



تکنولوژی‌های نوین – بخش دوم کریسپر، چاپ سه‌بعدی، نانوتکنولوژی

پادکست دایجست | قسمت ۲۵

اسفند ۱۳۹۸

فرشاد محمودی

ویرایش و تنظیم: شادی حسینی‌نیا

۴- کریسپر (CRISPR)

یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین داستان‌های علمی چند سال گذشته، احتمالاً یکی از بزرگ‌ترین داستان‌های علمی چند سال آینده هم خواهد بود. بنابراین حالا، زمان خوبی است تا با داستان علمی ویرایش ژن که با نام «کریسپر» شناخته می‌شود، آشنا شوید. اگر تا حالا چیزی در مورد کریسپر نشنیده‌اید، خلاصه آن این است: طی یک دهه گذشته، دانشمندان دریافته‌اند که چگونه می‌توان از یک تغییر در سیستم ایمنی باکتری‌ها برای ویرایش ژن‌ها گیاهان، موش‌ها و حتی انسان‌ها استفاده کرد. با استفاده از فناوری کریسپر این ویرایش در طی چند روز - و نه حتی چند هفته - به راحتی انجام می‌شود. این تکنولوژی کریسپر/کاس ۹ (CRISPR/Cas9) نام دارد که ما برای اختصار به آن کریسپر می‌گوییم.

کریسپر چیست؟

در این جا از یک ابزار جدید قدرتمند برای کنترل ژن‌ها در گیاهان، حیوانات و حتی انسان‌ها صحبت می‌کنیم. «کنترل» به معنی حذف صفات نامطلوب و اضافه کردن صفات مطلوب با دقت بالاست. به عنوان مثال دانشمندان تاکنون از کریسپر برای کاهش شدت ناشنوبایی ژنتیکی در موش‌ها استفاده کرده‌اند و شاید در آینده از این روش برای کاهش ناشنوبایی در انسان‌ها نیز استفاده شود. کریسپر حتی می‌تواند روزی ما را قادر کند تا تمام پشه‌های مالاریا را از بین ببریم یا گونه‌های منقرض شده‌ی حیوانات را دوباره زنده کنیم.

کریسپر چگونه عمل می‌کند؟

اگر می‌خواهیم کریسپر را بهتر درک کنیم، باید به سال ۱۹۸۷ برگردیم؛ زمانی که دانشمندان ژاپنی بر روی باکتری‌های E.coli مطالعه می‌کردند. آن‌ها در این باکتری برای اولین بار با دنباله‌های تکراری و غیرعادی از دی.ان.ای. ارگانیزم مواجه شدند. با تحقیقات بیشتر، محققان توانستند کلاسترها (دنباله‌ها)ی مشابهی در DNA سایر باکتری‌ها پیدا کنند و بعداً این دنباله‌ها کریسپر نامیده شدند. CRISPR سرواژه‌ی عبارت Clusters of regularly interspaced short palindromic repeats است.

با این حال، نحوه عملکرد این دنباله‌ها تا سال ۲۰۰۷ در حال ابهام بود. در این زمان دانشمندان متوجه شدند که این دنباله‌های عجیب و غریب در واقع بخشی از سیستم ایمنی باکتری‌ها هستند.

باکتری‌ها مورد حمله‌ی مداوم ویروس‌ها قرار دارند؛ بنابراین برای مقابله با عفونت‌های ویروسی آنزیم‌های مختلفی تولید می‌کنند. هر زمان که آنزیم‌های این باکتری‌ها موفق به از بین بردن ویروس مهاجم شوند، سایر آنزیم‌ها با یکدیگر همراه می‌شوند تا بقایای کد ژنتیکی ویروس مهاجم را به قسمت‌های کوچک‌تر تقسیم کنند. سپس این قطعات در فضای کریسپر در باکتری‌ها ذخیره می‌شوند. فضای کریسپر در واقع همان توالی غیرمعمول از دنباله‌های DNA است که به آن اشاره کردیم.

