

# آینده علم سر دوراهی شرق یا غرب



نeda افشاری مترجم

طبق آمار پایگاه‌های استنادی و رتبه‌بندی دنیا، چند سالی است که چین گوی سبقت را در حوزه تولید علم از آمریکا ربوده است اما در طرف مقابل جوایز نوبل چیز دیگری می‌گوید. بررسی پرونده جایزه نوبل در پنج سال گذشته حکایت از آن دارد که آمریکا از اواسط قرن بیستم، بیشترین تعداد برندگان جوایز

## انتخابات مسیر آینده علمی آمریکا را تعیین می‌کند

آمریکا امسال یک هزار میلیارد دلار را صرف تحقیق و توسعه (R&D) کرده است که در مقایسه با سایر کشورها رقم بالایی محسوب می‌شود. آزمایشگاه‌های فعال در این کشور به عنوان آهن‌ربایی برای جذب محققان از سراسر دنیا عمل می‌کنند به طوری که ۴۳ درصد از دارندگان مدرک دکتری به عنوان نیروی کار در آمریکا در حوزه علوم، فناوری، مهندسی و پزشکی (STEM) در این آزمایشگاه‌ها مشغول به کارند. اما با نزدیک شدن به زمان انتخابات ریاست جمهوری آمریکا برخی رهبران علمی جهان نگران آیند که آمریکایی‌ها زمین بازی را به سایر مراکز پژوهشی از جمله چین واگذار کنند. چین در حال حاضر در بسیاری از معیارهای علمی پیشروتر از آمریکا قرار گرفته است. رئیس آکادمی ملی علوم آمریکا در سخنرانی‌ای که اخیراً داشت، اظهار کرد: «تصور می‌شود علم آمریکا بازی را به رهبران جهانی حوزه‌های STEM می‌بازد و زمین بازی را به رقبای قدرتمندی چون چین واگذار می‌کند.»

نگرانی‌ها از محدودیت‌های بودجه‌ای صرف‌شده در تحقیق و توسعه و سیاسی شدن فزاینده علم تا بحث‌های داغ در مورد مهاجرت را شامل می‌شوند. آکادمی ملی علوم، مهندسی و پزشکی آمریکا به تازگی گزارش داده بدیهی است آمریکا دیگر نمی‌تواند مقصد انتخاب بهترین‌ها و درخشان‌ترین‌های جهان باقی بماند. آکادمی‌ها خواستار تلاش گسترده دولت برای جذب و حفظ استعداد‌های بین‌المللی و بهبود آموزش‌های STEM در داخلند.

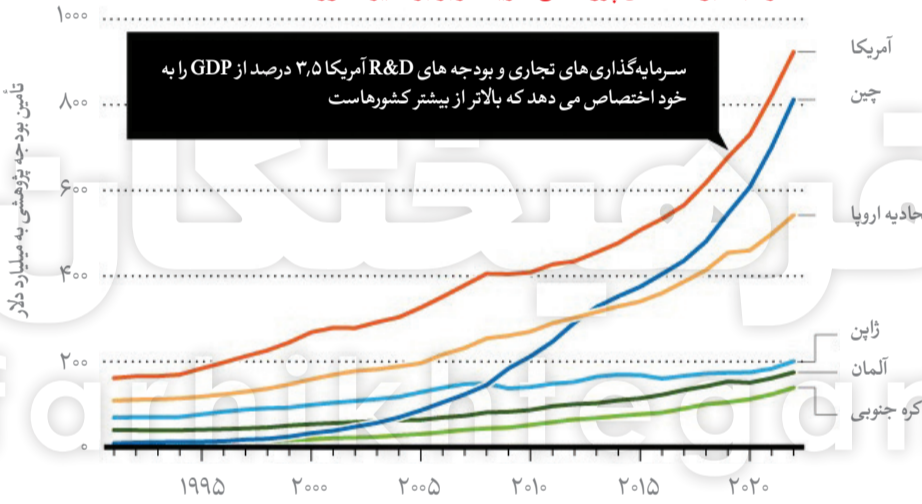
نوبل علمی را در مقایسه با سایر کشورها از آن خود کرده است. در سال ۲۰۲۰، دوشرکت دارویی آمریکایی، توسعه‌دهنده واکسن‌هایی را در دست گرفتند که به مهار همه‌گیری کرونا کمک کرد. دو سال بعد، یک شرکت استراتژی در کالیفرنیا ابزار تحول‌آفرین هوش مصنوعی ChatGPT را منتشر کرد و یک آزمایشگاه ملی آمریکایی نیز مانع اساسی در همجوشی هسته‌ای را از میان برداشت. همین مصادیق می‌تواند نوک سوزنی از فعالیت‌های علمی آمریکا در مسیر برتری علمی دنیا به حساب بیاید.

