



«فرهیختگان» گزارش می‌دهد

آزمایشگاه‌های ملی: کلید توسعه اکوسیستم نوآوری



ندا اظهري

مترجم

بسیاری از تحقیقات و پژوهش‌های علمی که ما حاصل آن را در دنیای روز می‌بینیم، موضوعات مختلف

مشاهده می‌کنیم، در دل آزمایشگاه‌های سراسر دنیا انجام شده‌وبه سرانجام می‌رسند. مأموریت آزمایشگاه‌های ملی، پیشبرد تحقیق و توسعه‌ای است که به مأموریت اصلی در سازمان‌های مختلف یک کشور شامل سازمان انرژی در حوزه انرژی، علوم، امنیت ملی و نظارت بر محیط زیست می‌پردازد. در واقع،

آزمایشگاه‌ها برای مقابله با مشکلات دشواری راه‌اندازی شده‌اند که فراتر از توانایی‌های صنعت خصوصی یا دانشگاه‌های فردی است. هر آزمایشگاه دارای شایستگی‌ها، امکانات منحصر به فرد و تیم‌های تحقیقاتی است که مجموعه‌ای از رشته‌ها را برای پیشبرد مرزهای علم، مهندسی و فناوری در اختیار دارد.

بودجه سالانه ۱۳ میلیارد دلاری آزمایشگاه‌های ملی آمریکا

آزمایشگاه‌ها و مراکز ملی فناوری سازمان انرژی آمریکا یک سیستم آزمایشگاهی است که توسط سازمان انرژی این کشور (DOE) برای پژوهش‌های علمی و فناوری تحت نظارت قرار می‌گیرند. مأموریت اصلی این آزمایشگاه‌های ملی انجام تحقیق و توسعه با توجه به اولویت‌های ملی انرژی و آب و هوا، محیط زیست، امنیت ملی و سلامت است. به عبارتی، آزمایشگاه‌های ملی، نتیجه سرمایه‌گذاری‌های عظیم در پژوهش‌های علمی است که بیش از ۷۰ سال است به‌عنوان موسسات پیشرو در حوزه نوآوری‌های علمی در آمریکا خدمت‌رسانی می‌کنند. ۱۷ آزمایشگاه ملی در آمریکا در حال فعالیت هستند که مجهز به ابزارها و امکانات منحصر به فردی هستند. آنها به چالش‌های تحقیق و توسعه در مقیاس بزرگ و پیچیده با رویکردی چندرشته‌ای می‌پردازند که بر تبدیل علوم پایه به نوآوری و فناوری تأکید دارند. این ۱۷ آزمایشگاه ملی تحت نظارت سازمان انرژی پژوهشگاه‌های علم و فناوری آمریکا هستند که محققان آنها با برخی از سخت‌ترین چالش‌های جهان مقابله می‌کنند. این آزمایشگاه‌ها از دانشمندان و مهندسان دانشگاهی، دولتی و

صنعت با دسترسی به تجهیزات تخصصی، امکانات پژوهشی در سطح جهانی و کارکنان فنی ماهر پشتیبانی می‌کنند. این مراکز، فرصت خوبی را پیش‌روی دانشمندان و محققان قرار می‌دهد که امکان بهره‌مندی از تجهیزات علمی یا همکاری با سایر محققان را در اختیار ندارند. اما در این آزمایشگاه‌ها همکاری‌های خوب پژوهشی رخ می‌دهد که به پیشرفت علم کمک می‌کند. علاوه بر اینکه دانشگاه‌ها می‌توانند گروه‌های محقق خود را برای پیشبرد فعالیت‌های علمی در اختیار این آزمایشگاه‌ها قرار دهند، همچنین می‌توانند با اعطای سرمایه‌هایی از این مراکز حمایت کنند. آغاز شکل‌گیری آزمایشگاه‌های ملی در دنیا به جنگ جهانی دوم برمی‌گردد و در سال ۱۹۴۳ میلادی بود که نخستین آزمایشگاه به‌منظور پاسخگویی به نیازهای نظامی موسوم به «لوس آلاموس» در آمریکا راه‌اندازی و چهار سال بعد یعنی در سال ۱۹۴۷ آغاز به کار کرد. اما در همین برهه که آمریکایی‌ها مشغول شکل‌گرفتن این آزمایشگاه بودند، نخستین آزمایشگاه آمریکایی با عنوان آزمایشگاه ملی و با نام «آرگون» به‌طور رسمی فعالیت خود را آغاز کرد. در این میان، آزمایشگاه