اما اینجا پایان داستان نیست. فضای کریسپر - که اکنون به مجموعه‌ای از بقایای ویروس‌های مرده تبدیل شده است - از اطلاعات ژنتیکی که در خود ذخیره کرده برای جلوگیری از حملات ویروسی آینده استفاده می‌کند. یعنی زمانی که ویروس حمله می‌کند، باکتری آنزیمی ترشح می‌کند که حاوی کد ژنتیکی ویروس قبلی است. این آنزیم Cas9 نامیده شده است. شبیه به عملکرد پلیس‌ها که با در دست داشتن یک تصویر از مجرم، به دنبال او هستند. آنزیم‌ها به محض مواجه شدن با ویروس، آن را با اطلاعات پیشین خود تطبیق می‌دهند. اگر مطابق بود، آنزیم Cas9 سریعاً دی.ان.ای. ویروس را قیچی می‌کند تا تهدید را خنثی کند. این خلاصه‌ی کاری است که Cas9 انجام می‌دهد. جالب است بدانید در آن زمان این کشفیات تنها برای میکروبیولوژیست‌ها جالب توجه بودند؛ تا اینکه پیشرفت‌های دیگری در این زمینه رخ داد.

چطور کریسپر باعث انقلاب در ویرایش ژن‌ها شد؟

از سال ۲۰۱۱ تاکنون دانشمندان توانسته‌اند کشفیات بیشتری در مورد کریسپر‌ها داشته باشند. آن‌ها متوجه شدند که می‌توان آنزیم‌های

کریسپر را با روش‌های مصنوعی فریب داد. به این صورت که با قراردادن کدهای ژنتیکی مشابه ویروس‌های مهاجم در کنار این آنزیم‌ها، می‌توان آن‌ها را وادار به شکستن و خورد کردن این کدها کرد. پیشرفت‌های بعدی نشان دادند که می‌توان برای ویرایش ژن سلول موش‌ها یا سلول‌های انسانی از تکنیک‌های مختلف کریسپر استفاده کرد. بعد از آن دانشمندان متوجه شدند که می‌توانند به وسیله‌ی کریسپر هر ژنومی را در هر جایی از دی.ان.ای. که بخواهند، قطع کنند و بدین ترتیب کریسپر کاربرد بسیار زیادی در ویرایش ژن‌ها خواهد داشت. برای مثال دانشمندان می‌توانند به آنزیم‌های کریسپر بگویند که ژن عامل یک بیماری خطرناک را از بین ببرد و یک ژن خوب برای جایگزینی آن ایجاد کند.

کریسپر به چه دردی می‌خورد؟

در ابتدایی‌ترین سطح، کریسپر می‌تواند در طبقه‌بندی و شناخت ژن‌ها در موجودات مختلف به دانشمندان کمک کند؛ مثلاً می‌توانیم درک کنیم که کار هر ژن چیست. دانشمندان از سال ۲۰۰۳ به نقشه‌ی کامل ژنتیکی انسان دسترسی دارند، اما واقعاً نمی‌دانند همه‌ی این ژن‌ها چه عملکردی دارند. کریسپر می‌تواند به غربالگری ژن‌ها و تحقیقات ژنتیکی سرعت زیادی بخشد.

علاوه بر این کریسپر در زمینه‌های مختلف می‌تواند توسط محققان استفاده شود: اصلاح میوه‌ها، گیاهان و حتی حیوانات از جمله زمینه‌های بالقوه‌ی استفاده از کریسپر محسوب می‌شوند.

اما به طور کلی در آینده برنامه‌های زیر با تکیه بر کریسپر در دست انجام هستند:

- ویرایش محصولات زراعی به طوری که مغذی‌تر باشند و در مقابل گرما یا سرما مقاومت بیشتری داشته باشند. مثلاً با استفاده از کریسپر می‌توان آلرژن‌های موجود در بادام زمینی را از بین برد.

- متوقف کردن بیماری‌های ژنتیکی مانند هانتینگتون. دانشمندان در صدد استفاده از کریسپر برای متوقف کردن بیماری‌هایی مانند سرطان سینه و تخمدان هستند. آن‌ها همچنین نشان داده‌اند که کریسپر می‌تواند عفونت اچ.آی.وی. را از داخل سلول‌های انسان‌ها از بین ببرد. البته این آزمایشات تاکنون فقط روی سلول‌های آزمایشگاهی انجام شده‌اند و هنوز برای شروع آزمایش‌های بالینی بر روی انسان‌های واقعی، موانعی وجود دارد.

