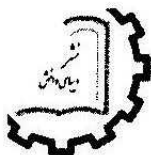


گزین گویه‌های علمی

دکتر عباس محمدی اصل

www.ketab.ir



سرشناسه: محمدی اصل، عباس؛ ۱۳۴۶-
عنوان و نام پدیدآور: گزین گویه‌های علمی / عباس محمدی اصل
مشخصات نشر: تهران: دیبای دانش، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری: ۱۷۴ ص. شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۴۴۴-۴۲-۲
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
یادداشت: کتابنامه

موضوع: علوم- کلمات قصار
موضوع: Science- Quotations, maxims, etc

موضوع: نکته‌گویی‌ها و گزینه‌گویی‌ها
موضوع: Aphorisms and apothegms

شناسه افزوده: سلیمی، مهتاب، ۱۳۵۵-، ویراستار

رده‌بندی کنگره: PN۶۲۷۷

رده‌بندی دیویی: ۳۹۸/۹۴

شماره کتاب‌شناسی ملی: ۸۸۲۸۵۲۳

عنوان: گزین گویه‌های علمی
پدیدآورنده: دکتر عباس محمدی اصل

نوبت و تاریخ چاپ: اول ۱۴۰۱

شمارگان: ۳۰۰ نسخه

قیمت: ۶۱۰۰۰ تومان



www.ketab.ir

نشانی: تهران، میدان انقلاب، ابتدای کارگر جنوبی، کوچه رشتچی، پلاک ۱۴، واحد ۴.

☎ ۰۲۱۶۶۹۲۲۰۲۷

☎ ۰۹۱۲۴۸۵۹۵۶۴

🌐 www.Dibayadanesh.ir

✉ Diba_Danesh10904@yahoo.com

📠 Telegram.me/diba_danesh

📷 Instagram.com/Dibayadaneshpub

کلیه حقوق این کتاب متعلق به نشر دیبای دانش است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست

۷.....	سخنی با خواننده
۲۵.....	مقدمه.....
۳۵.....	گزین گویه ها.....
۱۴۹.....	جمع بندی.....
۱۶۱.....	منابع.....

www.ketab.ir

سخنی با خواننده

خرد خردمندان و تجربه اعصار می‌تواند در قالب
نقل قول حفظ شود.

ایزاک دیزارنیلی

علم (Science) یکی از شعب دانش (Knowledge) است که دریافت‌هایی سیستماتیک و سازمان‌یافته را در قالب تبیین‌ها و پیش‌بینی‌های قابل آزمایش درباره جهان ارائه می‌دهد. ریشه‌های اولیه علم در عرصه‌های ریاضیات، نجوم و پزشکی را می‌توان در مصر باستان و بین‌النهرین در حدود ۳۰۰۰ تا ۱۲۰۰ قبل از میلاد جست که وارد فلسفه طبیعی یونان در دوران باستان شد و بر این پایه تلاش برای ارائه توضیحاتی از رویدادهای جهان فیزیکی بر اساس علل طبیعی انجام گرفت. این میراث پس از سقوط امپراتوری روم غربی و انحطاط دانش یونانیان در قرون وسطی به جهان اسلام منتقل شد و برآیند فلسفه طبیعی از آن را اساس انقلاب علمی قرن شانزدهم میلادی ساخت. بسط بینش و روش علمی تا قرن نوزدهم میلادی مبنای تکوین بسیاری از ویژگی‌های نهادی و حرفه‌ای علم گردید و علم طبیعی از این رهگذر زادنی مجدد یافت. علم مدرن معمولاً به علوم طبیعی [پایه (فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و علوم فضایی) و کاربردی (مهندسی، علوم کشاورزی، پزشکی و علم مواد)]، علوم اجتماعی [پایه (انسان‌شناسی، اقتصاد، علوم سیاسی، جغرافیای انسانی، روان‌شناسی و جامعه‌شناسی) و کاربردی (مدیریت بازرگانی، سیاست عمومی، بازاریابی، حقوق، تعلیم و تربیت و توسعه بین‌الملل)] و علوم صوری [پایه (منطق، ریاضیات و آمار) و کاربردی (علوم نظری

کامپیوتر) و علوم کاربردی (مهندسی و پزشکی) تقسیم می‌پذیرد. علم وفق تحقیقات دانشمندان کنجکاو در مورد جهان و مایل به حل مشکلات پیشرفت می‌کند و به شکل مشارکتی معمولاً توسط تیم‌هایی در مؤسسات دانشگاهی و تحقیقاتی، سازمان‌های دولتی و شرکت‌ها انجام می‌شود و با نقد حلقه‌های علمی می‌بالد. تأثیر عملی کار آن‌ها منجر به ظهور سیاست‌های علمی شده که با اولویت دادن به توسعه محصولات تجاری، تسلیحات، مراقبت‌های بهداشتی، زیرساخت‌های عمومی و حفاظت از محیط زیست به دنبال تأثیرگذاری بر بنگاه‌های علمی هستند.