گمانه‌زنی‌ها حاکی است که آینده وضعیت علمی در آمریکا تا حد زیادی به انتخابات ریاست جمهوری در ماه نوامبر گره خورده است به طوری که رئیس جمهور بعدی و اعضای کنگره‌ای که بر سر کار خواهند آمد، با ایجاد برنامه‌های مالی، سیاست‌های مهاجرتی و اقدامات امنیت ملی که بر همکاری‌های بین‌المللی تأثیر می‌گذارد، نقشی اساسی در تعیین مسیر فعالیت علمی آمریکا در سال‌های آینده خواهند داشت. با توجه به نگرانی‌هایی که در مورد آینده علمی آمریکا وجود دارد، مجله «نیچر» به بررسی وضعیت فعلی این کشور در حوزه‌های علمی و وقوع اتفاقات بعد از انتخابات پرداخته و چند موضوع کلیدی را مورد بررسی قرار می‌دهد که می‌توانند آینده علمی این کشور را رقم بزنند.

## ۳۰ درصد کل هزینه‌های R&D دنیا در آمریکا

نیروی محرکه تحقیقات، پول است و آمریکا مدت‌زمان زیادی است که از موقعیت پیشگامی در علم و فناوری برخوردار بوده زیرانسیست به سایر کشورها هزینه‌های بالاتری دارد. با ترکیب بودجه‌های دولتی و خصوصی، آمریکا در سال ۲۰۲۲ قریب به ۹۲۳ میلیارد دلار یا حدود ۳۰ درصد از کل هزینه‌های R&D دنیا را به خود اختصاص داد. اما با توجه به رشد اقتصاد چین، هزینه‌های تحقیق و توسعه این کشور نیز به ۸۱۲ میلیارد دلار رسیده است که انتظار می‌رود پیش از سال ۲۰۳۰، میزان هزینه‌های R&D چین با آمریکا هم‌سطح شود.

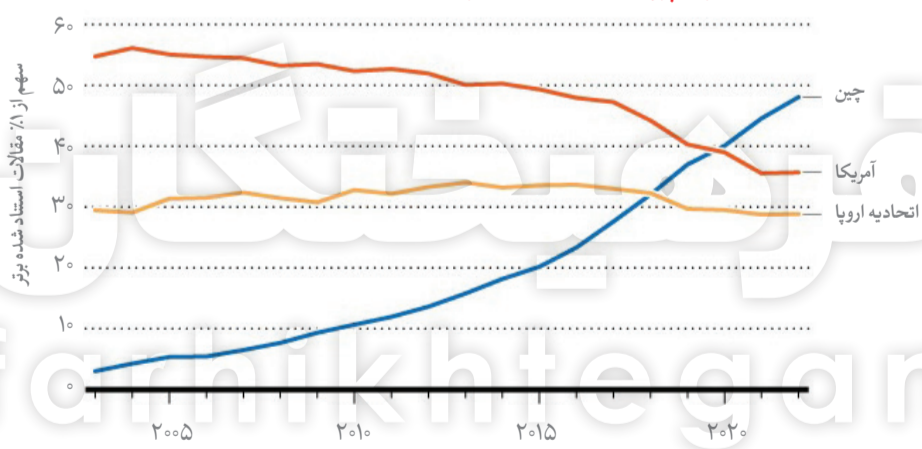
## رقابت بودجه‌های پژوهشی آمریکا در برابر سایر کشورها