- ساخت آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای ضدویروس قدرتمند. در حال حاضر ساخت آنتی‌بیوتیک‌های تازه برای عفونت‌های کشنده، کاری دشوار و پرهزینه است. اما تئوری‌ها نشان می‌دهند که استفاده از کریسپر می‌تواند برای ریشه‌کن کردن باکتری‌ها و ویروس‌ها بسیار مؤثر باشد. ایجاد تغییر در گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری. دانشمندان به صورت نظری نشان داده‌اند که می‌توان از کریسپر برای اصلاح یک گونه استفاده کرد؛ به این صورت که با استفاده از کریسپر انتقال یک ژن خاص از والدین به فرزندان را با شانس نزدیک به صد در صد انجام‌شدنی است. به این ترتیب می‌توانند اطمینان حاصل کنند که یک ژن تغییر یافته به کل جمعیت انتقال می‌یابد.

نگرانی بزرگ این است که اگرچه کریسپر نسبتاً ساده و قدرتمند است، اما کامل نیست. دانشمندان اخیراً فهمیده‌اند که رویکرد ویرایش ژن می‌تواند به طور ناخواسته بخش بزرگی از DNA را از بین ببرد و از نو تنظیم کند. این تنظیم مجدد DNA می‌تواند سلامتی انسان را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین اخیراً مطالعاتی نیز وجود دارند که نشان می‌دهند سلول‌هایی که با استفاده از فناوری کریسپر ویرایش شده‌اند، می‌توانند ناخواسته سرطان را سبب شوند. فعلاً عدم قطعیت زیادی حول محور کریسپر وجود دارد.

مبحث ویرایش ژن‌ها در دنیای علم بسیار داغ است و گفت‌وگوهای مفصلی در مورد آن در جریان است؛ از بحث‌های اخلاقی و مذهبی در مورد ویرایش ژن‌های انسان گرفته تا این که شاید دستکاری کردن ژن‌ها باعث بروز اتفاق عجیبی در آزمایشگاه‌ها شود که کل بشریت را تهدید کند.

۵- چاپ سه‌بعدی

فناوری چاپ سه‌بعدی یا به اصطلاح تخصصی‌تر «فناوری تولید افزودنی» (Additive manufacturing) یکی دیگر از تکنولوژی‌های نوینی است که دنیای ما را دست‌خوش تغییر کرده و پیش‌بینی می‌شود که در آینده نقش بسیار پررنگی در زندگی انسان‌ها داشته‌باشد. فناوری Additive manufacturing که در دهه‌ی ۸۰ اختراع شد، در حقیقت یک تغییر پارادایم در روند تولید قبلی (subtractive Manufacturing) به حساب می‌آید.

در مدل قبلی، تولید و چاپ همیشه بدین شکل بود که از یک ماده بزرگ (مثل چوب، فلز و...) محصول نهایی را بیرون می‌آوردند. مثلاً آن قدر روی یک تکه سنگ بزرگ فرایندهای مختلف انجام می‌دادند تا آن را به شکل‌های مختلف تبدیل کنند و مثلاً کاشی درست کنند به همین دلیل به این مدل تولید subtractive گفته می‌شود؛ یعنی کاستن از یک ماده و متربال بزرگ و شکل دادن به طریقی که می‌خواهید. اما با پیدایش فناوری تولید افزودنی، ماده به صورت لایه‌لایه روی یک فضای خالی ریخته می‌شود و آن شکل را می‌سازد که در اصطلاح عامیانه چاپ سه‌بعدی نامیده می‌شود.

خود فرآیند چاپ سه‌بعدی به غیر از مباحث تخصصی چیز زیادی برای گفتن ندارد. در عوض به تغییراتی که این تکنولوژی می‌تواند در زندگی آینده‌ی ما ایجاد کند، اشاره می‌کنم.

