از کم و کیف اطلاعات و دانش موجود در میان این پیشگامان علم و پژوهش کشور، چقدر از نظر ارتباط علمی و تمهیدات برقراری این ارتباط با جامعه همه احساس کمبود می کردند. شاید از نظر سازمانی و اجرایی تمام نهادهای لازم و برنامه ها و دستورات باید و نباید اغلب کارها و اقدامات لازم را داشته باشیم ولی در مواقع اضطرار معلوم می شود که اینها چقدر درواقع آماده و کارآمد هستند. قطعاً اگر ارتباطات سریع دنیای مجازی و اینترنت نبود ابعاد این همه گیری از نظر تلفات انسانی بسیار گسترده و فاجعه بار می شد. مدیران و سیاستمداران و دانشمندان با درس گرفتن از این رویداد سهمگین باید در کنار چاره اندیشی و رفع کمبودهای لجستیکی و فنی بهداشت و ضروریات حفظ سلامت مردم، برای رویارویی با مصائب مشابه به فکر تجدید سازمان نهادها و ارکان مسئول ارتباط علمی با جامعه باشند. اگر به دنبال جامعه ای سالم و پیشرفته هستیم باید ارتباط علمی را به فعالیت و سستی پایدار و رشک برانگیز و نه پیش و پا افتاده تبدیل کنیم. فعالیتی که امروزه در بسیاری از دانشگاه ها و مراکز علمی دنیا با تاسیس دفاتر پویا و رویدادهای هیجان انگیز برای ترغیب عموم به شرکت در آنها جریان دارد.

انجمن های علمی و سازمانهای مردم نهاد نیز بیش از پیش باید در فکر آموزش دائمی و درست مردم باشند. ما به عنوان اعضای انجمن های علمی - بویژه انجمن هایی که با علوم سروکار دارند که یافته های آنها در زندگی روزمره نقش و کاربرد دارد- باید ایمان داشته باشیم که برقراری و حفظ ارتباط علمی دائم با عموم بسیار مهم و ضروری است. باید فعالانه با انتشار مجلات، برقراری کلاسها و کارگاه های آموزشی و همکاری با رسانه های دیگر اعم از دولتی و خصوصی در تحقق این ارتباط پیشگام و فعال باشیم. به زبانی صحبت کنیم غیرمتخصصان، اعم از عالیتین مقامات سیاسی و اجتماعی تا مردم کوچه و بازار آن را درک کنند، نه اینکه با هربحثی با ما مضطرب تر و هراسان از شرایط به اندازه کافی هراسناک وحشت بی مورد داشته باشند. باید به نگرانی های جامعه در موارد گوناگون حساس باشیم و از غرور و خودخواهی، و اینکه مردم نمی توانند مسائل را درک کنند - پس نیازی به گفتگو با آنها نیست- پرهیز کنیم. باید در برابر سوء استفاده از علم و مبارزه با ضد- و شبه علم پرچم بلند