## جلوزدن چین از آمریکا در برترین مقالات پراستناد جهان

با توجه به تعداد بالای پرسنل، تولیدات علمی و ثبت اختراعات آمریکا پیشروی خود را از دست داده است. در سال ۲۰۱۶، چین به عنوان برترین تولیدکننده مقالات علمی و مهندسی پیشی گرفت. این کشور در سال ۲۰۱۹ از نظر تعداد دکتری‌های علوم و مهندسی اعطا شده، آمریکا را پشت سر گذاشت. براساس گزارشی که از سوی بنیاد ملی علوم آمریکا (NSF) منتشر شده است، آمریکا در سال ۲۰۲۱ به برترین کشور در حوزه برنامه‌های

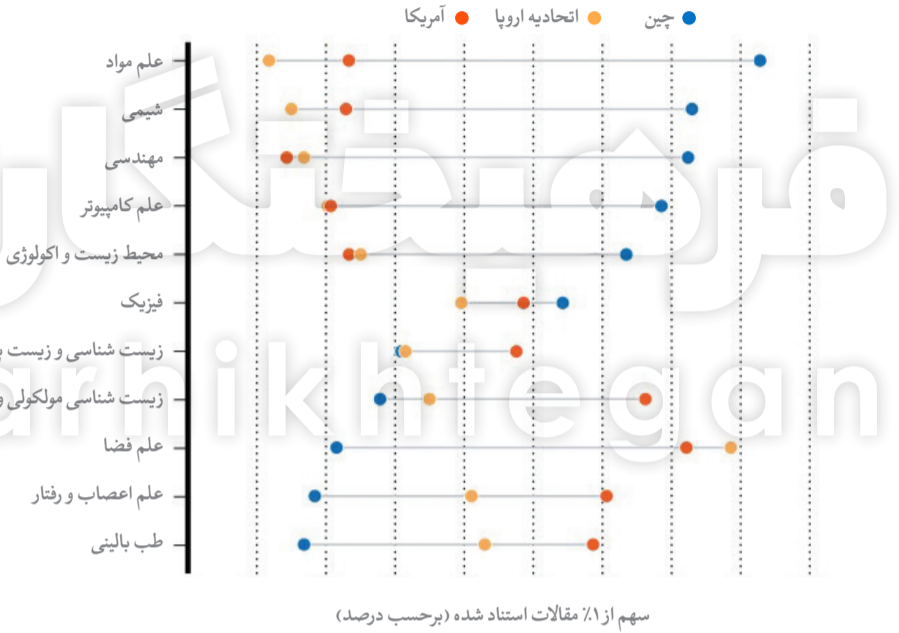
## بیشترین پژوهش‌های دنیا با بالاترین استناد



## بیشترین استناد چینی‌ها «خوداستنادی» است

چین نقاط قوت خاصی را در حوزه‌های مهندسی، شیمی و علم مواد نشان می‌دهد درحالی‌که در میان یک درصد مقالات پراستناد جهان، آمریکا پیشتازی خود را در حوزه‌هایی چون زیست‌شناسی، پزشکی و علوم اعصاب حفظ کرده است. آمار استناد معیار ناقصی برای تأییدگذاری به شمار می‌رود. اطلاعات صورت‌گرفته در سال جاری بیانگر آن است که محققان چینی بیشترین «استناد‌های خانگی» را دارند، به این معنا که حجم قابل‌توجهی از استنادها در چین خوداستنادی هستند. با اصلاح این روند پیشرفت چین