متمرکزسازی صنعت و تولید

با وجود این فناوری، تولید می‌تواند متمرکزتر شود. از دهه ۸۰ برون‌سپاری شرکتی یک جریان پررنگ در تغییرات تولیدات صنعتی بوده‌است. ابرشرکت‌ها معمولاً سعی می‌کنند هزینه‌هایشان را با برون‌سپاری تولید بعضی از نیازهایشان کم کنند؛ یعنی بخشی از قطعات تولیدی توسط شرکت‌های دیگر تولید شوند. اما با این فناوری یک کارخانه‌ی خودروسازی می‌تواند کل یک ماشین را در یک محل تولید کند و بیش

از چند نفر نیرو نیاز نخواهد داشت. با پیشرفت بیشتر این تکنولوژی، استفاده از آن آسان‌تر و ارزان‌تر می‌شود. این پدیده می‌تواند در کشورهایی مثل چین - که به دلیل هزینه‌ی پایین نیروی کار - بهشت کارخانه‌های تولیدی به حساب می‌آیند، تغییرات بزرگی را ایجاد کند. این شرکت‌ها مزیت پایین بودن بهای تمام‌شده (به دلیل نیروی کار ارزان) را از دست خواهند داد و به زودی باید به دنبال مزایای رقابتی متفاوتی باشند.

انقلابی در دنیای پزشکی

دنیای پزشکی با این فناوری می‌تواند منقلب شود؛ از جراحی گرفته تا پروتز و داروسازی. همین حالا هم این فناوری در زمینه‌ی پزشکی در حال استفاده است، مخصوصاً در زمینه‌ی پروتز. بعضی از شرکت‌ها هستند که با استفاده از این فناوری در حال تولید ارگان‌های مصنوعی بدن هستند. در حوزه‌ی پزشکی زیر مجموعه‌ای به نام Bio Printing وجود دارد. در این فناوری سلول‌ها و بافت‌های اعضای بدن انسان، جوهر این چاپگرها هستند و برای مثال شما می‌توانید یک کلیه یا یک قلب چاپ کنید! هر چند که هنوز راه طولانی‌ای باقی‌ست، ولی ایده و کانسپت بایوپرینتینگ همین است و پیشرفت‌های زیادی هم در این زمینه صورت گرفته‌است. بسیاری می‌گویند تا سال ۲۰۲۵ اولین ارگان‌های داخلی تولیدشده قابل استفاده خواهند بود.

در حوزه‌ی دارو هم در حال حاضر پیشرفت‌هایی حاصل شده و در دست استفاده‌اند. قرص Spiritam - که برای جلوگیری از صرع استفاده می‌شوند - در سال ۲۰۱۵ به صورت سه‌بعدی تولید و ثبت اختراع شد.

رساناس خلاقیت با چاپ سه‌بعدی

حوزه‌ی بعدی خلاقیت آدم هاست. هر قدر استفاده از این فناوری رایج‌تر شود، مخترعین و نوآوران راحت‌تر می‌توانند ایده‌هایشان را به واقعیت تبدیل کرده و پروتوتایپ (نمونه‌ی اولیه) ایده را بسازند. تا چند سال آینده شاید شلف‌های فروشگاه‌ها پر از محصولات باشد که به صورت سه‌بعدی تولید شده‌اند.

حل بحران مسکن

قیمت مسکن همیشه در حال افزایش است و استطاعت مردم برای خرید خانه بسیار کمتر از نسل‌های قبل است، مخصوصاً در غرب. چاپگرهای سه‌بعدی می‌توانند یک خانه‌ی کامل را تولید کنند. امروزه یک شرکت چینی وجود دارد که با استفاده از مواد بازیافتی خانه‌هایی با این فناوری می‌سازد. این خانه‌ها در چین ساخته شده‌اند و قرار است در عربستان هم ساخته شوند و طی سال‌های آینده ۲۰ کشور دیگر هم به این برنامه اضافه می‌شوند. شاید شهرهای آینده با پرینترهای سه‌بعدی ساخته شوند.

پیدایش جرائم جدید

با عمومی شدن و رواج پیدا کردن این تکنولوژی، جرائم جدیدی هم به وجود خواهند آمد. دیگر لزومی ندارد آیفون بخرید، وقتی می‌توانید با هزینه‌ی بسیار کم‌تری کمی آهن و سیلیکون و پلاستیک به عنوان جوهر بخرید و خودتان گوشی خودتان را بسازید. البته احتمال تحقق این ایده در آینده میسر خواهد بود، نه امروز. شاید در آینده «دزدی‌های دیجیتالی» داندلود راحت‌تر طرح سه‌بعدی بعضی از محصولات شرکت‌های مهم باشد.

