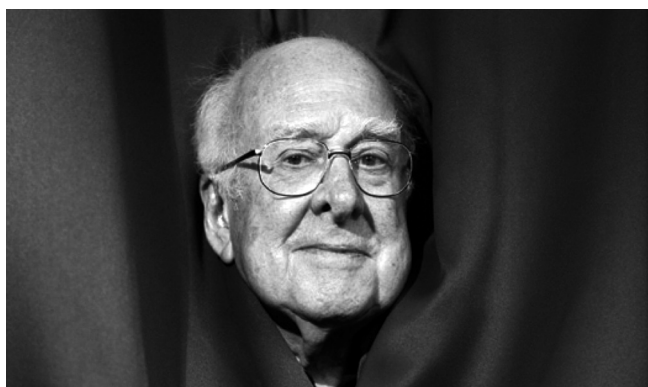


رخدادهای علمی مهم سال ۲۰۱۲ به روایت نیچر



در این سال قرآن قوی برای درستی پیش‌بینی پیتر هیگز به دست آمد.

بزرگترین دستاوردهای راهگشا در این سال کیسه ۲۰۱۲ بر پایه مقادیر بسیار عظیم داده‌ها حاصل شد. پروژه ENCODE در پنج سال گذشته برای یافتن کارکرد توالی‌های مختلف دی‌ان‌ای در انسان ۱۵ ترابایت داده تولید کرد؛ سرن نیز برای آنکه فیزیکدان‌ها وجود بوزون هیگز را بررسی کنند ۲۶ پتابایت داده‌های برخورددهنده بزرگ هادرونی (LHC) را ذخیره کرد. اما داده‌ها در عین حال جنجال‌برانگیز نیز شد. مثلاً بحث‌هایی شدید درباره انتشار اطلاعات مربوط به ویروس آنفلوآنزایی بالقوه خطرناک در گرفت، و ناشران و پژوهشگران در این باره بحث کردند که چگونه دسترسی به اطلاعات خام (و همین‌طور به پژوهش‌هایی که هم‌تایان بررسی کرده‌اند) می‌تواند گسترده‌تر شود. در این بین، موارد پرسروصدای شیبادی علمی، یادآور این نکته بود که باید یافته‌ها قابل اعتماد باشند.

نیز نیست، ابرتقارن نظریه‌ای است که فهم ما را از دنیای ذرات زیراتمی گسترش می‌دهد و شاید بتوان به‌کمک آن پرده از رازهایی مانند ماده تاریک برگرفت.

بالاخره هیگز

در ماه ژوئیه وقتی در بزرگترین آزمایش علمی جهان کشف بوزون هیگز اعلام شد عده‌ای دست زدند، خیال فیزیکدان‌ها راحت شد، برخی گریستند و برخی خندیدند. فیزیکدان‌ها پس از ۵۰ هزار میلیارد برخورد پروتون در برخورددهنده بزرگ هادرونی (LHC) در سرن -- آزمایشگاه فیزیک ذرات اروپا در نزدیکی ژنو -- توانستند با اطمینان اعلام کنند که بوزون جدیدی با جرم حدود ۱۲۵ گیگاالکترون‌ولت مشاهده کرده‌اند. حدود ۵۰ سال پیش برخی نظریه‌پردازان از جمله پیتر هیگز این ایده را مطرح کردند که میدانی کوانتومی تمام عالم را پر کرده است و این میدان به برخی از ذرات جرم می‌دهد. بوزون هیگز که تجسم این میدان است تا کنون خواصی عادی و مایوس‌کننده بروز داده است و هیچ نشانی از رفتاری فرای آنچه مدل استاندارد ذرات بنیادی پیش‌بینی می‌کند ندارد. نشانی از ذرات دیگری که ابرتقارن پیش‌بینی می‌کند

افراط و تفریط

علم در این سال المپیک به رکوردهای فراوان دست یافت. گروه پژوهشی روسیه پس از دو دهه حفاری بالاخره توانست در ماه فوریه از ۳/۸ کیلومتر یخ قطب جنوب بگذرد و به دریاچه ووستوک برسد که میلیون‌ها سال از بقیه دنیا جدا مانده بود. آنالیز اولین نمونه‌های آب این دریاچه نشانی از حیاتی که بسیاری از دانشگران گمان می‌کردند در دریاچه وجود دارد به‌دست نداد. هنگامی که این شماره نیچر زیر چاپ می‌رفت گروه پژوهشی انگلستان که قصد داشت به دریاچه الزورت، دریاچه‌ای دیگر زیر قطب جنوب، برسد هنوز درگیر مشکلات فنی با جت پرفشار آب داغی بود که برای حفاری یخ به‌کار می‌رود. در این بین جیمز کامرون، کارگردان سینما، نخستین کسی بود که با