## مناطق پیشگام در حوزه‌های مختلف علمی

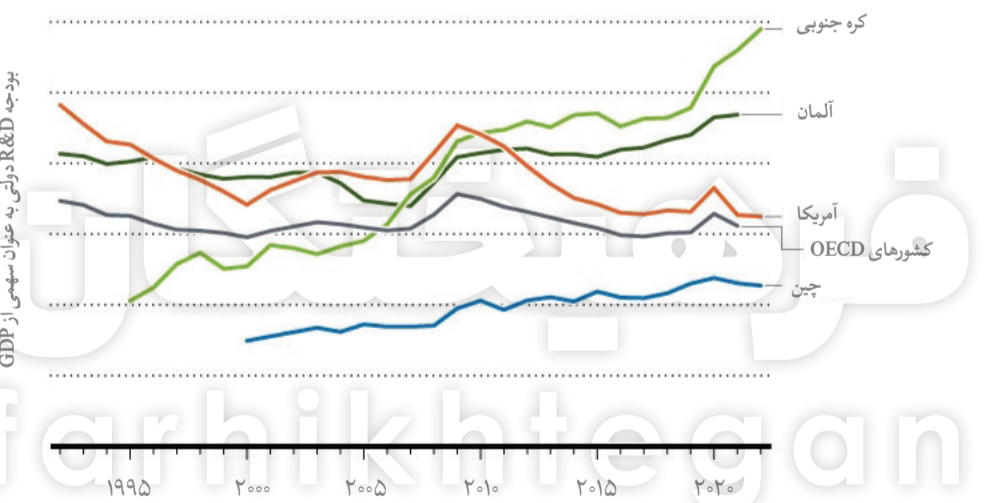


سهوم از ۱٪ مقالات استناد شده (برحسب درصد)

## کاهش سهم بودجه‌های دولتی از R&D

هشدارهایی که در حال حاضر درباره وضعیت علمی در آمریکا داده می‌شود باعث شده برخی محققان و کارشناسان پیشنهادهایی را به منظور سر و سامان دادن به این اوضاع فعلی در آمریکا ارائه دهند. یکی از این توصیه‌ها، دوبرابر کردن بودجه پژوهش‌های پایه برای حوزه‌های ریاضیات، مهندسی و علوم فیزیک بود که در راستای دوبرابر شدن بودجه مؤسسه ملی بهداشت انجام شد که بین سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۰۳ از سوی کنگره آمریکا تعیین شده بود. تاریخ اکنون در حال تکرار است. در سال ۲۰۲۲، کنگره متحد شد تا با توجه به وضعیت چین، قانون تراشه و علم را تصویب و اجازه ۲۸۰ میلیارد دلار بودجه‌ای را به منظور ارتقای نیمه‌رساناهای داخلی و افزایش بودجه چند آژانس تحقیقاتی بزرگ صادر کرد. یکی از دینفعان اصلی این قانون، بنیاد ملی علوم آمریکاست که شاهد افزایش ۱۱ درصدی بودجه خود به ۹ میلیارد و ۹۰۰ میلیون دلار در سال ۲۰۲۳ بود و بودجه این بنیاد تنها زمانی کاهش یافت که کنگره، بودجه امسال را با ۹ میلیارد و ۱۰۰ میلیون دلار تصویب کرد. سرمایه‌گذاری‌های فعلی دولتی در بنیاد ملی علوم آمریکا، دفتر علوم وزارت انرژی و مؤسسه ملی استناددر و فناوری آمریکا که سرمایه‌گذاران اصلی پژوهش‌های پایه در علم فیزیکند، به عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی (GDP)، در مقایسه با سال ۱۹۹۷ به پایین‌ترین حد خود رسیده است. سرمایه‌گذاری پژوهشی آمریکا به عنوان سهمی از GDP همچنان در حال افزایش است که به دلیل کاهش سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه از سوی کسب‌وکارهای خصوصی اتفاق افتاده است. مشاور علمی بایدن و مدیر دفتر سیاست علم و فناوری کاخ سفید معتقد است باید

## کاهش بودجه‌های دولتی R&D به عنوان سهمی از GDP کشورها



کاهش می‌یابد و حتی ممکن است به رتبه چهارم جهان نیز تنزل کند. چین در سال گذشته از نظر مقالاتی که در مجلات تأثیرگذار منتشر می‌شدند، از آمریکا پیشی گرفت. محققان اظهار کرده‌اند که در بین تمام مقالات پراستناد مربوط به آمریکا، چینی‌ها و اروپایی‌ها بیشترین تعداد محققان را به خود اختصاص دادند. آنها بر این باورند که اگر چین یا هر کشور دیگری هزینه‌های بیشتری صرف پژوهش کند این امر باید به نفع این کشور تمام شود- تا زمانی که آمریکا موفق شود دانشمندان برجسته جهان را در کشور نگه داشته و از نوآوری جهانی بهره‌مند شود.