چالش علمی با ایده‌های متافیزیکی به یاری تکنولوژی در عصر رنسانس توسط اندیشمندانی چون کپرنیک، کپلر، گالیله بالا گرفت و رنه دکارت و فرانسیس بیکن استدلال‌های فلسفی را به نفع نوع جدیدی از علم غیرارسطویی بسط دادند که مبتنی بر تفکر و حجیت در کنار تجربه و آزمایش قوانین موضوعاتی چون طبیعت با منطق ریاضی-هندسی بود. اسحاق نیوتن و گوتفرید ویلهلم لایبنیتس به‌عنوان پیش‌درآمد عصر روشنگری موفق به توسعه فیزیک جدیدی شدند که اکنون به‌عنوان مکانیک کلاسیک نامیده می‌شود و می‌تواند با آزمایش تأیید گردد و با استفاده از ریاضیات توضیح داده شود و به روشی غیرغایت‌شناختی از مفاهیم تازه مثل انرژی و پتانسیل برای تبیین رابطه‌ای ابژه‌ها سود برگیرد. واژه علم در این دوره به‌تدریج برای اشاره به نوعی تعقیب معرفتی خاص به‌ویژه در شناخت طبیعت رایج‌تر شد که از نظر معنایی به اصطلاح قدیمی فلسفه طبیعی نزدیک می‌نمود. هدف و ارزش اعلام‌شده علم به قول بیکن، اعطای اختراعات و ثروت‌های جدید به زندگی بشر است تا سعادت انسان تأمین گردد. علم در دوران روشنگری تحت سلطه انجمن‌های علمی و آکادمی‌ها بود که تا حد زیادی جایگزین دانشگاه‌ها به‌عنوان مراکز تحقیق و توسعه علمی شده بودند. انجمن‌ها و آکادمی‌ها نیز ستون فقرات بلوغ حرفه علمی بودند. پیشرفت مهم دیگر نیز رواج علم در میان جمعیتی بود که به‌طور فزاینده‌ای باسواد می‌شدند. دایره‌المعارف‌نویسی و توسعه طبقه‌بندی بیولوژیکی، درک جدیدی از مغناطیس و الکتریسیته و بلوغ شیمی زمینه‌ساز استفاده از قوانین طبیعی نه تنها در عرصه فیزیکی که در حوزه‌های اجتماعی نیز شد؛

چنانکه ایده‌های مربوط به انسان، جامعه و اقتصاد نیز در دوران روشنگری تکامل یافت. هیوم، آدام فرگوسن، جان میلار و دیگر متفکران روشنگری اسکاتلندی علم انسان را درباره نحوه رفتار انسان‌ها در جهان توسعه دادند و با تلاش‌های اندیشمندانی چون آدام اسمیت در عرصه اقتصاد نیز طلیعه فرهنگ مدرن درخشید.

تکوین بسیاری از ویژگی‌های متمایز علم مدرن معاصر در قرن نوزدهم میلادی مانند دگرگونی زندگی و علوم فیزیکی، استفاده مکرر از ابزار دقیق، ظهور اصطلاحاتی مثل زیست‌شناس و فیزیکدان و دانشمند، دور شدن آهسته از برجسب‌های کهنه مانند فلسفه طبیعی و تاریخ طبیعی و حرفه‌ای شدن فزاینده محققان طبیعت سبب مرجعیت فرهنگی دانشمندان برای جامعه شد و توسعه اقتصادی و صنعتی شدن کشورهای متعدد، رونق یافته‌ها و نوشته‌های علمی را خصوصاً در معرفی به عامه مردم تسهیل کرد. در اوایل این قرن جان دالتون نظریه اتمی مدرن را پیشنهاد کرد و جان هرشل و ویلیام ویول در راستای سیستماتیک کردن روش‌شناسی گام برداشتند. در اواسط قرن نیز چارلز داروین و آلفرد راسل والاس به‌طور مستقل نظریه تکامل توسط انتخاب طبیعی را در سال ۱۸۵۸ میلادی ارائه کردند که توضیح می‌داد چگونه گیاهان و حیوانات مختلف پیدایش و تکامل یافته‌اند. گرگور مندل هم در سال ۱۸۶۵ میلادی اصول وراثت بیولوژیکی را ترسیم کرد که به‌عنوان پایه‌ای برای ژنتیک مدرن عمل می‌کند. قوانین بقای انرژی و تکانه و جرم، جهانی بسیار پایدار را معرفی می‌کرد که در آن منابع کمی از دست می‌رود. با ظهور ماشین بخار و انقلاب صنعتی روشن شد تمام اشکال انرژی متعارف در فیزیک به یک اندازه مفید نیستند و کیفیت انرژی یکسانی ندارند. این درک منجر به توسعه قوانین ترمودینامیک شد که در آن انرژی آزاد جهان به‌طور مداوم در حال کاهش است و آنتروپی جهان بسته در طول زمان افزایش می‌یابد. نظریه الکترومغناطیسی نیز در این قرن توسط هانس کریستین اورستد، آندره ماری آمپر، مایکل فارادی، جیمز کلارک ماکسول، الیور هیوساید و هاینریش هرتز پایه‌گذاری شد و سؤالاتی را مطرح کرد که با استفاده از چارچوب نیوتن به راحتی نمی‌شد به آن‌ها پاسخ داد. پدیده‌هایی که امکان تخریب اتم را فراهم می‌کرد در دهه آخر قرن نوزدهم میلادی

کشف شد: کشف پرتوهای ایکس الهام‌بخش کشف رادیواکتیویته بود و سپس اولین ذره زیراتمی، یعنی الکترون کشف شد. در اواخر قرن نوزدهم میلادی یعنی زمانی که ویلهلم وونت اولین آزمایشگاه را برای تحقیقات روان‌شناختی در سال ۱۸۷۹ میلادی تأسیس کرد، روان‌شناسی به‌عنوان رشته‌ای جدا از فلسفه ظاهر شد.