از سوی دیگر ممکن است با این چاپگرها تولید اسلحه افزایش پیدا کند و کنترل کردن اسلحه سخت‌تر باشد. یا حتی ممکن است بازار سیاه داروهای سه‌بعدی چاپ شده شکل بگیرد و جرائم دیگری که امروزه به راحتی در دسترس نیستند.

نجات محیط زیست

این فناوری می‌تواند به اشکال مختلف به محیط زیست کمک کند. مثلاً تولید داخلی محصولات باعث کاهش قابل توجه مصرف سوخت‌های فسیلی می‌شود. همچنین این فناوری می‌تواند قدرت بازیافت مواد را بهبود بخشد. پلاستیک، فلز و کاغذ همگی می‌توانند به عنوان جوهر چاپگرهای سه‌بعدی استفاده شوند؛ امری که به کاهش مصرف انرژی منجر می‌شود. و در نهایت - همانطور که در ابتدا گفتیم - به دلیل تفاوت عمده‌ای که این روش با subtractive manufacturing دارد، باز هم در تولید انرژی کمتری استفاده می‌شود و جمیع این موارد روی محیط زیست ما تأثیر زیادی دارد.

۶- نانوتکنولوژی (IOT)

تصور کنید وارد اتاق پذیرایی می‌شوید و به جای دیدن میز و صندلی یا اعضای خانواده‌تان، اتم‌ها و مولکول‌های سازنده آن‌ها را می‌بینید! یعنی همه چیز در مقیاس نانو کوچک شده‌است و شما نه تنها می‌توانید اجزای سازنده‌ی اشیاء و موجودات زنده را ببینید، بلکه قادر به تغییر آن‌ها هم هستید. حالا اگر شما بتوانید که این ذرات بسیار ریز را - مثل قطعه‌های لگو - به شکل‌های مختلفی کنار هم قرار دهید، احتمالاً می‌توانید مواد جدید بسیار گوناگونی با آن‌ها خلق کنید؛ از داروها گرفته تا تراشه‌های رایانه‌ای فوق سریع. ساختن چیزهای جدید در این مقیاس بسیار کوچک را نانوتکنولوژی می‌گویند که امروزه یکی از هیجان‌انگیزترین حوزه‌های علم و فناوری است که می‌خواهیم بیشتر در مورد آن صحبت کنیم.

ابعاد نانو یعنی چه؟

ما انسان‌ها در مقیاس متر و کیلومتر زندگی می‌کنیم. بنابراین تصور دنیایی که از ابعاد بسیار ریز ساخته شده باشد، سخت است. ممکن است در کتاب‌ها یا مستندهای تلویزیونی تصاویر واضحی از ذرات گرد و غبار یا حشرات ریز دیده باشید. این تصاویر در ابعاد میکروسکوپی هستند که با میکروسکوپ‌های الکترونیک ثبت شده‌اند و بزرگنمایی در حد چند میلیون دارند. اما نانو به معنی کسری از میلیارد است؛ یعنی یک نانومتر، یک میلیاردم متر است. به عبارت دیگر نانوسکوپ ۱۰۰۰ برابر کوچکتر از مقیاس میکروسکوپی است که همانطور گفتیم یک میلیارد کوچکتر از دنیایی است که ما در آن زندگی می‌کنیم و می‌بینیم. خوب است که در این جا ابعاد بعضی از چیزهای ریز نام‌آشنا را مثال بزنم: یک اتم تقریباً یک دهم نانومتر است. یک پروتئین معمولاً حدود ۱۰ نانومتر، یک باکتری حدود ۲۰۰ نانومتر و قطر یک رشته تار موی انسان چیزی در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ هزار نانومتر است.