رواق تحقیق و توسعه را با کمک بودجه‌های فدرال به مسیر بهتری بازگردانیم. افزایش شدید تحقیق و توسعه خصوصی برای مشاغل و اقتصاد مطلوب است اما جایگزینی برای انواعی از علوم پایه که بتوانند از حمایت‌های سرمایه‌گذاری‌های فدرال بهره‌مند شوند، وجود ندارد. به گفته دانشمندان مؤسسه اطلاعات علمی شرکت تحلیلی Clarivate، آمریکا در حوزه‌هایی که بیشترین سرمایه‌گذاری را در آنها انجام داده، مانند تحقیقات زیست‌پزشکی پیشتازی خود را حفظ می‌کند. در مقابل چین در حوزه‌های علم مواد، علم فیزیک و علوم کامپیوتر از آمریکا پیشی می‌گیرد. این حوزه‌ها دقیقاً حوزه‌هایی‌اند که آمریکا در سرمایه‌گذاری روی آنها کوتاهی کرده است. زمانی که نوبت به تعیین اولویت‌های هزینه‌ها می‌رسد کنگره آمریکا بدون توجه به پیشنهاد‌های بودجه‌ای ارائه شده از سوی رؤسای جمهور، مسیر خود را طی کرده و براساس دستورالعمل خود حرکت می‌کند. به عنوان مثال اگرچه رئیس جمهوری پیشین یعنی دونالد ترامپ بارها به دنبال کاهش بودجه‌های علمی بوده، اما در دوران تصدی‌گری او، کنگره آمریکا سقف‌های بودجه‌ای مشارکتی را شکست و در کنار افزایش هزینه‌های دفاعی، آژانس‌های علمی را از نظر بودجه‌ای تقویت کرد. اما امروز قانونگذاران باید براساس توافقنامه بودجه‌ای عمل کرده و به دنبال محدود کردن هزینه‌های کلی تا سال ۲۰۲۵ باشند که می‌تواند روند افزایش هزینه‌های حوزه‌های STEM را دشوارتر کند. این روند باعث می‌شود آژانس‌های تأمین مالی به طور مداوم با جریان‌های سیاسی جابه‌جا شوند. گاهی هم آژانس‌های تأمین مالی، براساس بودجه‌های موقت و تهدید احتمالی تعطیلی دولت فعالیت می‌کنند.

جنگ رژیم صهیونیستی و مردم غزه وجود دارد. این دیگری‌های فرهنگی به عنوان بخشی از روند گسترده‌سوی افزایش قطعی‌سازی سیاسی، دانشگاه‌های آمریکا را فرا گرفته و برخی قانون‌گذاران را بر آن داشته تا محدودیت‌هایی را برای محققان، استادان و دانشجویان تعیین کنند. انتظار می‌رود رئیس‌جمهور آینده این کشور نیز مانند بایدن، فرایند افزایش بودجه‌های علمی را دنبال کرده و در عین حال، بر نقش علم در مقابله با تغییرات آب‌وهوایی و ارتقای سلامت عمومی جامعه تأکید کند. بسیاری از دانشمندان علوم سیاسی از این مسئله بیم دارند که دوره دوم ترامپ پرچالش‌تر باشد. امتناع ترامپ از رسمیت شناختن نتایج انتخاباتی در صورت برنده نشدن وعده‌های او مبنی بر استفاده از اختیارات دولت فدرال برای انتقام‌گیری سیاسی، باعث شده محققان نگران جایگزین کردن هزاران دانشمند فدرال و تغییر شکل دولت آمریکا باشند. این امر نقش علم را در توسعه قوانین و مقررات حاکم از انتشار گازهای گلخانه‌ای گرفته تا توسعه حوزه دارو تضعیف می‌کند. این امر اهمیت ندارد که کدام حزب در آمریکا بر سر کار می‌آید، آنچه مهم است سرنوشت علم در آمریکا با توجه به روند‌هایی است که این کشور را به سمت قطعی‌سازی هدایت می‌کند و همین امر اعتماد بسیاری از نهادها را در دهه‌های گذشته کاهش داده است.