در قرن بیستم میلادی نظریه نسبیت آلبرت اینشتین و توسعه مکانیک کوانتومی منجر به جایگزینی مکانیک کلاسیک با فیزیک جدیدی شد که انواع مختلف رویدادها را در طبیعت توصیف می‌کند. توسعه آنتی‌بیوتیک‌ها و کودهای مصنوعی در نیمه اول قرن، رشد جمعیت جهانی انسان را ممکن کرد. هم‌زمان، ساخت اتم و هسته آن کشف شد که منجر به آزاد شدن انرژی اتمی (قدرت هسته‌ای) گردید. به علاوه استفاده گسترده از نوآوری‌های تکنولوژیکی که توسط جنگ‌های این قرن تحریک شده بود، منجر به انقلاب‌هایی در حمل و نقل (خودروها و هواپیماها)، توسعه موشک‌های قاره‌پیما، رقابت فضایی و مسابقه تبلیغات هسته‌ای شد. تکامل در اوایل قرن بیستم میلادی زمانی که سنتز مدرن تکامل داروینی را با ژنتیک کلاسیک آشتی داد، به نظریه واحدی تبدیل شد. ساخت مولکولی DNA توسط جیمز واتسون و فرانسیس کریک در سال ۱۹۵۳ میلادی کشف گردید. کشف تابش پس‌زمینه مایکروویو کیهانی در سال ۱۹۶۴ میلادی منجر به رد نظریه حالت پایدار جهان و به نفع نظریه انفجار بزرگ ژرژ لمارتر شد. توسعه پروازهای فضایی در نیمه دوم قرن، اولین اندازه‌گیری‌های نجومی را بر روی اجرام در فضا یا نزدیک آن‌ها از جمله با فرود شش ماهنورد بر روی ماه تحقق بخشید و تلسکوپ‌های فضایی به اکتشافات متعددی در نجوم و کیهان‌شناسی جان بخشیدند. استفاده گسترده از مدارهای مجتمع در ربع آخر قرن بیستم میلادی همراه با ماهواره‌های ارتباطی منجر به انقلابی در تکنولوژی اطلاعات و ظهور اینترنت جهانی و محاسبات تلفن همراه در قالب گوشی‌های هوشمند شد. نیاز به نظام‌بندی انبوه زنجیره‌های علی‌طولانی و در هم تنیده و مقادیر زیاد داده منجر به ظهور زمینه‌های نظریه سیستم‌ها و مدل‌سازی علمی به کمک کامپیوتر گردید. مسائل زیانبار زیست‌محیطی مانند تخریب لایه ازن، اسیدی‌شدن، اتروفیکاسیون و تغییرات آب و

هوایی در همین دوره مورد توجه عموم قرار گرفت و باعث ظهور علم محیط زیست و تکنولوژی زیست‌محیطی شد.

در قرن بیست و یکم میلادی پروژه ژنوم انسان در سال ۲۰۰۳ میلادی تکمیل شد و توالی جفت‌های باز نوکلئوتیدی تشکیل‌دهنده DNA انسان را تعیین کرد و تمام ژن‌های ژنوم انسان را شناسایی و نقشه‌برداری کرد. سلول‌های بنیادی پرتوان القایی در سال ۲۰۰۶ میلادی توسعه یافتند، تکنولوژی که به سلول‌های بالغ اجازه می‌دهد به سلول‌های بنیادی تبدیل شوند قادر به ایجاد هر نوع سلولی که در بدن یافت می‌شود و بالقوه اهمیت زیادی در زمینه پزشکی بازساختی دارد. با کشف بوزون هیگز در سال ۲۰۱۲ میلادی، آخرین ذره‌ای که توسط مدل استاندارد فیزیک ذرات پیش‌بینی شده بود، پیدا شد. در سال ۲۰۱۵ میلادی، امواج گرانشی که یک قرن قبل توسط نسبیت عام پیش‌بینی شده بود، برای اولین بار مشاهده گردید. در سال ۲۰۱۹ میلادی رصدخانه تلسکوپ افق رویداد اولین نتایج خود مثل اولین تصویر مستقیم از یک سیاهچاله بسیار بزرگ را با ۵۵ میلیون سال نوری فاصله از زمین اعلام کرد.