داده‌ها در معرض نمایش

معروف است که علم اشتباهات خود را تصحیح می‌کند. در ماه مارس پژوهشگران ادعای سال قبل را که نوترینو تندتر از نور حرکت می‌کند با اطمینان رد کردند. در چند آزمایش دیگر نیز معلوم شد ادعای وجود باکتری‌ای که می‌تواند در دی‌ان‌ای خود ارسنیک را به‌کار ببرد نادرست است. اما تصحیحات همیشه به‌سرعت رخ نمی‌دهد: اگر انجام آزمایش مشکل باشد خطا یا سودا بودن نتایج آزمایش می‌تواند سال‌ها بر جا بماند. در سال ۲۰۱۲ متخصص بیوشی، یوشیتاکا فوجی، و پژوهشگر تغذیه، اریک اسمارت، برای ده‌ها سال ارائه اطلاعات نادرست انگشت‌نما شدند. تا آن زمان کسی نادرست بودن این اطلاعات را نمی‌دانست. پس از آن‌که چند اتهام داده‌سازی به چند استغفای پرسروصدا منجر شد علم روان‌شناسی نیز با انتقادهای خاص مواجه شد. دانشگران بیش از هر چیز نگران تکرار پذیری داده‌ها بودند و تلاش‌هایی از نوع «جنش تکرار» را آغاز کردند که هدفش ترغیب آزمایشگاه‌های مستقل به تکرار پژوهش‌های مهمی است که پوشش خبری یافته‌اند. این اندیشه که دانشگران باید بتوانند داده‌هایشان را آسان‌تر به‌آگاهی دیگران برسانند و منتشر کنند قوت گرفت. مجلاتی مانند ای‌لایف (*eLife*) و پی‌رجی (*PeerJ*) که به‌رایگان روی شبکه در دسترس هستند آغاز به‌کار کردند و خبرساز شدند. جنبش آزادی دسترسی به نتایج علمی در انگلستان به پیشرفت‌های مهم دست یافت و تأمین‌کنندگان دولتی و خصوصی بودجه‌های پژوهشی در انگلستان در ماه ژوئیه پذیرفتند که هزینه دسترسی آزاد به مقاله‌ها را از آوریل ۲۰۱۳ به بعد تأمین کنند.

فرود گردشگر (روور) در مریخ

دانشگران ناسا با دیدن اولین تصاویری که گردشگر کنجکای (*Curiosity*) از سطح مریخ فرستاده بود فریاد کشیدند: «چرخ روور است! چرخ روور است!» گردشگر را جرثقیلی معلق به‌نرمی روی سطح مریخ نشانده بود. از زمانی که گردشگر کنجکای در دهانه گیل فرود آمد تصاویری خیره‌کننده فراهم کرد و جو و خاک مریخ را آنالیز کرد اما هیچ مولکول آلی یا متان که نشانی از وجود حیات باشد نیافت. چشمان تیز تلسکوپ فضایی کپلر سیاره‌های دیگری را فراتر از منظومه شمسی رصد کرد. شمار اجرامی که این تلسکوپ فضایی رصد کرده بود و هر کدام می‌تواند دنیایی جدید باشد به حدود ۳۰۰۰ رسید. تلسکوپ‌های روی سطح زمین نیز در این تلاش شرکت کردند و در سیستم ستاره همسایه ما، آلفا قنطورس که ۱٫۳۴ پارسک (برابر با ۴٫۲ سال نوری) از ما فاصله دارد چنین فراسیاره‌ای را کشف کردند. در میان مأموریت‌های موفق فضایی یکی هم فضایی سحر (*Dawn*) بود که گواهی بر وجود آب در سیارک وستا (*Vesta*) یافت و چین، نخستین زن فضانورد خود، لیو چانگ را به فضا فرستاد. اما بزرگترین عناوین خبری نصیب شرکت خصوصی اسپیس X شد که در اولین مأموریت فضایی تجاری در ماه اکتبر کپسول اژدها (*Dragon*) را برای تجدید ذخایر به ایستگاه