ملی «اوک ریج» (ORNL) بزرگ‌ترین آزمایشگاه ملی چندمنظوره علم و فناوری در آمریکاست که مأموریت آن طی سال‌ها رشد و گسترش پیدا کرده است. این آزمایشگاه ملی پیشرو در حوزه ابررایانه‌ها، تولید پیشرفته، پژوهش مواد، علم نوترون، انرژی‌های پاک و امنیت ملی قرار دارد. آزمایشگاه‌های ملی آمریکا سالیانه بودجه ۱۲ میلیارد دلاری دریافت می‌کنند که تقریباً ۵ میلیارد و ۴۰۰ میلیون دلار آن به پژوهش‌های غیرتسلیحاتی اختصاص می‌یابد. این آزمایشگاه‌ها با بودجه‌ای که در یافت می‌کنند سالانه ۱۵۰۰ اختراع و حدود ۷۰۰ ثبت اختراع دارند. در آزمایشگاه‌های ملی این کشور، کل بودجه تحقیق و توسعه به ازای هر پنت تولیدشده توسط آزمایشگاه‌ها حدود ۷ میلیون و ۶۰۰ هزار دلار است که تقریباً دوبرابر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه خارج از آزمایشگاه‌ها و حدود ۴ میلیون دلار به ازای هر پنت است. با وجود این، آزمایشگاه‌های ۱۶ میلیون و ۴۰۰ هزار دلار برای هر قرارداد، مجوز تولید صادر می‌کنند، در حالی که خارج از آزمایشگاه‌های ملی، این رقم تقریباً چهار برابر بیشتر است و مبلغ مجوز صادر شده چیزی بالغ بر ۶۴ میلیون دلار است.

انگلیس بیش از ۲۵ آزمایشگاه ملی دارد که هر کدام از آنها مأموریت عمومی متفاوتی دارند که اهدافی را از جمله اندازه‌گیری و آب و هوا گرفته تا مواد غذایی و انرژی دربرمی‌گیرند. این سازمان‌ها و نهادها نقشی اساسی داشته و باعث ایمن ماندن شهرها می‌شوند. به تسهیل فعالیت‌های تجاری کمک کرده و مسائل مربوط به محیط زیست را مورد مطالعه قرار می‌دهند. دولت انگلیس از آزمایشگاه‌های ملی و قابلیت‌های منحصر به فرد آنها در چشم‌انداز نوآوری استفاده می‌کند. غالب آزمایشگاه‌های ملی انگلیس که تحت عنوان موسسات پژوهش‌های علمی دولت فعالیت می‌کنند، توسط بخش خصوصی اداره می‌شوند. آزمایشگاه ملی فیزیک و آزمایشگاه ملی هسته‌ای از مهم‌ترین و تأثیرگذارترین آزمایشگاه‌های ملی در این کشور محسوب می‌شوند. آزمایشگاه ملی فیزیک قدمتی ۱۲۳ ساله دارد و با توجه به اینکه در سال ۱۹۰۰ میلادی تاسیس شده، یکی از قدیمی‌ترین موسسات اندازه‌گیری