علم مدرن معمولاً به علوم طبیعی، علوم اجتماعی و علوم صوری تقسیم می‌شود که هر یک شامل رشته‌های علمی مختلف تخصصی و در عین حال همپوشانی است که اغلب دارای نامگذاری و تخصص خاص خود هستند. علوم طبیعی و اجتماعی، تجربی هستند؛ زیرا دانش آن‌ها مبتنی بر مشاهدات تجربی است و می‌توان اعتبار آن را توسط سایر محققانی که تحت شرایط مشابه کار می‌کنند، آزمود. همچنین رشته‌های مرتبط نزدیکی مانند مهندسی و پزشکی وجود دارند که از علم استفاده می‌کنند و گاه به‌عنوان علوم کاربردی توصیف می‌شوند.

علوم طبیعی به مطالعه تجربی دنیای فیزیکی - زیستی در شعبی چون فیزیک و شیمی و ستاره‌شناسی و زمین‌شناسی می‌پردازد، علوم اجتماعی مطالعه تجربی - آماری یا فرهنگی - تاریخی یا موردی - بینا فرهنگی رفتار انسان و عملکرد جوامع در قالب انسان‌شناسی، اقتصاد، تاریخ، جغرافیای انسانی، علوم سیاسی، روان‌شناسی و جامعه‌شناسی و امثالهم است و علوم رسمی مثل ریاضیات، نظریه سیستم‌ها و علوم

نظری کامپیوتر با تکیه بر مطالعه عینی، دقیق و سیستماتیک به تولید دانش با استفاده از سیستم‌های صوری اختصاص دارد و علی‌رغم شباهاتی با سایر علوم اما برای تأیید مفاهیم انتزاعی خود منحصرأ بر استدلال قیاسی و بدون نیاز به شواهد تجربی تکیه می‌کند. این رویکرد پیشینی نقش مهمی در علوم تجربی دارد؛ چنانکه مثلاً حساب دیفرانسیل و انتگرال در ابتدا برای درک حرکت در فیزیک اختراع شد. علوم طبیعی-اجتماعی مبتنی بر کاربردهای ریاضی نیز عبارتند از: فیزیک ریاضی، شیمی ریاضی، زیست‌شناسی ریاضی و اقتصاد ریاضی. علم کاربردی اما استفاده از روش علمی برای دستیابی به اهداف عملی است و شامل طیف گسترده‌ای از رشته‌ها مانند مهندسی و پزشکی است. مهندسی استفاده از اصول علمی برای طراحی و ساخت ماشین‌ها، سازه‌ها و موارد دیگر از جمله پل‌ها، تونل‌ها، جاده‌ها، وسایل نقلیه و ساختمان‌ها است و طیفی از زمینه‌های تخصصی‌تر مهندسی را در بر می‌گیرد که هر کدام بر حوزه‌های خاصی از ریاضیات کاربردی، علوم و انواع کاربردها تأکید ویژه‌ای دارند. پزشکی تمرین مراقبت از بیماران با حفظ و بازپایی سلامت از طریق پیشگیری، تشخیص و درمان آسیب یا بیماری است. پزشکی معاصر از علوم زیست‌پزشکی، تحقیقات پزشکی، ژنتیک و تکنولوژی پزشکی برای پیشگیری، تشخیص و درمان آسیب و بیماری معمولاً از طریق استفاده از داروها، وسایل پزشکی، جراحی و مداخلات غیروارویی استفاده می‌کند. علوم کاربردی اغلب در مقابل علوم پایه قرار می‌گیرند که بر پیشبرد نظریه‌ها و قوانین علمی متمرکز هستند که رویدادهای جهان طبیعی را تبیین و پیش‌بینی می‌کنند.

تحقیقات علمی یا پایه هستند یا کاربردی. تحقیق پایه عبارت است از جستجوی دانش و تحقیق کاربردی جستجوی راه حل برای مسائل عملی با استفاده از این دانش. اگرچه برخی از تحقیقات علمی تحقیقات کاربردی در مورد مسائل خاص هستند، بخش زیادی از درک ما از انجام تحقیقات بنیادی مبتنی بر کنجکاوی ناشی می‌شود. این منجر به گزینه‌هایی برای پیشرفت‌های تکنولوژیکی می‌شود که برنامه‌ریزی نشده یا حتی گاه قابل تصور نیستند. تحقیقات پایه نیز می‌تواند چرخش‌های غیرمنتظره‌ای داشته باشد و به نوعی روش علمی برای مهار شانس ساخته شده است. تحقیق علمی متضمن