و جمهوری خواهان نیز که مجلس نمایندگان آمریکا را تحت کنترل دارند. قانونی را تصویب کرده‌اند که در صورت تصویب اساساً طرح «ابتکار چین» را بازگردانند. نظرسنجی‌ها در آمریکا نشان داده است که بسیاری از محققان چینی نگران پیش‌دوری‌هایی‌اند که در مورد این طرح ممکن است اتفاق بیفتد. بررسی‌ها از میزان ثبت‌نام دانشجویان چینی در دوره‌های دکتری آمریکا نشان داد که ثبت‌نام دانشجویان چینی تا سال ۲۰۱۹ با کاهش ۱۵ درصدی همراه بود و احتمال ثبت‌نام آنها در کشورهای انگلیسی‌زبان غیرآمریکایی بیشتر بوده است. به گفته محققان، اگرچه ثبت‌نام دانشجویان چینی در دانشگاه‌های آمریکا پس از همه‌گیری افزایش یافته اما این معمولاً شامل حال بهترین و باهوش‌ترین دانشجویان چینی نمی‌شود. گسترش فرصت‌ها برای دانشجویان فراغ‌التحصیل چینی در داخل چین و چالش‌های زیادی که برای دریافت ویزای کار باید پشت سر بگذارند، از عمده‌ترین دلایلی است که مانع از ثبت‌نام آنها در دانشگاه‌های آمریکایی می‌شود.

## درگیری‌های فرهنگی دانشگاه‌ها و آینده علم آمریکا

تقریباً در بیشتر پردیس‌های دانشگاهی آمریکا، تنش‌هایی بر سر مسائلی چون

راز دست بدهد. سهم این کشور از دانشجویان بین‌المللی در حال کاهش است به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۰۰ با کاهش ۲۳ درصدی مواجه شد. اگرچه تعداد ثبت‌نام‌کنندگان پس از یک افت مختصر همه‌گیری کرونا، به بالاترین حد خود رسیده است. در این میان هنوز استعدادهای چینی آمریکا را مقصدی جذاب برای تحصیل و کار می‌دانند.

## آینده تعاملات چین و آمریکا چگونه رقم خواهد خورد؟

چین همچنان بزرگ‌ترین شریک پژوهشی آمریکا محسوب می‌شود اما تعداد مقالات نوشته‌شده از سوی محققان چینی و آمریکایی به‌رغم افزایش همکاری چین با رقیب، در حال کاهش است. در دوران ریاست جمهوری ترامپ بسیاری از محدودیت‌ها برای تردد دانشجویان بین‌المللی به ویژه برای چینی‌ها مقرر شد که با روی کار آمدن بایدن این ممنوعیت‌ها برداشته شد اما بسیاری از محققان بر این باورند که اگر ترامپ در انتخابات نوامبر پیروز میدان باشد ممکن است بسیاری از معادلات بر هم بریزد. ماه گذشته ترامپ متعهد شد در صورت پیروز شدن در انتخابات بار دیگر ممنوعیت‌های سفر رایزنی‌گرداند

## آمریکا اولویت محققان خارجی خواهد ماند؟

از آنجایی که آمریکا به‌شدت به استعداد‌های خارجی به عنوان سوخت موتور علمی خود متکی است، پرسشی کلیدی مطرح می‌شود که آیا با وضعیت علمی آمریکا، باز هم این کشور در سطح دنیا اولویت محققان برای تحصیل و کار باقی خواهد ماند؟ آمریکا پیش از پیش به محققان خارجی متکی است به طوری که بیش از یک سوم دکتری‌های علوم و مهندسی که در سال گذشته اعطا شده، به دانشجویان بین‌المللی با سهم ۵۹ درصدی در علوم کامپیوتر اختصاص یافت. مدیر تحقیقات غول فناوری IBM و رئیس فعلی هیأت ملی علوم آمریکا معتقد است آمریکا از نظر وابستگی به استعداد‌های خارجی در بالاترین سطح خود قرار گرفته است. بیشتر این دانشجویان اهل چین و هندند. ۷۷ درصد دانشجویان چینی که موفق به کسب مدرک دکتری از آمریکا شده‌اند، اظهار کرده‌اند که قصد ماندگاری در این کشور را دارند؛ نسبتی که در پنج سال گذشته تنها اندکی کاهش یافته است. به طوری‌که، براساس داده‌های سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، آمریکا همچنان برترین نقطه در جهان برای دانشجویان بین‌المللی به شمار می‌رود که میزان ۱۵ درصد از کل دانشجویان دنیا در سال ۲۰۲۰ بوده است. اما نشانه‌هایی هم وجود دارد که آمریکا ممکن است برتری خود