اختصاص ۱۱ میلیون دلاری صندوق آزمایشگاه‌های انگلیس

در جهان به‌شمار می‌رود. آزمایشگاه ملی هسته‌ای اما تازه‌ساخت است و سال ۲۰۰۸ راه‌اندازی شده. با توجه به اهمیت مقوله انرژی هسته‌ای در دنیا و استفاده‌های متفاوتی که می‌توان از آن کرد، این آزمایشگاه به‌عنوان یک نهاد دولتی، فناوری‌های خدمات هسته‌ای را در دستور کار خود دارد که کل چرخه سوخت هسته‌ای را پوشش می‌دهد. این مرکز اعضای هیات علمی خود را در اختیار دارد و تفاهنامه‌های مشارکتی را با دانشگاه‌ها دارد که از آن جمله می‌توان به توافقنامه‌های مشترک پیرامون دفع زباله‌های هسته‌ای با دانشگاه «شیفلد» و در زمینه تحقیقات مواد هسته‌ای با دانشگاه منچستر اشاره کرد. سرمایه‌گذاری برای ارتقای آزمایشگاه‌های ملی در سراسر انگلیس از جمله ادینبورگ، دیزبری و هارول صورت می‌گیرد که زیربنای تحقیقات بنیادی در حوزه‌های نجوم، فیزیک و علوم فضایی هستند. این سرمایه‌گذاری‌ها روی حوزه لیزرهای با انرژی بالا، هوش مصنوعی و محاسبات کوانتومی، فیزیک ذرات و توسعه

شتاب‌دهنده ذرات، توسعه ابزارهای علمی برای نجوم زمینی و فضایی، فناوری‌های دیجیتال پیشرفته برای ارتقای صنعت و جامعه پژوهشی، محاسبات با کارایی بالا و نرم‌افزارهای علمی انجام می‌شوند. تاسیسات علمی و پژوهشی در انگلیس ۱۰۳ میلیون پوند از بودجه‌های دولتی دریافت می‌کنند که هدف از اعطای این مبلغ، ارتقای زیرساخت‌های پژوهشی در سطح جهانی این کشور و باز کردن درها روی پیشرفت‌های علمی جدید است. اختصاص این بودجه‌ها به چنین مراکز و آزمایشگاه‌هایی، اولویت نخست‌وزیر انگلیس را برای رشد اقتصاد و ایجاد اشتغال در این کشور برآورده می‌کند. این بودجه‌شان دهنده حمایت مستمر دولت از جامعه علمی انگلیس است که هدف آن، پیشبرد چشم‌انداز چهارچوب علم و فناوری این کشور عنوان شده است. در این میان صندوق آزمایشگاه‌های کلاس جهانی مراکز نوآوری و پژوهشی انگلیس در سال ۲۰۲۱ بودجه‌ای بالغ بر ۱۱۵ میلیون دلار را به این مراکز اختصاص داده است.

فعالیت ۶۹ مرکز آزمایشگاهی در هند

آزمایشگاه‌های ملی هند در قالب شبکه آزمایشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی ملی فعالیت می‌کنند و تعداد آنها به ۶۹ مرکز می‌رسد که تحت نظر وزارت علوم و فناوری فعالیت می‌کنند. شورای پژوهش‌های علمی و صنعتی در حال ایجاد یک مجتمع نوآوری در بمبئی، چنای و کلکته است که بر پژوهش‌های تبدیلی متمرکز خواهد بود. دپارتمان بیوتکنولوژی یک شبکه ملی سیستم‌های اطلاعات بیوتکنولوژی با «آرتیک» مرکز در سطوح مختلف ایجاد کرده که تمام ایالت‌های این کشور را پوشش می‌دهد. دولت این کشور با هدف جذب بهترین استعدادها در حوزه علوم، برنامه‌ای را با عنوان «نوآوری در حوزه علوم برای پژوهش‌های الهام‌گرفته» (INSPIRE) تدوین کرده است. هرساله دو میلیون دانش‌آموز از مدارس هند برای شرکت

