

چه دلایلی باعث تبدیل شدن آلمان به قطب فناوری نانو شده است؟  
کشور آلمان یکی از کشورهای برتر در حوزه تحقیقات و شرکت های فناوری نانو می باشد. شش دلیلی که باعث این امر شده است در این تحلیل مورد بررسی قرار می گیرد.



گردش مالی صنعت نانو در سال ۲۰۱۵ حدود یک تریلیون دلار تخمین زده شده است. در این میان، کشور آلمان مقام سوم را در ثبت اختراع دارد و موقعیت خوبی برای تبدیل شدن به یکی از قطب های اصلی نانوفناوری را دارد. طبق استراتژی های فناوری های نو این کشور، مرکز ابتکار نانو ایجاد بازارهای جدید، کسب و کار و علوم شبکه ای و ایجاد راهایی برای کمک به پژوهشگران و کارآفرینان را برنامه ریزی کرده است. هدف این مرکز تسریع انتقال ایده های نو، تولید محصولات تجاری و ارائه خدمات است که آلمان را به تحقیقاتی ترین و نوآورترین کشور در سال ۲۰۲۰ تبدیل کند.

برای برنامه های پیشبرد نانو دولت در سال ۲۰۰۸ بودجه ۴۳۰ میلیون یورو را به سرمایه گذاری در این بخش تخصیص داده است و تنها کشورهای آمریکا و ژاپن مبلغی بیش از این مقدار را در زمینه نانو سرمایه گذاری کردند. برای تبدیل آلمان به کشوری پیشرو در فناوری های نانو می توان شش عامل مهم را برچید که در ادامه ذکر می شود.

#### ۱- سرمایه گذاری در زمینه دانشگاه ها و ارتباطات بین المللی

هدف طرح های نوآورانه علوم پیشرفته دولت فدرال این است که آلمان را در بازارهای آینده پیشرو قرار دهد. از این رو با ایجاد محیط های تحقیقاتی منتج به محصولات باعث ایجاد ۱،۵ میلیون شغل جدید گردد. تا سال ۲۰۰۹ در مجموع ۱۵ میلیارد یورو در بخش تحقیقات سرمایه گذاری شده است و در سال ۲۰۱۰ دولت و سرمایه گذاران خارجی این بودجه را به سه درصد از تولید ناخالص ملی افزایش دادند. طبق مطالعات صورت گرفته سرمایه گذاری شرکت ها در بخش تحقیق و توسعه ۷ درصد نسبت به گذشته افزایش یافته است و کارکنان این بخش ۳،۵ درصد رشد را داشته است. که همگی نشان دهنده برنامه افزایش تحقیق و توسعه در اقتصاد آلمان می باشد.

در بخش دانشگاهی حدود دو میلیون دانشجوی جوان تحصیل می کنند که ۲۵۰ هزار نفر از آنها از

کشورهای خارجی می باشند. تعداد ۳۸۳ دانشگاه علوم پایه و تکنولوژی در کشور آلمان وجود دارد و علاوه بر آن ۲۵۷ مرکز غیردانشگاهی که حدود ۷۰ هزار محقق در آنها مشغول به کار است فعالیت دارند. از مهمترین مراکز غیر دانشگاهی می توان موسسه ماکس پلانک، هلمهولتز، لیبنیز و فرانهورف را نام برد. تنها موسسه هلمهولتز ۲۴ هزار محقق دارد که حدود ۴۵۰۰ نفر آن از کشورهای خارجی می باشند.

از سال ۱۹۹۸ تا کنون بودجه تخصیص یافته به فناوری نانو پنج برابر شده است و به موازات آن موسسات حمایتی رشد یافته است. در زمینه فناوری های نانو در دانشگاه ها دروس زیادی در دانشکده های فیزیک، شیمی، علوم مواد، مهندسی برق، علوم کامپیوتر و علوم مهندسی به این امر اختصاص یافته است. علاوه بر تحقیقاتی که در دانشگاه ها و مراکز علمی صورت می گیرد از روابط بین المللی نیز در این حوزه استفاده می شود. به عنوان مثال فناوری نانو آلمان به طور جدی در برنامه های تحقیقاتی اروپا شرکت می کند. اتحادیه اروپا بین سال های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ در مجموع بیش از ۵۰ میلیارد یورو به تحقیقات علمی اختصاص داده است که سهم فناوری نانو ۳،۵ میلیارد یورو بوده است و در این بین بیشترین سهم را موسسات آلمانی به خود اختصاص دادند.

