

میراث مریم برای ما

مسیر دشوار موفقیت
نه با نبوغ، بلکه با پشتکار طی می شود

نظریه ارگودیک، نظریه تایشمولر*

من در ایران بزرگ شدم و کودکی شادی داشتم. هیچ یک از اعضای خانواده من دانشمند نبودند، اما برادر بزرگ من همیشه به ریاضیات و علم علاقه مند بود و من چیزهای زیادی از او یاد گرفتم. من در محیطی بودم که زنان تشویق می شدند مستقل باشند و علایق خود را دنبال کنند. به یاد می آورم در تلویزیون برنامه هایی درباره زنان شاخص و قدرتمند مانند «ماری کوری» و «هلن کلر» را تماشا می کردم. من همیشه افرادی را که نسبت به کارشان شور و شوق داشتند، تحسین می کردم و تحت تأثیر کتاب هایی مانند «شور زندگی» بودم که درباره زندگی «ونسان ونگوگ» نوشته شده بود. با وجود این در دوران کودکی رؤیای من این بود که نویسنده شوم و خواندن داستان، محبوب ترین تفریح و سرگرمی من بود. بعدها وارد مسابقات ریاضی شدم و علاقه مندی ام به انجام کار ریاضی بیشتر و بیشتر شد. دوستان خوبی داشتم که آنها نیز به ریاضیات علاقه مند بودند و همین امر باعث شد دوران تحصیلات کارشناسی من به سال هایی مهیج و الهام بخش تبدیل شود. من تحصیلات تکمیلی ام را در ریاضیات ادامه دادم و برای ادامه تحصیلاتم به دانشگاه هاروارد رفتم. در آنجا و تحت تأثیر کار با «کورت مک مولن» به شاخه های متفاوتی از ریاضیات که به دینامیک و هندسه سطوح ریمانی مربوط بود، علاقه مند شدم. علاقه وسیع و دانش عمیق او تأثیر بسیار بزرگی بر من داشت. در فضا و محیط دپارتمان های ریاضیات روند و جو مدرسه عالی وجود دارد که گاهی برای زنان جوان مرعوب کننده است. با وجود این من هیچ وقت به دلیل اینکه یک زن بودم، با مسئله خاصی مواجه نشدم و همکارانی داشتم که از من حمایت و پشتیبانی می کردند. با همه این احوال، شرایط از آنچه ایده آل به نظر می رسد، فاصله بسیاری دارد. من معتقدم زنان می توانند همان کار مردان را انجام دهند، اگر چه زمان بندی آنها ممکن است متفاوت باشد. شاید برای مردان ساده تر باشد که مدت طولانی تری را روی کارشان به طور پیوسته تمرکز کنند و راحت تر از مسائل دیگر به نفع کارشان چشم پوشی کنند. همچنین آنچه جامعه از زنان توقع و انتظار دارد، گاهی متفاوت از نیازهایی است که کار تحقیقاتی طلب می کند. به نظرم خیلی مهم است که شخص اعتماد به نفس و انگیزه خود را حفظ کند. اغلب کارهای من روی مسائلی بوده است که به هندسه سطوح و همچنین حوزه های مربوط به آن مربوط می شود. آنالیز مختلط و نظریه ارگودیک همیشه مرا مسحور خود کرده است. من از مطالعه حوزه های مختلف ریاضیات و درک ارتباط میان آنها لذت می برم. یکی از ویژگی های شگفت انگیز و جذاب مسائل مربوط به سطوح ریمانی، ارتباطی است که با حوزه های متعددی در ریاضیات دارند؛ حوزه هایی نظیر نظریه ارگودیک، هندسه جبری و هندسه هذلولوی. من در فرایند کار تحقیقاتی بسیار کند هستم. من اعتقادی به مرزهای مشخص میان حوزه های مختلف ریاضیات ندارم و دوست دارم درباره مسائل چالش برانگیزی فکر کنم که من را هیجان زده می کند و مسیری را دنبال کنم که این مسائل پیش پای من می گذارند. این روش به من این امکان را می دهد که با همکاران باهوش بسیاری در تماس باشم و از آنها یاد بگیرم. از یک نظر کار ریاضیاتی شبیه به نوشتن یک رمان است. جایی که مسئله شما، همانند شخصیت یک کاراکتر داستان توسعه پیدا می کند؛ اما باید خیلی مواظب باشید که هرچه می گوئید دقیق باشد. در نهایت همه بخش ها باید مانند چرخ دنده های یک ساعت در کنار هم قرار گیرند و سر جای خود باشند.