پژوهش‌های علمی و صنعتی فعالیت می‌کنند. این مرکز در سال ۱۹۴۷ راه‌اندازی شده است. ساختمان اصلی این آزمایشگاه در سال ۱۹۵۰ آغاز به کار کرد. به‌طور کلی آزمایشگاه‌های ملی در هند، پژوهش‌های پایه و کاربردی را به توجه به مشکلات صنایع در حوزه خود انجام می‌دهند. این مراکز به‌طور فعال با کار توسعه صنعتی و استانداردسازی مرتبط بوده و هر کدام دارای برنامه دقیقی هستند که توسط کمیته‌های متخصص تهیه شده است. آزمایشگاه‌های ملی هند مانند سایر کشورهای دنیا همکاری‌ها و مشارکت‌هایی با دانشگاه‌ها دارند که هدف آن ارتقای اکوسیستم دانشی در کشور است که حاصل آن قرار گرفتن هند جزء ۵۰ کشور نوآور دنیا در سال ۲۰۲۰ شده است که برای اولین بار اتفاق افتاده است.

از اوایل دهه ۱۹۸۰ میلادی، دولت چین اقدام به ساخت سیستم آزمایشگاه‌های کلیدی دولتی کرد که مأموریت آنها هدایت نوآوری در بخش‌های دفاعی و تجاری است. با گذشت زمان، این آزمایشگاه‌ها به یک جزء مهم از پایگاه بزرگ‌تر نوآوری چین تبدیل شده‌اند که انجام پژوهش‌های پایه و کاربردی پیشرفته، جذب آموزش استعدادها داخلی و خارجی و ترویج مبادلات دانشگاهی جهانی را برعهده دارند. نقش این آزمایشگاه‌ها در چین اکوسیستم نوآوری گسترده‌تری را برای پیشبرد و مدیریت ریسک‌های ناشی از انتقال فناوری و رقابت نوآوری جهانی اجرا می‌کند. ۱۸۴ آزمایشگاه کلیدی سازمانی و ۲۸۵ آزمایشگاه دولتی در چین فعالیت می‌کنند که در مجموع ۴۶۹ مرکز را تشکیل می‌دهند و نمی‌توان نقش آنها را در سیستم نوآوری این کشور نادیده گرفت. اما در این سیستم جامع، حدود

دارایی ۹/۵ میلیارد دلاری سیستم آزمایشگاه‌های کلیدی چین

عقب‌تر بوده و به دنبال ایجاد آزمایشگاه‌های ملی بزرگ با الگوبرداری از آزمایشگاه‌های آمریکایی و اروپایی بود. به‌رغم پیشرفت‌هایی که چین در توسعه اکوسیستم آزمایشگاهی خود داشته، این کشور با موانع متعددی در ساخت سیستم آزمایشگاه‌های ملی مواجه شده است و همین باعث شده در مأموریت و عملکرد خود به‌طور قابل توجهی با آمریکا متفاوت است. این آزمایشگاه‌ها از ۳۵ هزار عضو هیات علمی شامل ۲۴ هزار محقق تمام‌وقت تشکیل شده‌اند. ارزش دارایی‌های ثابت این سیستم آزمایشگاهی در چین بیش از ۶ میلیارد و ۵۰۰ میلیون دلار می‌رسد. این مجموعه آزمایشگاه‌ها به واسطه موافقت‌نامه‌های همکاری، مشارکت‌هایی با نهاد‌های بین‌المللی دارند، از جمله همکاری‌هایی که مشارکت این مراکز با دانشگاه جنوب شرقی و دانشگاه بیرمنگام در انگلیس اشاره کرد.