## ۲- بیشترین سرمایه گذاری فناوری نانو در اروپا

در کنار چشم اندازهای مختلف پژوهشی، مدیریت در رقابت های بین المللی یک از عوامل کلیدی می باشد. مهمتر از این، حمایت از کارگران ماهر و آکادمی ها برای پرورش کارشناسان ماهر نسل آینده می باشد. آلمان برای تبدیل شدن به کشور طرفدار تحقیقات و نوآوری سه درصد از تولید ناخالص خود را در سال ۲۰۱۰ به این موضوع اختصاص داده است. طرح اقدام نانوفناوری ۲۰۱۰ دولت فدرال در جهت تسریع تحقیقات پایه به اجرا رسیده است. از این رو هشت وزارتخانه دارای نماینده نانو و مجموعه ای از اقدامات برای پیشبرد این حوزه در نظر گرفته شده است. علاوه بر طرح تسریع ایده تا اجرا در آینده بخش ها و شرکت های زیادی در حوزه نانو معرفی می گردند. همچنین شرکت های کوچک و متوسط را برای استفاده از فناوری های نو تشویق می کنند. این شرکت ها از طریق طرح اقدامات ساختاری مانند برنامه NanoChance برای شروع نمونه اولیه حمایت می شوند.

## ۳- سابقه تحقیقات و پژوهش در گذشته

بعد از مطرح شدن ایده علم نانو توسط فاینمن دانشمند آمریکایی مراکز غیر دانشگاهی زیادی در آلمان برای معرفی این علم تلاش کردند. از مراکز تحقیقاتی با سابقه آلمان و فعالیت هایشان می توان مراکز زیر را نام برد:

الف) مجموعه لیبنیز (WGL)

این موسسه در دهه ۱۹۹۰ تاسیس شد و اکنون ۸۳ مرکز تحقیقاتی در آن وجود دارد. محققان لیبنیز

در بخش های علوم پایه، مهندسی و علوم محیطی فعال می باشند. بخش نانو یکی از زیر مجموعه های مهم این موسسه است که تحقیقات پایه و نزدیک به بازار را در حوزه نانو فناوری انجام می دهد. از مراکز وابسته به این موسسه در زمینه نانو فناوری می توان مراکز تحقیقاتی مواد جدید، مواد و حالت جامد و تحقیقات پلیمر را نام برد.

(ب) مرکز هلمهولتز برلین در حوزه های انرژی و مواد (HGF) در فناوری نانو موسسه HFG بر روی مسائل مربوط به مواد و نانوالکترونیک تمرکز دارد که کارهای برجسته ای در مراکز تحقیقاتی کارلسروهه و زوریخ صورت گرفته است. همچنین تحقیقات در زمینه لایه های نازک و نانومواد در مرکز تحقیقاتی گیز تاخت (GKSS) صورت می گیرد.

(ج) انجمن ماکس پلانک

این مجموعه در سال ۱۹۴۸ تاسیس و دارای ۷۸ مرکز می باشد. این مجموعه تحقیقات پایه را در زمینه های علوم طبیعی، اجتماعی و انسانی انجام می دهد. همچنین در این مجموعه تحقیقات قابل توجهی با رویکرد نانو فناوری صورت می گیرد. مرکز ساتگارت در تحقیقات حالت جامد، فلزی و فیزیک ساختاری بر روی نانومواد، سیستم های مافوق مولکولی، روش های شناسایی و عملکردهای جدید تمرکز دارد.

(د) مجموعه فرانتهوفر-گسلچافت

این مجموعه در سال ۱۹۴۹ تاسیس و دارای ۸۰ مرکز تحقیقاتی می باشد که تمرکز آن بر روی تحقیقات با رویکرد کاربردی می باشد. در حال حاضر مراکز زیادی از این مجموعه بر روی پروژه های کاربردی نانو فناوری با همکاری با صنعت مشغول می باشند.

۴- انواع نانو فناوری های عملیاتی منجر به محصول

از محصولات پزشکی تا صنعت نوری، از فناوری های شیمی تا محیطی در این کشور محصولات زیادی تولید شده است. حدود ۵۰۰ شرکت از شرکت های بزرگ، متوسط تا شرکت های با نمونه اولیه مشغول به کار می باشند. همچنین حمایت های بسیاری خصوصاً در صنایع خودرو صورت گرفته است. در این بین محصولات زیادی در زمینه دستگاه های تجزیه و تحلیل نانو تولید شده است. محصولات و شرکت های زیادی در زمینه های نانو زیستی مانند Magfore، نانو مواد مانند ItN Nanovation، نانو اپتیک مانند Roth&Rau، نانو الکترونیک مانند Quimonda، زیمنس، بوش و AMD، و نانو شیمی مانند BASF Sustech، Li-Tec و Evonic وجود دارند.