لباس غواصی به عمیق‌ترین نقطه سطح کره زمین در قعر مغاک ماریانا، ۱۱ کیلومتر زیر سطح دریا، رفت. رکورد دیگر را که ارزش علمی‌اش همان اندازه نیست فلیکس باؤم‌گارتتر با پرش از ارتفاع ۳۹۰۰۰ متر بر فراز نیومکزیکو به‌دست آورد. او در این پرش دیوار صوتی و رکورد ارتفاع پرش را که از سال ۱۹۶۰ تغییر نکرده بود شکست. اما همه تلاش‌ها برای رکوردشکنی با موفقیت همراه نبود. پس از ۶ سال تلاش تأسیسات ۳/۵ میلیارد دلاری احتراق ملی در کالیفرنیا که قوی‌ترین لیزر دنیا را دارد نتوانست به هدف «احتراق» در ساچمه کوچک ایزوتوپ‌های هیدروژن در اثر تابش لیزر برسد. این هدف، یعنی تولید انرژی هم‌جوشی به همان اندازه که از لیزر جذب می‌شود، گام مهمی در برنامه تأسیسات ملی احتراق ایالات متحده برای رسیدن به تولید برق از انرژی هم‌جوشی است.

بازاندیشی سیاست‌های انرژی

پس از سانحه هسته‌ای در فوکوشیما ژاپن، و در حالی که ژاپن خطوط اصلی برنامه‌ای را برای رسیدن به آینده‌ای بدون انرژی هسته‌ای اعلام کرد سیاست‌های انرژی در انگلستان همچنان در حال تغییر بود. انگلستان آخرین راکتور هسته‌ای در حال کار خود را در ماه مه برای تعمیرات خاموش کرد و در حالی که برای راه‌اندازی مجدد هر راکتوری با اعتراضات گسترده روبه‌رو بود بالاخره توانست در ژوئیه دو راکتور را دوباره به کار بیاورد. آزمون‌های تنش در بیش از ۱۴۰ راکتور در اروپا به این نتیجه منجر شد که فناوری ایمنی این راکتورها باید به‌روز شود. در این بین کمیسیون ناظر بر مقررات هسته‌ای در ایالات متحده برای کارخانه غنی‌کردن لیزری اورانیوم جواز کار صادر کرد. برخی نگران بودند که این فناوری به بمب‌سازان امکان غنی‌کردن مخفیانه اورانیوم را بدهد. در کشورهای مختلف تلاش برای دستیابی به منابع غیرمعارف گاز و نفت همچنان در جریان بود تا چراغ‌ها روشن بمانند و خودروها در جاده از حرکت باز نایستند. ایالات متحده مقرراتی برای صنعت استخراج گاز به‌روش ایجاد ترک‌خوردگی در سنگ‌های نفتی پیشنهاد کرد. این صنعت انتقال ده درصد ظرفیت تولید انرژی آمریکا از زغال‌سنگ به گاز را امکان‌پذیر کرد. بر اساس داده‌های آژانس بین‌المللی انرژی، انتظار می‌رود ایالات متحده تا سال ۲۰۲۰ بزرگ‌ترین تولیدکننده انرژی در دنیا شود و در ۲۰۳۵ به خودکفایی برسد. اما رخدادهایی نیز یادآور خطرات جستجوی منابع جدید انرژی بود. پس از آسیب‌هایی که به کشتی‌های حفاری شرکت شل وارد شد، شل نتوانست برنامه حفاری خود در اقیانوس منجمد شمالی را آغاز کند و دولت ایالات متحده شرکت نفت انگلیسی (BP) را به دلیل سانحه نفتی دیپ‌واتر هورایزون در آوریل ۲۰۱۰ در خلیج مکزیک، ۴ میلیارد دلار جریمه کرد. صنعت روبه‌رشد انرژی پاکیزه با مشکلات خاص خود مواجه بود: شرکت سیستم‌های A123 در والتام ماساچوست سازنده باتری‌های لیتیوم در ماه اکتبر ورشکست شد چون بازار خودروهای الکتریکی همچنان بازاری کوچک بود.

فضایی بین‌المللی فرستاد. موفقیت این سفینه فضاپیما آن‌قدر زیاد بود که اینک شرکت اسپیس X در هاتون کالیفرنیا فرستادن آن را به مریخ بررسی می‌کند.