عامی نو به میان مردم، با تمام جوانب گوناگون آن، بخوبی آگاه بود. از این روست که کار ارتباط علمی به خاطر پیچیدگیهای مفاهیم علمی امروزه دیگر کار صرفاً ژورنالیستی به حساب نمی آید. بحث های داغ امروزه در مورد گرمایش زمین، تنوع زیستی، نانوتکنولوژی، محصولات تراریخته و توصیف بیماریها و راه درمانی آنها، استفاده از سلولهای بنیادی و ... ، آن طور که در روزنامه ها و اخبار رسانه ها معرفی، تبلیغ و ضد تبلیغ درست و نادرست می شوند همه گواهی بر این مدعاست. نگارنده برای تاکید بیشتر بر این نکته فقط به یکی از تجربیات شخصی خود اشاره می کند: چند سال پیش از طرف یک برنامه علمی رادیویی تلفنی می خواهند نظر وی را در مورد اینکه دیگر در لقاح آزمایشگاهی نیازی به اسپرم نیست پرسند و در پاسخ به سوال وقتی می شنوند که چنین چیزی ممکن نیست با یادآوری اینکه این خبر دیگر همه جا پخش شده است تلویحاً می خواستند یادآور شوند چطور ممکن است به عنوان یک زیست شناس از جریان خبر ندارد و یا قادر به توجیه یک خبر موثق نیست! پس از جستجو، خیلی ساده معلوم شد خبر به گزارش موفقیت آمیز چندپار کردن رویان شکل گرفته در لقاح آزمایشگاهی البته به کمک یک اسپرم (In vitro Fertilization; IVF) به چند بخش با تعداد سلولهای کمتر و ذخیره آنها در سرما برای استفاده و جایگزینی رحمی در صورت عدم توفیق آبستنی اول، مربوط است. بدین ترتیب بخش اول موضوع کاملاً ناگفته رها می شود و تیتیر خبر می شود "لقاح بدون نیاز به اسپرم". موفقیتی که هرچند از نظر فنی بسیار قابل توجه و کم کردن بخشی از زحمت روند لقاح آزمایشگاهی دوباره برای خانم خواهان تلقیح مصنوعی و آزمایشگاه مجری است، اما در نهایت یادآور فرایند اتفاقی ساده و معمول در طبیعت و در برخی از آبستنی ها ست، یعنی دو یا چندپار شدن رویان اولیه در رحم باردار و تشکیل همزمان دو یا چند جنین و زایمان دو یا چند قلوئی یکسان. رخدادی که اغلب تقریباً با یک توضیح ساده آن را می فهمند، چرا که نتیجه آن را اغلب در زندگی اطراف خود مشاهده کرده اند.

نتیجه گیری

تقارن انتشار این مقاله با ایام کرونایی فرصتی فراهم کرد تا همه به اهمیت ارتباط علمی بین دانشمندان و مردم در جامعه به شکلی عینی پی ببریم. از نخستین روزهای گرفتاری جامعه ایرانی و جهانی در این همه گیری نداشتن اطلاعات درست و اینکه چه باید کرد، مثل خود بیماری کووید-۱۹ آزارنده بود. حداقل چند هفته ای طول کشید تا سیاستمداران طراز اول دنیا و نیز در ایران خود را برای سخنرانی و اطلاع رسانی درست در مورد این ویروس و بیماری و راههای مقابله با آن آماده سازند. متأسفانه فقط سیاستمداران نبودند که در این قافله عقب بودند،

۶. تدوین و پیشنهاد برنامه های آموزش علوم برای مردم از سوی دانشگاه ها، موسسات پژوهشی و مدارس سراسر کشور.
 ۷. ایجاد مشوق های موثر برای علاقه مندان فعالیت علمی و اجرایی در زمینه عمومی سازی و ترویج علم.
 ۸. ملزم ساختن انجمن های علمی برای آموزش عمومی در زمینه های کاری و مطالعاتی خود و ملاحظه سطح و عمومیت این نوع فعالیت ها به عنوان یکی از معیارهای امتیاز دهی و ارزیابی فعالیت انجمن ها.
 ۹. تأسیس، فعال سازی و تجهیز روزآمد نهادهایی مانند خانه های علم، موزه ها، هرابریوها و پارک های علمی و فناوری و ... که آمادگی آموزش و جلب علاقه مندان آموزش عمومی را به طور بالقوه دارند.
 ۱۰. ایجاد و گسترش کانا لهای منحصر و مختص ترویج علوم در رادیو و تلویزیون.
 ۱۱. تعیین یک روز و یا بازه زمانی مثلاً ۳ روزه تا یک هفته به عنوان روز یا هفته علم برای مردم و شرکت فعال و موثر دانشگاه ها و مراکز آموزشی و پژوهشی کشور با برنامه های بخوبی طراحی و پیش بینی شده و یا برپایی جشنواره های آموزشی با درهای باز برای عموم طی این رویدادها.
- نگارنده امیدوار است با ارائه کلیات مربوط به موضوع ارتباط علمی، اهمیت آن به اندازه کافی روشن شده، راه نقد و نظر و بسط مباحثی که در این مقاله تقدیم شد گشوده شود. بی شک این نوشته مروری اجمالی بر کل مبحث ارتباط علمی به حساب می آید و پژوهشگران و علاقمندان این قلمرو می توانند با تمرکز بر جنبه های گوناگون موضوع ارتباط علمی، مقالات و دیدگاه های مطرح اعم از تألیف یا ترجمه، را برای انتشار در شماره های بعد به مجله زیست شناسی ایران ارسال فرمایند.