استفاده از روش علمی است که به دنبال تبیین عینی وقایع طبیعت به روشی قابل تکرار است. آزمایش فکری یا فرضیه تبیینی به عنوان توضیح با استفاده از اصولی مانند صرفه جویی ارائه می شود و عموماً انتظار می رود با سایر حقایق پذیرفته شده مرتبط با پدیده ها مطابقت داشته باشد. این توضیح جدید برای ایجاد پیش بینی های ابطال پذیر با آزمایش یا مشاهده استفاده می شود. رد پیش بینی هم گواه پیشرفت است. این امر تا حدی از طریق مشاهده پدیده های طبیعی انجام می شود؛ اما ضمناً از طریق آزمایش هایی انجام می گیرد که سعی می کنند رویدادهای طبیعی را تحت شرایط کنترل شده و متناسب با رشته شبیه سازی کنند. در علوم رصدی مانند ستاره شناسی یا زمین شناسی، رصد پیش بینی شده ممکن است جای آزمایش کنترل شده را بگیرد. آزمایش به ویژه در علم برای کمک به ایجاد روابط علی (مانع مغالطه همبستگی) مهم است. وقتی فرضیه ای رضایت بخش نبود، یا اصلاح می گردد یا کنار گذاشته می شود. اگر فرضیه از آزمون جان سالم به در برد، ممکن است در چارچوب نظریه علمی، مدل یا چارچوبی منطقی و خودسازگار برای توصیف رفتار پدیده های طبیعی خاص پذیرفته شود. نظریه معمولاً رفتار مجموعه های وسیع تری از پدیده ها را نسبت به فرضیه توصیف می کند. غالباً تعداد زیادی از فرضیه ها را می توان به طور منطقی توسط نظریه به هم پیوند داد. بنابراین نظریه، فرضیه های مختلف دیگر را توضیح می دهد. در این راستا نظریه ها بر اساس اکثر اصول علمی مشابه فرضیه ها تدوین می شوند. علاوه بر آزمایش فرضیه ها، دانشمندان همچنین ممکن است مدلی تولید کنند چونان تلاشی برای توصیف یا ترسیم پدیده در قالب نمایش منطقی، فیزیکی یا ریاضی و ایجاد فرضیه های جدید قابل آزمایش، بر اساس پدیده های قابل مشاهده. در حین انجام آزمایش ها برای آزمایش فرضیه ها، دانشمندان ممکن است نتیجه ای را بر نتیجه دیگر ترجیح دهند و بنابراین مهم است اطمینان حاصل شود علم در کل می تواند این سوگیری را از بین ببرد. این را می توان با طراحی دقیق آزمایشی، شفافیت و فرایند بررسی دقیق نتایج تجربی و همچنین هرگونه نتیجه گیری به دست آورد. پس از اعلام یا انتشار نتایج آزمایش، این امر عادی است که محققان مستقل نحوه انجام تحقیق را مجدداً بررسی کنند و با انجام

آزمایش‌های مشابه برای تعیین میزان قابلیت اعتماد، اعتبار نتایج آن را پیگیری کنند. روش علمی امکان حل مسئله بسیار خلاقانه را فراهم می‌کند و در عین حال هرگونه تأثیر سوگیری ذهنی از جانب کاربران خود را به‌ویژه سوگیری تأیید به حداقل می‌رساند. تأییدپذیری بیناذهنی برای ایجاد همه دانش علمی اساسی است؛ زیرا دانشمندان می‌توانند الگوهای یکدیگر را در طول قرون شناسایی کنند. این توانایی اجرای ادراکی سپس رضایت منجر به اجماع را سنگ محک معرفت قابل اعتماد می‌سازد.

ریاضیات در شکل‌گیری فرضیه‌ها، نظریه‌ها و قوانین در علوم طبیعی و اجتماعی ضروری است. مثلاً از آن در مدل‌سازی کمی استفاده می‌شود که می‌تواند فرضیه‌ها و پیش‌بینی‌های جدیدی را برای آزمایش ایجاد کند. همچنین به‌طور گسترده در مشاهده و جمع‌آوری اندازه‌گیری‌ها استفاده می‌شود. آمار به‌عنوان شاخه‌ای از ریاضیات برای تلیخیص و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود که به دانشمندان اجازه می‌دهد قابلیت اطمینان و تنوع نتایج تجربی خود را ارزیابی کنند. علم محاسبات از قدرت محاسباتی برای شبیه‌سازی موقعیت‌های دنیای واقعی استفاده می‌کند و درک بهتری از مسائل علمی را نسبت به ریاضیات رسمی به تنهایی امکان‌پذیر می‌کند. استفاده از یادگیری ماشینی (و نیز هوش مصنوعی) در حال تبدیل به یکی از ویژگی‌های اصلی کمک‌های محاسباتی به علم نظیر اقتصاد محاسباتی مبتنی بر عامل، جنگل‌های تصادفی، مدل‌سازی موضوع و اشکال مختلف پیش‌بینی است. محاسبات در حال حاضر به اندازه نظریه و آزمایش در پیشرفت دانش علمی اهمیت دارد. با این حال ماشین‌ها به‌تنهایی به‌ندرت دانش را ارتقا می‌دهند؛ زیرا به راهنمایی و ظرفیت انسانی برای استدلال نیاز دارند و می‌توانند سوگیری را علیه گروه‌های اجتماعی خاص ایجاد کنند یا گاه در مقایسه با انسان‌ها عملکرد کمتری دارند. بنابراین یادگیری ماشینی اغلب در علم به‌عنوان پیش‌بینی در خدمت تخمین استفاده می‌شود.