* خودنوشت مریم میرزاخانی در کتاب «ریاضی دانان، نگاهی بیرونی به دنیای درونی»

طرح: هانی انصاری







در عصر چاپگرهای سه بعدی چه خواهد گذشت؟

روزی که مفهوم صنعت و تولید دگرگون می شود

همگان با استفاده از چاپگرهای سه بعدی می توانند به سرعت از هر طرح اولیه‌ای یک ماکت عینی و قابل لمس پرینت کنند. توانایی پرینترهای سه بعدی خارق العاده است. قطعه توپر باشد یا توخالی، تفاوتی نمی‌کند. این چاپگرها می‌توانند هر طرحی را حتی صرف نظر از میزان انحنای قوس آن شبیه‌سازی کنند. ساخت اندام‌های مصنوعی و اعضای پرینت شده بدن از قلب و کبد گرفته تا کلیه و رگ‌ها، دنیای پزشکی را متحول خواهد کرد. پرینت خودرو و ساختمان هر چند هم‌اکنون نیز عملی شده، روزی به یک روال عادی در دسترس همگان قرار خواهد گرفت و مفهوم صنعت و تولید را دگرگون خواهد کرد.

انقلابی در پزشکی

با پیشرفت‌های بزرگ علمی پزشکی بویژه در مهندسی پزشکی، فناوری نانو و سلول‌های بنیادی امیدهای تازه‌ای برای درمان بسیاری از بیماری‌ها و همچنین غلبه بر معلولیت‌ها شکل گرفت. اگر اعضای بدن بتواند با همان ابعاد واقعی و با استفاده از فناوری زیستی تولید شود، شاهد یک انقلاب بزرگ در پزشکی خواهیم بود. ممکن است این مسئله برای خواندگانی که این سالنامه را پس از چند دهه از آرشیو کتابخانه‌ها بیرون آورده و ورق می‌زنند، کاملا عادی و بخشی از زندگی روزمره باشد، اما برای ما در سال ۱۳۹۷ خورشیدی، هنوز فناوری آینده محسوب می‌شود و از تصور اینکه چنین فناوری‌ای روزی در دسترس همگان قرار خواهد گرفت، حیرت‌دهنده‌ایم. چاپگرهای سه بعدی می‌توانند کارهایی را انجام دهند که پزشکی امروز هنوز قادر به انجام آنها نیست. ساخت اندام‌های مصنوعی یا پیوند اعضا به شکل کنونی آن در زمانه ما هنوز با مشکلات فراوانی روبه‌روست. مشکلاتی که به گفته دانشمندان، کلید حل آن در به‌کارگیری فناوری چاپگرهای سه بعدی پیدا شده است. هر روز خبرهایی از توسعه فناوری پرینترهای سه بعدی ما را به کارآمدی این روش امیدوارتر می‌کند. برخی از این پروژه‌ها از مراحل آزمایش اولیه نیز فراتر

انقلابی است که استفاده از آن در آینده‌ای نه‌چندان دور، بخشی از زندگی روزمره انسان خواهد شد.