از علم نانو تا فناوری نانو

با آنکه زندگی ما در مقیاس متر معنی دارد، اما نمی‌توان از مقیاس‌های میلیاردها برابر کوچکتر چشم‌پوشی کرد. اگر به چمن‌های پارک‌ها یا باغچه خود نگاهی بیندازید، می‌دانید که رنگ آن‌ها سبز است. اگر کمی این تصویر را بزرگنمایی کنیم، کپسول‌های سبزرنگی را داخل سلول‌های گیاهی مشاهده می‌کنیم که از نور خورشید انرژی می‌گیرند. اگر بزرگنمایی را ادامه دهیم، می‌بینیم که این کپسول‌ها از کربن، هیدروژن و اکسیژن ساخته شده‌اند. کشفیات ما به همین جا ختم نمی‌شود؛ اتم‌ها، مولکول‌ها و حتی قوانین فیزیکی مانند نیروی گرانش در ابعاد نانو مفهوم و رفتار دیگری پیدا می‌کنند. حتی خصوصیات شیمیایی مولکول‌ها نیز می‌تواند در مقیاس نانو با مقیاس معمولی متفاوت باشد. درک این تفاوت‌ها و فهمیدن رفتار ذرات در ابعاد نانو، «علم نانو» است. وقتی که علم نانو را درک کردیم، آمادگی این را داریم که فناوری نانو را عملی کنیم؛ چرا که فناوری به معنی عملی کردن علم است.

چگونه می‌توان فناوری نانو را عملی کرد؟

مطمئناً نمی‌توان با انگشتان دست ذراتی در حد نانو را کنار یکدیگر قرار داد و مواد ویژه‌ای را به دست آورد. این کار مانند این است تلاش کنید با استفاده از یک چنگال ۳۰۰ کیلومتری شام بخورید! برای انجام فناوری نانو، دانشمندان میکروسکوپ‌های الکترونی را توسعه داده‌اند که به ما امکان می‌دهند ذرات را در مقیاس نانو ببینیم و همچنین آن‌ها را دستکاری کنیم.

فناوری نانو در چه زمینه‌هایی کاربرد دارند؟

مزایای گسترده‌ی فناوری نانو در دهه‌های آینده اتفاق می‌افتد؛ اما در حال حاضر فناوری نانو با روش‌های گوناگون به بهبود دنیای ما کمک می‌کند. با اینکه ما تمایل داریم فناوری نانو را چیزی جدید، بیگانه و ساخته دست انسان بدانیم، اما خود زندگی هم نمونه‌ای از فناوری نانو است: پروتئین‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و سلول‌ها همه در مقیاس نانوسکوپی کار می‌کنند.

نانو مواد

فناوری نانو بیش از چیزی که فکرش را می‌کنیم در زندگی ما جریان دارد. همین حالا ممکن است یک شلوار یا جوراب ساخته شده با فناوری نانو به تن داشته باشیم، بر روی فرش نانو قدم برداریم یا با یک چمدان نانو به فرودگاه برویم. تمام این محصولات از پارچه‌های روکش شده با «نانو ویسکر»ها ساخته شده‌اند. الیاف این پارچه‌ها به قدری ریزند که خاک درون آن‌ها نفوذ نمی‌کند و سطح خارجی آن‌ها تمیز باقی می‌ماند.

بعضی از برندهای لوازم آرایشی-بهداشتی هم از فناوری نانو در ساخت ضد آفتاب‌های خود استفاده می‌کنند. به این ترتیب که با افزودن ترکیب تیتانیوم دی‌اکساید به ضد آفتاب‌ها، پوست شما را با لایه‌ای از اکسید روی پوشش می‌دهند و ضد آفتاب راه پرتوهای مضر فرابنفش خورشید را سد می‌کند. از فناوری نانو همچنین در رنگ‌های مقاوم در برابر خوردگی و پوشش ضدخراش در اتومبیل‌ها هم استفاده می‌شود. نانوتیوب‌های کربنی هم از جذاب‌ترین نانو موادها هستند. تیوب‌هایی وجود دارند که علی‌رغم توخالی بودن، به دلیل تراکم بالای مولکولی و ساختاری‌شان به شدت مستحکم هستند و می‌توان آن‌ها را به شکل فیبرهایی طولانی در هر اندازه‌ای رشد داد. اخیراً دانشمندان ناسا این ایده رو مطرح کرده‌اند که شاید بتوان از نانوتیوب‌های کربنی در ساخت یک آسانسور فضایی استفاده کرد؛ یعنی یک لوله‌ی کربنی از زمین تا فضا کشیده شود و انسان و تجهیزات -به‌جای موشک- از طریق این لوله به فضا منتقل شوند.