دانشمندان معمولاً مجموعه‌ای از مفروضات اساسی مورد نیاز برای توجیه روش علمی مثل وجود واقعیت عینی و مشترکی بین همه ناظران منطقی، اداره این واقعیت عینی توسط قوانین طبیعی، امکان کشف این قوانین با مشاهده و آزمایش سیستماتیک

را بدیهی می‌دانند. فلسفه علم به دنبال درک عمیقی از معنای این مفروضات اساسی است و اینکه آیا آن‌ها معتبر هستند یا خیر. این باور که نظریه‌های علمی باید و باید واقعیت متافیزیکی را نشان دهند، به‌عنوان واقع‌گرایی شناخته می‌شود؛ درحالی‌که به نظر ضدواقع‌گرایی موفقیت علم به دقیق بودن آن در مورد موجودات غیرقابل مشاهده مانند الکترون‌ها بستگی ندارد. یکی از اشکال ضدواقع‌گرایی ایده‌آلیسم یعنی این باور است که ذهن یا آگاهی اساسی‌ترین جوهره است و هر ذهنی واقعیت خود را برای اذهان دیگر تولید می‌کند. در فلسفه علم مکاتب مختلفی وجود دارد. رایج‌ترین موضع تجربه‌گرایی است که معتقد است دانش توسط فرایندی ایجاد می‌شود که شامل مشاهده است و نظریه‌های علمی نتیجه تعمیم‌های چنین مشاهداتی هستند. تجربه‌گرایی عموماً استقراءگرایی یعنی موضعی را در بر می‌گیرد که سعی می‌کند روشی را در بر گیرد که می‌توان نظریه‌های عمومی را با تعداد محدود مشاهدات قابل انجام توسط انسان‌ها و در نتیجه توجیه مقدار محدود شواهد تجربی موجود برای تأیید نظریه‌های علمی توضیح دهد. این امر خصوصاً برای روش فرضی-قیاسی ضروری است؛ زیرا تعداد پیش‌بینی‌های این نظریه‌ها بی‌نهایت است، به این معنی که آن‌ها را نمی‌توان از روی مقدار محدود شواهد تنها با استفاده از منطق قیاسی شناخت. تجربه‌گرایی در مقابل عقل‌گرایی قرار گرفته که در اصل با دکارت و عقیده او مبنی بر تکوین دانش توسط عقل انسان و نه مشاهده مرتبط است. عقل‌گرایی انتقادی کارل پوپر اما روشی را رد می‌کند که تجربه‌گرایی ارتباط بین نظریه و مشاهده را توصیف می‌کند. از این نگره نظریه‌ها با مشاهده ایجاد نمی‌شوند؛ بلکه مشاهده در پرتو نظریه‌ها صورت می‌گیرد و تنها راهی که نظریه می‌تواند تحت تأثیر مشاهده قرار گیرد زمانی است که با آن در تضاد باشد. پوپر جایگزینی اثبات‌پذیری با ابطال‌پذیری را به‌عنوان نقطه عطف نظریات علمی و جایگزینی استقرا با ابطال را به‌عنوان روش تجربی پیشنهاد کرد و همچنین مدعی شد در واقع تنها یک روش جهانی وجود دارد که مختص علم نیست: روش منفی انتقاد، آزمون و خطا که همه محصولات ذهن انسان از جمله علم، ریاضیات، فلسفه و هنر را در بر می‌گیرد. ابزارگرایی اما بر سودمندی نظریه‌ها به‌عنوان ابزاری برای تبیین و پیش‌بینی پدیده‌ها

تأکید دارد. نظریه‌های علمی را به عنوان جعبه‌های سیاه می‌بیند که فقط ورودی (شرایط اولیه) و خروجی (پیش‌بینی) آن‌ها مرتبط است و ادعا می‌شود پیامدها، موجودیت‌های نظری و ساخت منطقی چیزی است که باید به‌سادگی نادیده گرفته شود و دانشمندان نباید درباره آن سروصدا کنند. به باور تجربه‌گرایی سازنده، معیار اصلی موفقیت نظریه علمی این است که آیا آنچه در مورد موجودات قابل مشاهده می‌گوید درست است یا خیر. توماس کوهن استدلال کرد فرایند مشاهده و ارزیابی در پارادایم اتفاق می‌افتد: پرتله‌ای منطقی و سازگار از جهان که با مشاهدات انجام شده با چارچوبش سازگار است. او علم عادی را فرایند مشاهده و حل معما توصیف کرد که در پارادایم اتفاق می‌افتد، درحالی که علم انقلابی زمانی رخ می‌دهد که پارادایمی در تغییر پارادایم از پارادایم دیگر پیشی بگیرد. هر پارادایم سؤالات، اهداف و تفاسیر متمایز خود را دارد. انتخاب بین پارادایم‌ها شامل تنظیم دوماً چند پرتله در برابر جهان و تصمیم‌گیری در مورد این است که کدام شباهت امیدوارکننده‌ترین است. تغییر پارادایم زمانی اتفاق می‌افتد که تعداد قابل توجهی از ناهنجاری‌های مشاهده‌ای در پارادایم قدیمی بوجود می‌آیند و پارادایمی جدید آن‌ها را معنا می‌کند. یعنی انتخاب پارادایم جدید معنی بر مشاهدات است، هرچند که این مشاهدات در پس‌زمینه پارادایم قدیمی انجام شده باشد برای کوهن پذیرش یا رد پارادایم به همان اندازه که فرایندی منطقی است، فرایندی اجتماعی است و با این حال موضعش موضع نسبی‌گرایی نیست. در نهایت، رویکرد دیگری که اغلب در بحث‌های شکاکیت علمی علیه جنبش‌های بحث‌انگیز مانند علم خلقت به آن اشاره می‌شود، طبیعت‌گرایی روش‌شناختی است که مدعی است باید بین تبیین‌های طبیعی و ماوراءطبیعی تفاوت قائل شد و علم را از نظر روش‌شناختی به تبیین‌های طبیعی محدود کرد. این محدودیت روش‌شناختی (و نه هستی‌شناختی) به این معنا است که علم نه تنها نباید خود تبیین‌های ماوراءطبیعی را در نظر بگیرد، بل نباید ادعا کند آن‌ها اشتباه هستند. در عوض، توضیحات ماوراءطبیعی را باید چونان موضوع باور شخصی خارج از محدوده علم رها کرد. طبیعت‌گرایی روش‌شناختی معتقد است علم مناسب مستلزم تبعیت دقیق از مطالعه تجربی و تأیید مستقل به‌عنوان فرایندی برای توسعه مناسب و