فشار روی زمین

در تابستان سال ۲۰۱۲ ذوب چشمگیر یخ‌های اقیانوس منجمد شمالی بیش از مقداری بود که براساس مدل‌های پیش‌بینی آب‌وهوا انتظار می‌رفت. ایالات متحده با طولانی‌ترین خشک‌سالی در ۵۰ سال گذشته مواجه شد اما برای بیشتر آمریکایی‌هایی ساکن ساحل شرقی این کشور، ابرطوفان سندی در اواخر ماه اکتبر بود که احساس مبهمی از تهدید گرمایش زمین به همراه آورد. طوفان بیش از ۵۰ میلیارد دلار خسارت برجای گذاشت اما باعث شد بحث‌ها به جای این‌که چگونه باید از تغییر آب‌وهوا جلوگیری کرد بیشتر به این سو برود که چگونه باید خود را با وضعیت‌های حاد جوی تطبیق داد. در ماه ژوئن و در همایش سران کشورهای جهان در ریودوژانیرو کشورهای درحال رشد بیشتر برعلیه قیدهایی که می‌تواند مانع رشد آنها شوند حرف زدند و کشورهای رشديافته نیز حاضر نشدند قول کمک‌های بیشتر برای رشد اقتصادی این کشورها بدهند. در ماه دسامبر در نشست بحث درباره تغییر وضعیت آب‌وهوایی در دوحه نیز همین درماندگی سیاسی دیده شد گرچه نمایندگانی که در این نشست شرکت کرده بودند پذیرفتند شکل تضعیف‌شده رسم‌کار (پروتکل) کیوتو را تا سال ۲۰۲۰ تمدید کنند. برخی از کشورها به‌تنهایی بیشتر کار کردند: مکزیک در ماه آوریل قانون کاهش میزان گسیل گازهای گلخانه‌ای را وضع کرد. در برزیل میزان نابودی جنگل‌های آمازون کاهش بی‌سابقه یافت و به کمترین میزان ثبت‌شده رسید گرچه در ماه اکتبر قانونی تصویب شد که حفاظت از جنگل‌ها را تضعیف می‌کند. در ماه ژوئن استرالیا برنامه‌ای را برای به‌وجود آوردن بزرگترین شبکه مناطق حفاظت‌شده زیست‌دریایی اعلام کرد. اما در ماه نوامبر چند پیشنهاد برای حفاظت بین‌المللی از آب‌های پیرامون قطب جنوب رد شد. و در ماه ژوئن و در جزایر گالاپاگوس مرگ «جورج تنها»، لاک‌پشت غول‌آسای معروفی که آخرین موجود زنده زیرگونه خود بود، وضع بدگونه‌های در حال انقراض در سراسر جهان را نمایان ساخت.

دانشگران از کار خود دفاع می‌کنند

بسیاری از پژوهشگران در مواجهه با جنجال‌های علمی ترجیح می‌دهند سر خود را پایین نگه دارند و خاموش بمانند اما اگر زمینه‌ای علمی یا ارزش‌های علمی یکجا به‌خطر بیافتد، در راه خواسته‌های خود می‌توانند به‌خوبی بجنگند. در واکنش به مبارزه‌ای که تحت عنوان «بازپس‌گیری آرد» از سوی گروهی که علیه مهندسی ژنتیک مبارزه می‌کند به‌راه افتاده بود و کار آنها را تهدید می‌کرد دانشگران بریتانیایی درباره ارزش کاری که برای ساخت گندم مهندسی‌شده انجام می‌دهند به سخن آمدند. و در ماه اکتبر

پژوهشگران سراسر دنیا به محکومیت گروهی از کارشناسان به شش سال زندان از سوی دادگاهی در ایتالیا اعتراض کردند، دلیل این محکومیت این ادعا بود که آنها خطرات زمین‌لرزه مخرب لاکویلا در سال ۲۰۰۹ را ناچیز اعلام کرده بودند. منتقدان می‌گویند این رأی دادگاه باعث خواهد شد از این پس دانشگران حاضر نشوند نظرات خود را هنگامی که نیاز است بیان کنند. اما چالش‌هایی دیگر با واکنش آرام‌تر دانشگران روبه‌رو شد: گروه‌های حمایت از حیوانات در کار حمل‌ونقل حیوانات آزمایشگاه برای بسیاری از شرکت‌های حمل‌ونقل موانعی ایجاد کردند و فعالیت‌های این گروه‌ها با مخالفت مؤثری روبه‌رو نشد.