داشته، برای گسترش علم با تمام ارکان و احاد جامعه ارتباط نزدیک برقرار کنیم.

برخی از کارها یا تکمیل کارهایی که بنوعی جریان دارند، به امید اینکه مورد توجه قرار گیرند و مراجع ذیربط در تحقق آنها جدیت داشته باشند، در زیر فهرست می شود. البته ممکن است دوستان متفکر ما در این انجمن و یا سایر انجمن ها در اصلاح و تکمیل این پیشنهادات اعلام نظر و ارائه طریق کنند تا راه ارتباط علمی بین متولیان دانش و مردم، بیش از پیش تقویت شود.

۱. مرور جامع بر ادبیات موجود در زمینه اثار منتشره در زمینه علم برای عموم، علم و جامعه و ... انتشار نتیجه این مطالعه در یک کتابنامه ویژه معرفی این انتشارات به زبان فارسی با هدف بهره برداری برای یک برنامه ریزی مدون و بلندمدت برای اجرا.
۲. گردآوری اطلاعات در زمینه دانشمندان و فعالان این قلمرو، سازمانهای فعال و برنامه های موجود برای جمع بندی و رسیدن به یک شیوه نامه جامع تا هماهنگ کردن فعالیت های مرتبط و ترسیم کمبدها و زمینه های ضروری برای کار عمومی کردن دانش در سطح کشور.
۳. فعال کردن و شراکت فرهنگستانها، بویژه فرهنگستانهای علوم و پزشکی، در امر آموزش عمومی با ایجاد دفاتر و بخش های با فعالیت روزمره در این زمینه.
۴. فعال کردن و شراکت دفاتر انجمن اولیای مدارس و معلمان و والدین متخصص و علاقه مند در امر آموزش علمی عموم.
۵. برنامه ریزی برای گنجاندن درسی برای دانشجویان قلمروهای علوم پایه (و شاید حتی علوم انسانی مرتبط) برای درک اهمیت عمومی سازی علم و دادن نگرشهای لازم به آنها در این خصوص و نقش مفید این نوع آموزش در زندگی روزمره

منابع

1. C.P. Snow THE REDE LECTURE, 1959 © Cambridge University Press
2. THE TWO CULTURES with Introduction by Stefan Collini, Cambridge University Press
3. Science Communication Culture, Identity and Citizenship, Sarah R. Davies • Maja Horst, 2016
4. Education for sustainable development, an international perspective Abdalla Mohammed Khataybeh et al. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 5 (2010) 599–603
5. Science communication as political communication PNAS | September 16, 2014 | vol. 111 | suppl. 4 | 13585–135
6. *Communicating Science Effectively. A practical handbook for integrating visual elements.* Thomas et al. © 2006 IWA Publishing.
7. *Science Communication, A practical Guide for Scientists.* Laura Bowater & Key Yeoman. Wiley_Blackwell. 2013.
8. The Power of Science Communication. Mihaela Sabina Jucana, Cornel Nicolae Juca, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 149 (2014) 461 – 466
9. *Communication and Popularization of Science and Technology in China.* F. Ren and J. Zhai, China Science and Technology Press and Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014
10. The Agora. In: *How the Greeks Built Cities.* Wycherley R.E. (1962), Palgrave, London.
11. *The scientific revolution and the foundations of modern science* / Wilbur Applebaum, 2005, Greenwood Guides to Historic Events, 1500–1900
12. Sydney Ross B.Sc. Ph.D. (1962) *Scientist: The story of a word*, *Annals of Science*, 18:2, 65-85, DOI: 10.1080/00033796200202722
13. *The New Organon: Aphorisms Concerning the Interpretation of Nature and the Kingdom of Man*, collected in James Spedding, Robert Ellis and Douglas Heath (eds.), *The Works of Francis Bacon* (1857), Vol. 4, 92-3.