ارزیابی تبیین‌ها برای پدیده‌های قابل مشاهده است. فقدان این معیارها، استدلالات مرجع، مطالعات مشاهده‌ای مغرضانه و سایر مغالطات رایج اغلب توسط حامیان طبیعت‌گرایی روش‌شناختی به‌عنوان ویژگی غیرعلمی مورد انتقاد قرار می‌گیرد.

نظریه علمی، تجربی است و در صورت ارائه شواهد جدید همیشه در معرض جعل است. به این معنا که هیچ نظریه‌ای هرگز کاملاً قطعی تلقی نمی‌شود؛ زیرا علم مفهوم خطاپذیری را می‌پذیرد. کارل پوپر حقیقت را از یقین به‌شدت متمایز می‌کند. او مدعی است دانش علمی در جستجوی حقیقت و نه یقین است؛ زیرا همه دانش بشری خطاپذیر و بنابراین غیرقطعی است. دانش علمی جدید به‌ندرت منجر به تغییرات گسترده در درک ما می‌شود. ممکن است استفاده بیش از حد رسانه‌ها از کلماتی مانند موفقیت، عموم را به این تصور نادرست کشاند که علم دائماً در حال اثبات هر چیزی است که فکر می‌کند درست است. درحالی‌که موارد معروفی مانند نظریه نسبیت وجود دارد که نیاز به مفهوم‌سازی مجدد کامل داریم این موارد استثنای افراطی هستند. دانش در علم با ترکیب تدریجی اطلاعات از آزمایشات مختلف توسط محققان مختلف در شاخه‌های مختلف علم به‌دست می‌آید و بیشتر شبیه صعود است تا جهش. نظریه‌ها از نظر میزان آزمایش و تأیید و همچنین پذیرش جامعه علمی متفاوت هستند. مثلاً نظریه تکامل و نظریه نسبیت هنوز نام نظریه را دارند، هر چند در عمل آن‌ها را واقعی تلقی کنند. اگرچه بهترین تعریف برای دانش مورد بحث است، شکاک‌بودن و داشتن احتمال نادرست‌بودن با درست‌بودن سازگار است. بنابراین دانشمندان پایبند به رویکردهای علمی صحیح حتی به‌محض دستیابی به حقیقت به خود شک خواهند کرد. تحقیق مبارزه برای حل شک واقعی است و شک صرفاً مشاجره‌آمیز، شفاهی یا هذل‌انگیز بی‌ثمر است؛ اما ضمناً این پرسشگری می‌کوشد به‌جای تکیه بر معرفت عامیانه به شک واقعی دست یابد. علم از مغالطه تک‌علتی جلوگیری می‌کند. جستجوی علل و مهم‌ترین آن‌ها مبین این است که تحقیقات اغلب چند عامل را هم‌زمان تحلیل می‌کنند؛ اما این عوامل همیشه به فهرست طولانی عواملی که مهم‌ترین آن‌ها برای در نظر گرفتن هستند اضافه می‌شوند. مثلاً دانستن جزئیات تنها ژنتیک یک فرد، یا تاریخچه و نحوه

تربیت او، یا وضعیت فعلی ممکن است رفتاری را توضیح ندهد؛ اما درک عمیق همه این متغیرها در کنار هم می‌تواند بسیار پیش‌بینی‌کننده باشد.