دانش‌نامه انسانی

کمی بیش از یک درصد از سه میلیارد حرفی که ژنوم انسان را می‌سازند و در ساخت ۲۰۰۰ ژن شرکت دارند رمزهایی هستند که در ساخت پروتئین‌ها به کار می‌روند. اما نواحی گسترده توالی‌هایی که در برگرفته دستور ساخت پروتئین نیستند همچنان کارکرد حیاتی دارند و بر نحوه بسته‌شدن و تنظیم و خوانده‌شدن ژنوم در یاخته‌های مختلف اثر می‌گذارند. در سپتامبر ۲۰۱۲، کنسرسیوم ۴۴۰ دانشگر از پروژه ENCODE (ترکیب سرواژه‌های عبارت Encyclopedia of DNA Elements) ۳۰ مقاله ارائه کرد. در این مقالات تخمین زده می‌شود که حدود ۲۰٪ ژنوم انسان بر بیان ژن‌ها تأثیر می‌گذارد. پروژه‌های بلندپروازانه دیگر برای تحلیل حجم‌های عظیم داده‌های زیستی در جریان بود از جمله اولین نتایج تلاش بزرگ برای نگاشت اتصالات مدارهای عصبی در تمام مغز موش اعلام‌شد؛ پروژه‌ای دیگر برای ردگیری فعالیت ژن‌ها در ۹۰۰ بخش آناتومیک مغز انسان نیز آغاز شد. در نگاه به یاخته‌ها، انعطاف‌پذیری یاخته‌های بنیادی همچنان باعث حیرت بود. پژوهشگران آمریکایی در تخمدان زن‌ها یاخته‌هایی بنیادی یافتند که می‌تواند تخمک‌های نو بسازد. به این ترتیب اعتقاد قدیمی که شمارگامت‌ها در زنان از زمان تولدشان ثابت می‌ماند نقض می‌شود. و پژوهشگران ژاپنی نیز راهی برای واداشتن یاخته‌های بنیادی موش به ساخت تخمک‌های سالم یافتند. از این تخمک‌ها پس از باروری و بازگشت به بدن موش مادر نوزادهای سالم به‌بار آمد.



مرگ «جورج تنها» در ماه ژوئن

۸۰ میلیارد یورویی (۱۰۴ میلیارد دلاری) افق ۲۰۲۰) در ماه نوامبر با مشکل مواجه شد و متوقف شد و در سال ۲۰۱۳ از سر گرفته خواهد شد. حتی هندوستان که رشد بودجه علمی آن همیشه چشمگیر بوده است مجبور شد این رشد را برای سال ۱۳-۲۰۱۲ به نرخ تورم محدود کند. البته همه خبرها بد نبود: دولت مرکزی چین بودجه علمی خود را ۱۲/۵٪ افزایش داد، در بودجه ریاضتی فرانسه برای ۲/۲٪ افزایش بودجه علمی جا پیدا شد، آلمان توزیع بیشتر بودجه علمی فدرال را به دانشگاه‌ها سپرد (که منجر به شکل‌گیری مؤسسه بزرگ علوم بهداشتی در برلین شد)، و در صنعت فناوری‌های زیستی آمریکا میزان سرمایه‌گذاری افزایش اندکی یافت.

آینده داروسازی

اداره مواد غذایی و دارویی ایالات متحد دو دارو را برای کاهش وزن تصویب کرد: بلویک (لورکازرین) و کیسمیا (فنترمین به‌اضافهٔ تیرامات)؛ از سال ۱۹۹۹ تا کنون این اولین داروهایی است که برای کاهش وزن تصویب می‌شود. این اداره هم‌چنین به تروودا، نخستین دارو برای پیشگیری از ابتلا به ویروس اچ‌آی‌وی، چراغ سبز نشان داد. اما دو داروی باینوزوماب و سولانزوماب که پادتن‌های تک‌کلونی هستند و برای مقابله با بیماری آلزایمر طراحی شده بودند پس از ماه‌ها انتظار در فرایند آزمایش‌های بالینی شکست خوردند - گرچه به نظر می‌رسید در برخی موارد سولانزوماب فرآیند کاهش قوای شناخت را کند می‌کند. پژوهشگران فکر می‌کنند پیشگیری از آلزایمر در مراحل اولیه بخت بهتری داشته باشد و امیدوارند بتوانند در سال ۲۰۱۳ آزمایش‌های پیشگیرانه را برگزار کنند. در بین تغییر و تحولات مهم تجاری در این زمینه یکی فروش شرکت کامپلیت جینامیکس مستقر در کالیفرنیا به شرکت BGI چین علی‌رغم رقابت ایلومینا به قیمت ۱۱۸ میلیون دلار بود، کار این شرکت یافتن توالی ژن‌ها بود؛ شرکت بزرگ فناوری‌های زیستی آمجن اعلام کرد شرکت دی‌کود ژنتیکس را به قیمت ۴۱۵ میلیون دلار خواهد خرید؛ شرکت‌های بریستول مایرز اسکوییب و آسترازنکا ۵/۳ میلیارد دلار برای خرید شرکت آمیلین هزینه کردند؛ و گلاکواسمیت‌کلاین شرکت علوم ژنوم انسانی را در ازای ۳/۶ میلیارد دلار خرید. میزان جرابی که شرکت‌های داروسازی در سال ۲۰۱۲ برای تخلف پرداختند نیز رکورد شکست.