14. *The Scientific Revolution 1500-1800: the Formation of the Modern Scientific Attitude*, London, A. R. Hall, 1954, p.364
15. Hunter Crowther-Heyck, H-ideas (2001)
16. *Communicating Science Professional, Popular, Literary*. Nicholas Russell. Cambridge University Press 2010
17. The Public Understanding of Science. John R. Daurant, Nature, 340 6 July 1986.
18. National Science Board. 2012. *Science and Engineering Indicators* 2012
19. The public understanding of science. Report of a Royal Society ad *hoc* Group endorsed by the Council of the Royal Society. The Royal Society, 1985.
20. The public understanding of science: 30 years of the Bodmer report. The School science review · Sept. 2013: 95(350)
21. Science communication in theory and practice. Bernard Schiele, Michel Claessens, Shunke Shi, Editors. 2001. Springer.
22. Lessons from Science Communication Training. Warren et al. Science Vol 316 25 May 2007
23. Nature Medicine volume 17 | number 1 | January 2011
24. Science communication at scientific societies. Jeanne Braha Student Conservation Association, United States. Seminars in Cell & Developmental Biology 70 (2017) 85-89
25. *All About Science: Philosophy, History, Sociology & Communication*. Burguete & L. Lam, editors
26. *Communicating Popular Science, From Deficit to Democracy*. Sarah T. Perrault. 2013. Palgrave Macmillan UK.
27. *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Edited by Massimiano Bucchi and Brian Trench. Second Edition 2008.
28. The constructivist learning model : Towards reform in science education. Yager, RE. (1991). The Science Teacher, 58 (6), 52-57.
29. *Using your learning skills*. Honey, P., & Mumford, A (1986). Maidenhead, Berks
30. *Multiple Intelligences: The theory in practice*. Gardner, H. (1993). New York: Basic Books.

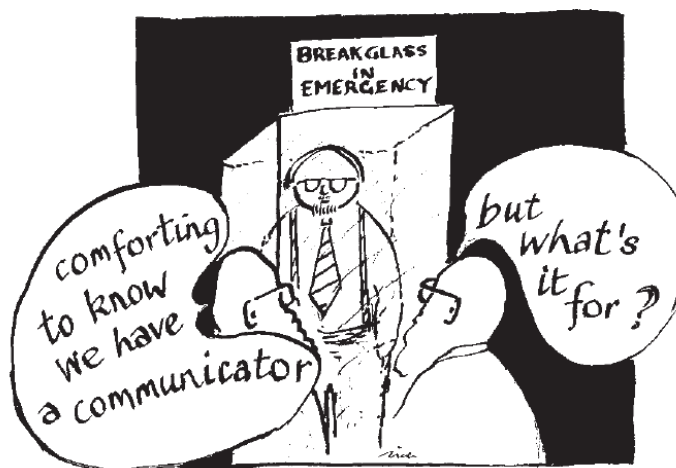
Science Communication

A review on Importance, History, and Its Models

Abstract

The article is an extended version of a talk on the issue given in *Half-Day Seminar on the Complications Scientific Publications* held by Iranian Academy of Sciences, on July the ninth of 2019. Apparently, science communication, an old tradition and once very popular according to the literature reviewed, is not well advanced along with the magnificent scientific progress happened during the last two centuries. As a matter of fact, modern experts in scientific disciplines seem are not very much interested to share their knowledge with public in general, and the gap between scientific communities and lay public becomes more widened. However, the importance of science communication for public has emerged as a topic of interest for academics and administrations in last two decades, evidenced by advancement of public education plans and programs in several countries. It also appeared as a discipline of education in many universities around the world. Due the huge progress and fast moving advances in basic sciences, and their implications in everyday life, the requirement of communicating scientific knowledge is more evident both for the public and government officials. Since the gap between scientists enrolled in different disciplines, between them and the society and policy-makers considered to be a barrier to science progress in society and for sustainable development as well. This article reviews the history of scientific communication, the emergence of the “scientific revolution”, and present-day importance and models of science communication as a field of research and study.

Key words: Scientific communication, public, models, science and society, scientific literacy, public understanding of science, public engagement, scientific revolution



Sharing knowledge: A guide to effective science communication (2002)