سیر تکامل چاپگرها در ۶۰ سال

پرینتر یا همان چاپگر حدود ۷۰ سال پس از اختراع آن تغییر و تحولات بسیاری را تجربه کرده است. از زمان اختراع چاپگرهای جوهرافشان در سال ۱۹۵۱ تا چاپگرهای لیزری در ۱۹۶۹ و چاپگرهای حرارتی در سال ۱۹۷۲ میلادی هرساله تکنولوژی‌های جدیدتری پا به میدان گذاشته‌اند. احتمالا بسیاری از ما از دوران تحصیل ابتدایی خود به یاد داریم که معلم سوالات امتحانی را در یک مومی استنسیل می‌نوشت و سپس دور سیلندر دستگاه پلی‌کپی می‌پیچید و با چرخاندن دسته سیلندر به‌صورت دستی یا توسط یک دینام، سوالات را تکثیر می‌کرد. در سال ۱۹۸۱ یعنی حدود ۳۷ سال پیش تحول بزرگی در ایده اصلی پرینت رخ داد. «چارلز هال» (Charles W. Hull) روش جدیدی را ابداع کرد که حدود چهار سال بعد از آن به یک ایده عملی تبدیل شد. چاپگر سه بعدی برخلاف چاپگرهای معمولی که همه چیز را روی کاغذ چاپ می‌کردند، یک بعد اضافی داشت که به دنیای واقعی شبیه بود. بعد سوم یعنی عمق یا ارتفاع. ایده «چارلز هال» از زمان ابداع تا ورود به بازار تا سال ۱۹۸۸ زمان لازم داشت. هرچند تکمیل آن و رفع نقایص و بالا بردن دقت چاپگرهای سه بعدی عملا دهه‌ها زمان برد و به‌خصوص از سال ۲۰۱۰ به حیطه‌هایی وارد شد که احتمالا «چارلز هال» حتی تصورش را هم نمی‌کرد. در سال‌های اخیر چاپگرهای سه بعدی کاربردهایی پیدا کرده‌اند که تا پیش از این کمتر کسی انتظار آن را داشت. از هنر و طراحی گرفته تا معماری و صنایع بسته‌بندی و قالب‌سازی در مهندسی، از صنایع اتومبیل گرفته تا صنایع هوافضا و کارهای آزمایشگاهی و حتی پزشکی و دندان پزشکی به زودی تحت تأثیر این تکنولوژی نوین قرار خواهند گرفت. طرح‌های سه بعدی جایگزین طرح‌های دوبعدی روی کاغذ خواهند شد و



عرفان کسرایي
پژوهشگر مطالعات علم و فناوری در دانشگاه کاسل

دهه‌ها سال آینده کسانی که صفحات این سالنامه را از گوشه آرشیو کتابخانه‌ها پیدا کرده و ورق می‌زنند، ایده‌ها و دیدگاه‌های ما درباره فناوری‌های آینده را قضاوت خواهند کرد. همان‌گونه که ما امروز آرشیو نشریات، روزنامه‌ها و مجله‌های قدیمی را زیرورو می‌کنیم و از لابه‌لای آنها اطلاعات تاریخی جالبی بیرون می‌کشیم. مرور مجله‌هایی که از ظهور تکنولوژی‌هایی مانند دستگاه فاکس (به فارسی دورنگار)، پیام‌نما (teletext)، تلفن همراه، سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS)، کمودور ۶۴، واکمن سونی و نظایر آن خبر می‌دادند، از جهات گوناگون هیجان انگیز است. در بین صفحات نشریات قدیمی، یادداشت‌هایی را می‌توان یافت که نویسندگان و مترجمان در آنها با شور و حرارت بسیار از ظهور تکنولوژی‌های جدید و تغییر چهره جهان در دهه‌های پیش رو صحبت می‌کردند. روزنامه‌نگاران علمی با اشتیاق فراوان از اختراع دستگاهی مثل فاکس خبر می‌دادند که با قراردادن کاغذی از یک سو، می‌توان تصویر آن را در چشم‌به‌هم‌زدنی در آن سوی دنیا دریافت کرد. از اختراع مایکروویو یا از فراگیر شدن شبکه جهانی اینترنت که با کمک آن می‌توان کامپیوترهای دنیا را با یکدیگر مرتبط کرد، می‌نوشتند و درباره پیامدهای ظهور این تکنولوژی‌ها گمانه‌زنی می‌کردند. این درست همان کاری است که ما امروز انجام می‌دهیم و درباره تکنولوژی‌هایی می‌نویسیم که هنوز در مراحل شکل‌گیری اولیه هستند و چه بسا برای آیندگان که این متن را می‌خوانند، کاملا عادی و روزمره شده باشد. پرینترهای سه بعدی با وجود آنکه اینک حدود سه، چهار دهه از اختراع آن گذشته است، یکی از همین اختراعات