ترجمه نادر حیدری

• R. V. Noorden, 2012 in review, Nature 492(20/27) (December 2012) 324-327.

دو مقاله که چگونگی سرایت نسخه‌های جهش‌یافتهٔ ویروس آنفلوانزای مرغی H5N1 بین خرها را شرح می‌دهد باعث کشمکشی بین المللی و دعوا در درون دولت ایالات متحد شد. برخی بیم داشتند که انتشار نسخه‌ای برای ساخت H5N1 از نوعی که بتواند بین پستانداران همه‌گیر شود برای تروریست‌ها مفید خواهد بود و خطر شیوع تصادفی ویروس را در بر خواهد داشت. در آخر سال ۲۰۱۱ هیئت ملی مشاوران علمی برای امنیت زیستی (NSABB) توصیه کرد مقالات با حذف برخی قسمت‌ها منتشر شود. اما دیگران اعتراض کردند که سانسور بررسی‌های علمی در تناقض آشکار با محیط باز ایده‌آل علم است و باعث می‌شود پژوهش‌هایی بالقوه حیاتی انجام نشود. هیئت مشاور نظرش را در ماه مارس عوض کرد و مقاله‌ها در ماه‌های مه و ژوئن منتشر شد. اما بحث و جدل ادامه یافت: سیاست‌پیشگان به دولت آمریکا به دلیل تصمیم‌گیری عجولانه حمله کردند و برخی دانش‌پیشه‌ها به دلیل کندی در رسیدن به تصمیم نهایی. اینک برخی نهادهای قانون‌گذار در دولت در این اندیشه هستند که محدودیت‌های بیشتری برای این نوع پژوهش‌ها قائل شوند. در حالی که هنوز جزئیات مقررات جدید بررسی می‌شود، پژوهش‌های مشابه از ماه ژانویه «داوطلبانه» متوقف شد و این نکته برخی از دانشگراها را که مایل بودند هر چه زودتر کار خود را ادامه دهند خشمگین کرد.

دوران ریاضت

کشورهای ثروتمند بودجهٔ عمومی خود را کاهش می‌دهند و در نتیجه بودجهٔ پژوهشی نیز کاهش می‌یابد گرچه در همهٔ کشورها چنین نمی‌شود. کانادا بودجهٔ پژوهش‌های محیط‌زیست را کاهش داد و شماری از برنامه‌های پژوهشی را تعطیل کرد از جمله برنامهٔ معروف «منطقهٔ تجربی دریاچه‌ها» را: مجموعهٔ ۵۸ دریاچهٔ آب شیرین در انتاریو که بیش از ۴۰ سال است که مقدار مواد آلاینده در آنها بررسی می‌شود. در بودجهٔ پیشنهادی اسپانیا برای سال ۲۰۱۳ باز از بودجهٔ پژوهشی کاسته می‌شود؛ در سال ۲۰۱۲ این بودجه ۲۵٪ کاهش یافته بود و این چهارمین کاهش متوالی بودجهٔ پژوهشی بود. در ایالات متحد، بیشتر سال را دانشگران نگران «مصادره» بودند که کاهش بودجه‌ای سراسری است و شاید در اوایل سال ۲۰۱۳ صورت بگیرد گرچه در همین سال انتخابات هم برخی بودجه‌ها کاسته شد: دانشگران علوم سیارات ناسا برای برجسته‌کردن کاهش حمایت از زمینه علمی‌شان برنامهٔ فروش شیرینی به راه انداختند. بحث دربارهٔ بودجهٔ عظیم اروپا برای سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۰ (شامل برنامهٔ