نانوچیپ‌ها

یک نمونه از نانوتکنولوژی که همه از آن استفاده می‌کنیم، میکرو الکترونیک است. پیشوند «میکرو» نشان‌گر آن است که تراشه‌های کامپیوتری در مقیاس میکروسکوپی کار می‌کنند. از زمانی که در دهه ۱۹۷۰ مفهوم میکروچیپ (تراشه) خلق شد، مهندسی‌های الکترونیک راه‌های مختلفی را پیدا کرده‌اند که تعداد سوییچ‌های ترانزیستوری بیشتری در مدارهای یکپارچه کامپیوتری جای دهند تا قدرت و سرعت آن‌ها افزایش یابد. نانوتکنولوژی باعث می‌شود این افزایش مستمر قدرت کامپیوترها -که تحت لقای قانون مور انجام می‌شود- به درستی اتفاق بیافتد و ادامه‌دار باشد. عرض ترانزیستورهای قرن بیست و یکم حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ نانومتر است، یعنی به کوچکی یک باکتری؛ اما بازم دستگاه‌های کوچکتری در حال ساختند. این تراشه‌ها تنها در کامپیوترها استفاده نمی‌شوند، بلکه در آی‌پاد و گوشی همراه و تلویزیون و ... هم قابل استفاده‌اند.

نانوماشین‌ها

یکی از جالب‌ترین زمینه‌های فناوری نانو امکان ساخت ماشین‌های فوق‌العاده کوچک -مانند چرخ دنده‌ها، سوئیچ‌ها، پمپ‌ها یا موتورها- از اتم‌های منفرد است. این نانومترها را می‌توان به نانوبارها (یا نانوبات‌ها) تبدیل کرد که برای انجام امور خاص مانند مبارزه با بیماری‌ها به داخل بدن ما تزریق شوند. این نانوبات‌ها همچنین می‌توانند به مکان‌های خطرناکی مانند نیروگاه‌های هسته‌ای ارسال شوند تا عملیات تمیز کردن این مکان‌ها را انجام دهند.

آینده‌ی فناوری نانو

دانشمندان می‌گویند مفاهیم جدید فناوری نانو آن‌قدر گسترده است که می‌توانند بر هر حوزه‌ای از علم و فناوری اثر بگذارند. همچنین انتظار می‌رود تأثیرات اجتماعی فناوری نانو بسیار بیشتر از تأثیر آن بر حوزه پزشکی، تصویربرداری یا مواد و پلیمرها باشد. جالب است بدانید ادعا می‌شود که اگر تمام دستاوردهای تکنولوژی قرن بیستم را با هم جمع کنیم، باز هم نمی‌توانند به اندازه‌ی فناوری نانو مهم باشند. با این حال، موارد بحث‌برانگیز زیادی هم وجود دارد. برخی از افراد ابراز نگرانی کرده‌اند که موجودات نانو یا نانوماشین‌ها می‌توانند به زندگی انسان یا محیط زیست آسیب برسانند. نگرانی دیگر این است که ذرات نانو می‌توانند برای بدن انسان بسیار سمی باشند. هیچ کس واقعاً نمی‌داند چه نانومواد یا مواد جدیدی می‌توانند اثرات مضر داشته باشند. نگرانی آخر که اولین بار توسط اریک درکسلر مطرح شد، این بود که چه اتفاقی می‌افتد اگر انسان‌ها نانوبات‌هایی ایجاد کنند که هوشمندانه بتوانند علیه انسان‌ها یا سایر موجودات زنده شورش کنند؟ باوجود آن‌که درکسلر بعداً از این ادعا عقب‌نشینی کرد، منتقدان فناوری نانو هنوز طرفدار نظریه‌ی او هستند. اما اگر از این ادعا پیروی کنیم، هیچ اختراعی نخواهیم داشت؛ هیچ دارویی، بدون پیشرفت در حمل و نقل، کشاورزی و آموزش و پرورش؛ و دنیای ما هنوز شبیه عصر حجر بود!

منابع

<https://www.explainthatstuff.com/nanotechnologyforkids.html>

<https://www.cadcrowd.com/blog/6-ways-3d-printing-will-change-the-world/>

<https://www.vox.com/2018/7/23/17594864/crispr-cas9-gene-editing>

Digesttt