۲۰ آزمایشگاه ملی حضور دارند که ۱۷ آزمایشگاه به‌عنوان مراکز ملی پژوهش فعالیت می‌کنند. نخستین آزمایشگاه ملی چین در سال ۱۹۸۴ رشته‌های مختلف علم و فناوری شامل زیست‌شناسی، شیمی، زمین‌شناسی، مهندسی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، علم مواد و فیزیک است اما بیشترین حجم مطالعات آزمایشگاهی صورت گرفته در این شبکه مربوط به حوزه زمین‌شناسی می‌شود. این مراکز، استعدادهایی را از منابع داخلی و بین‌المللی به واسطه طرح هزار استعداد برتر و نیز تبادل استعداد در سطح بین‌المللی و طرح‌های بورسیه‌ای جذب می‌کنند. این آزمایشگاه‌ها توسط وزارت آموزش عالی و آکادمی علوم چین و توسط شرکت‌های دولتی و خصوصی مدیریت می‌شوند. دولت چین در یک‌دهه گذشته تشخیص داد که آزمایشگاه‌های این کشور از هم‌تایان خود در دنیا

سابقه ۲۲ ساله تنها آزمایشگاه ملی نروژ

دولت نروژ از سال‌ها پیش برای ایجاد تغییر در راه‌اندازی آزمایشگاه‌های ملی برنامه‌ریزی کرده است. این کشور با شکل‌گیری آزمایشگاه‌های ملی پژوهشی، تغییراتی را در سیستم پژوهش ایجاد می‌کند. در حال حاضر، آزمایشگاه پژوهشی Simula تنها سازمان پژوهشی نروژی است که با استانداردها و قوانین موجود هماهنگی دارد. این آزمایشگاه در سال ۲۰۰۱ راه‌اندازی شده و ۲۲ سال از عمر فعالیت آن می‌گذرد. این مرکز توسط دولت نروژ به‌منظور انجام تحقیقات بنیادی و بلندمدت در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) تاسیس شده است. پژوهش‌های این آزمایشگاه در حوزه سیستم‌های ارتباطی، محاسبات علمی، مهندسی نرم‌افزار، امنیت سایبری و یادگیری ماشینی است. این مرکز علاوه بر انجام پژوهش‌ها در سطح بین‌المللی، برای به‌کارگیری تحقیقات در صنعت و بخش دولتی و آموزش دانشجویان

فارغ‌التحصیل با همکاری دانشگاه‌های دیگر نروژی و بین‌المللی فعالیت می‌کند. از سال ۲۰۲۰ نیز این آزمایشگاه از ۶ شرکت تابعه تشکیل شده و به مرکزی برای کارآفرینی تبدیل شده که در مراحل اولیه استارت‌آپ‌های مرتبط با ICT کار می‌کنند. تأمین مالی آزمایشگاه ملی Simula از چند بخش صورت می‌گیرد. حدود ۳۵ درصد از بودجه این مرکز در قالب بودجه پایه و پروژه‌های بلندمدت از سوی دولت نروژ و به‌ویژه

از سوی وزارتخانه‌های آموزش و پژوهش، دولت محلی و نوسازی، حمل‌ونقل و امنیت عمومی تخصص یافته و ۶۵ درصد باقیمانده بودجه هم از منابع خارجی و بیشتر از کمک‌های مالی پژوهش‌های اتحادیه اروپا و شورای پژوهش نروژ تأمین می‌شود. بودجه این آزمایشگاه پژوهشی حدود ۲۲ میلیون دلار ارزیابی شده است. این مرکز به همراه دانشگاه کالیفرنیا، سن دیگو در آموزش دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری از طریق برنامه دکتری و به واسطه مدرسه تابستانی مشترک در فیزیکولوژی محاسباتی با یکدیگر همکاری می‌کنند. Simula همچنین با دانشگاه فنی برلین در چند طرح دکتری همکاری می‌کند. این مرکز علاوه بر آموزش و پژوهش، به محققان و دانشمندان آموزش می‌دهد تا برای اشتغال در بخش‌های دانشگاهی و صنعتی آماده شوند و آموزش‌های توسعه حرفه‌ای را به آنها ارائه می‌دهند.