تحقیقات علمی در طیف وسیعی از ادبیات علمی منتشر می‌شود. مجلات علمی نتایج تحقیقات انجام‌شده در دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی مختلف دیگر را اطلاع‌رسانی و مستندسازی می‌کنند و به‌عنوان حافظ آرشیوی علم عمل می‌کنند. کتب و نشریات علمی پیوسته افزایش یافته و اکثر حوزه علمی واحدی را پوشش می‌دهند و تحقیقات را در آن حوزه منتشر می‌کنند. علم به‌قدری در جوامع مدرن فراگیر شده که عموماً ضروری تلقی می‌شود دستاوردها، اخبار و جاه‌طلبی‌های دانشمندان به جمعی گسترده‌تر منتقل شود. این منابع نیازهای خوانندگان بسیار بیشتری را برآورده می‌کنند و خلاصه‌ای غیر فنی از حوزه‌های رایج تحقیقاتی از جمله اکتشافات و پیشرفت‌های قابل توجه در زمینه‌های تحقیقاتی خاص ارائه می‌دهند. کتاب‌های علمی مورد توجه افراد بیشتری قرار می‌گیرد. ژانر علمی - تخیلی، افکار عمومی را درگیر می‌کند و ایده‌ها و اگر نگوئیم روش‌های علمی را منتقل می‌کند. تلاش‌های اخیر برای تشدید یا توسعه پیوندهای بین علم و رشته‌های غیرعلمی مانند ادبیات شامل منبع علوم نویسندگی خلاق است.

اکتشافات در علوم بنیادی مثل الکتریسیته ساکن و مغناطیس و جریان الکتریکی (لوازم برقی، دینام، نیروگاه‌های برق، الکترونیک مدرن از جمله روشنایی الکتریکی، تلویزیون، گرمایش الکتریکی، تحریک مغناطیسی ترانس کرائیال، تحریک عمقی مغز، نوار مغناطیسی، بلندگو و قطب‌نما و میله صاعقه)، انکسار (اپتیک، کابل فیبر نوری، ارتباطات بیناقله‌ای مدرن، تلویزیون کابلی و اینترنت)، نظریه جرم (رعایت بهداشت برای کاهش انتقال بیماری‌های عفونی، آنتی‌بادی‌های منجر به تکنیک‌های تشخیص بیماری و درمان‌های هدفمند ضدسرطان)، واکسیناسیون (حذف‌کننده اکثر بیماری‌های عفونی از کشورهای توسعه‌یافته و ریشه‌کنی آبله در سراسر جهان)، اثر فتوولتائیک (سلول‌های خورشیدی، انرژی خورشیدی، ساعت‌های خورشیدی، ماشین حساب و سایر دستگاه‌ها)، مدار عجیب عطارد و تحقیقات دیگر منجر به نسبت خاص

و نسبت عام (تکنولوژی مبتنی بر ماهواره مانند GPS و ارتباطات ماهواره‌ای)، امواج رادیویی (تلفن و پخش تلویزیون و رادیو، رادار ناوبری، پزشکی، نجوم، ارتباطات بی‌سیم، ژئوفیزیک و شبکه یا امواج میکروویو برای گرم کردن و پختن غذا)، رادیواکتیویته و ضدماده (درمان سرطان، تاریخ‌گذاری رادیومتری، رناکتورها و سلاح هسته‌ای، اکتشاف مواد معدنی، اسکن PET و تحقیقات پزشکی از طریق برچسب‌گذاری ایزوتوپی)، اشعه ایکس (تصویربرداری پزشکی از جمله توموگرافی کامپیوتری)، کریستالوگرافی و مکانیک کوانتومی (دستگاه‌های نیمه‌هادی، محاسبات و ارتباطات راه دور مدرن شامل ادغام با دستگاه‌های بی‌سیم، تلفن همراه، لامپ‌های LED و لیزرها)، پلاستیک‌ها (انواع پلیمرهای مصنوعی برای کاربردهای متعدد در صنعت و زندگی روزمره)، آنتی‌بیوتیک‌ها (پنی‌سیلین، داکسی‌سایکلین) و رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی هسته‌ای، تصویربرداری تشدید مغناطیسی، تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی) می‌تواند جهان را تغییر دهد.

فرا علم با هدف بهبود کیفیت تمام تحقیقات علمی و در عین حال کاهش ضایعات به بحران روش‌شناختی تکثیر در علوم اجتماعی و زیستی می‌پردازد که در آن محققان دریافته‌اند تکرار یا بازتولید نتایج بسیاری از مطالعات علمی در تحقیقات بعدی، چه توسط محققان مستقل یا توسط محققان اصلی دشوار یا غیرممکن است. حوزه‌ای از مطالعات یا گمانه‌زنی‌هایی که در تلاش برای ادعای مشروعیت خود را به‌عنوان علم جلوه می‌دهد، گاه به‌عنوان شبه علم، علم حاشیه‌ای یا علم ناخواسته نامیده می‌شود. در مواردی معتقدند در حال انجام علم هستند؛ زیرا فعالیت‌های آن‌ها ظاهر علمی دارد و لیکن در واقع فاقد نوعی صداقت کامل‌اند که امکان ارزیابی دقیق نتایج آن‌ها را فراهم می‌کند. انواع مختلفی از تبلیغات تجاری از هیپ تا کلاهبرداری ممکن است در این دسته‌بندی‌ها قرار گیرند. علم به‌عنوان مهم‌ترین ابزار برای تفکیک ادعاهای معتبر از ادعاهای باطل توصیف شده است. همچنین می‌تواند عنصری از سوگیری سیاسی یا ایدئولوژیک در همه طرف‌های بحث‌های علمی وجود داشته باشد. گاه تحقیقات ممکن است به‌عنوان علم بد توصیف شود، تحقیقاتی که ممکن است با هدف خوبی باشد؛ اما