۵- آموزش و آگاهی به نسل جوان

در کشور آلمان تلاش های زیادی برای ایجاد روحیه کشف نوآوری های جدید و آموزش به پژوهشگران جوان، دانش آموزان و دانشجویان صورت گرفته است. یکی از این موارد مسابقات بین

المللی آینده نانو برای جذب محققان جوان در هر کشوری می باشد و از این طریق گروه های تحقیقاتی را تشکیل می دهند که به مدت ۵ سال تحت نظارت آنها تحقیق می کنند. در حال حاضر ۲۵ گروه از این پژوهشگران جوان ایجاد شده است. از فعالیت های دیگر انتخاب دانشگاه ها و تمرکز بر تحقیقاتشان در این حوزه می باشد. از سال ۲۰۰۲ باشگاه نانو در دانشگاه RWTH آخن در زمینه های علوم نانو و فناوری های نانو ایجاد شده است. همچنین در دانشگاه کالسروهه بیش از ۲۰۰ محقق و کارکنان فنی در زمینه های فیزیک، شیمی، مهندسی برق و اطلاعات در زمینه تولید وسایل جدید الکترونیکی و فوتونیکی مشغول به فعالیت می باشند و در دانشگاه های دیگر گروه های زیادی برای تحقیقات خاص مورد حمایت قرار می گیرند.

#### ۶- شبکه ها و مراکز صلاحیت پژوهشی

شعار این شبکه ها " ما با هم قوی هستیم " است. برخی از اهداف شبکه ها که شرکت ها، مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی به آن وابسته می باشند شامل بسته های تقویتی، تبادل اطلاعات، برقراری همکاری، ترویج به نسل آینده است. اگر همه این ارتباطات برقرار گردد منجر به همکاری نزدیک، تحقیقات بهتر، عملکرد بالا و ارائه سریع محصولات به بازار می گردد. از این شبکه ها می توان مرکز فیلم های نازک کاربردی را نام برد که ۵۱ شرکت، ده دانشگاه، ۲۲ مرکز تحقیقاتی و ۵ انجمن را در بر می گیرد. از شبکه های دیگر می توان نانوفناوری شیمی/نانو فناوری زیستی (CC-NanoChem/NanoBioNet) را نام برد. علاوه بر مراکز تحقیقاتی، شرکت ها و دانشگاه ها حتی دانش آموزان می توانند به مراکز این شبکه مراجعه و آزمایشات نانو فناوری را انجام دهند. از دیگر شبکه ها می توان شبکه نانوفناوری زیستی (ENNaB) مرکز مجرب تجزیه و تحلیل نانو (CCN)، شبکه میکروفناوری (IVAM) و ... را نام برد.

#### ۷- پروژه های بررسی فرصت ها و خطرات فناوری نانو

در قلب پروژه ابتکار نانو (برنامه عملیاتی ۲۰۱۰) پروژه های INOS، NanoCare و TRACER توسط دولت فدرال، محیط های دانشگاهی و صنایع نو ایجاد شده است که وظیفه ایجاد آیین نامه های استاندارد سازی برای بهبود ارزیابی و بررسی پتانسیل خطرات نانوذرات را به عهده دارند. در سال ۲۰۰۹ حدود ۸ میلیون یورو به این امر اختصاص یافته است. پروژه NanoCare بر روی بررسی رفتار ذرات اولیه و تجمع در سیستم های زنده تمرکز دارد. در پروژه INOS به توسعه روشهای مبتنی بر محیط های آزمایشگاهی زنده به منظور ارزیابی خطرات نانوذرات پرداخته می شود. پروژه TRACER به منظور ارائه توصیه های مورد نیاز برای تولید نهایی ایجاد شده است.

در پایان می توان گفت که فناوری نانو فرصت های بزرگی را در اختیار قرار می دهد و با محاسبه خطرات ناشی از نانوذرات می توان سود آوری این صنعت را در آینده بدست آورد. کشور آلمان با

کارگروه صنعت و بازار ..... [www.nanoindustry.ir](http://www.nanoindustry.ir)

تکیه بر این دلایل و سرمایه گذاری بالا در این حوزه پتانسیل بالایی برای پیشرو بودن در فناوری های نانو را دارا می باشد.

منبع:

<http://www.internationales-buero.de/en/nanotechnology.php>