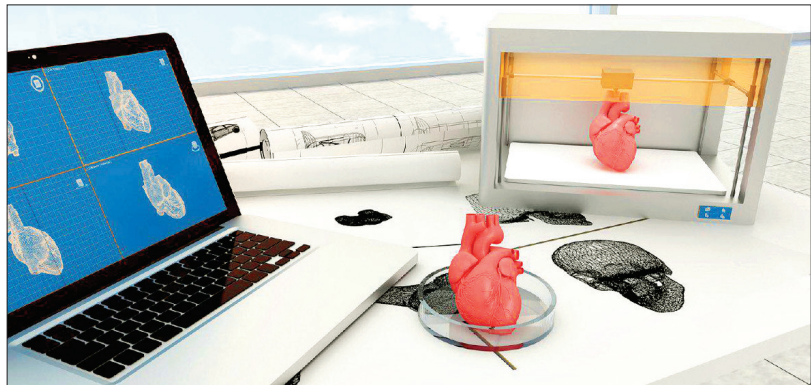
دنیای ساز و مهندسی

چاپگرهای سه بعدی همه چیز را پرینت خواهند کرد. تقریباً چیزی وجود ندارد که بتوان تصور کرد، اما از پرینت شدن در امان بماند. حتی صحبت بر سر پرینت سه بعدی خودروها، ساختمان‌ها، پل‌ها و سازه‌های عظیم است. چند سال پیش شرکت لوکالموتورز رقابتی برگزار کرد که هدف آن توسعه فناوری پرینت خودرویی بود که قابلیت استفاده معمولی در جاده و خیابان داشته باشد. پژوهشگران همان زمان اعلام کردند که خودروی «LM3D Swim» می‌تواند از سال ۲۰۱۶ به تدریج به تولید انبوه برسد و به قیمت ۵۳ هزار دلار سفارش داده شود. هرچند بهینه‌سازی چنین خودرویی عملاً ممکن است سال‌های سال زمان لازم داشته باشد، اما مسئله بر سر این است که ما در زمانی زندگی می‌کنیم که تکنولوژی پرینت سه بعدی یک سازه پیچیده مانند خودرو در دست انجام است. این انقلاب در تولید و صنعت یادآور انقلاب صنعتی اول و دوم است. انقلاب‌های صنعتی که بر پایه به‌کارگیری نیروی بخار و مکانیکی کردن تولید و حرکت شکل گرفتند. در جریان دومین انقلاب صنعتی این برق و الکتریسیته بود که پا به میدان گذاشت. از نظر تاریخ علمی به‌کارگیری چاپگرهای سه بعدی یادآور انقلاب صنعتی دوم است که انسان موفق

رفته‌اند و سال پیش بود که پژوهشگران دانشگاه صنعتی مونیخ TUM و دانشگاه LMU از یک پیشرفت بزرگ در تولید قلب پرینت شده انسان خبر دادند و اعلام کردند که با استفاده از یک روش جدید، موفق به پرینت سه بعدی سلول‌های زنده قلب شده‌اند. اینکه قلب مصنوعی سه بعدی پرینت شده، از سلول‌های بنیادی استخوان لکن بیمار گرفته و به او پیوند زده شود، یک انقلاب بزرگ در پزشکی ایجاد خواهد کرد. همین اواخر یک شرکت چینی به نام «Revotek» از طراحی یک چاپگر به کمک فناوری زیستی و سلول‌های بنیادی خبر داد که در ۱۰ دقیقه قادر است یک رگ ۱۰ متری را پرینت کند. به بیان ساده، جوهر این پرینتر سلول‌های بنیادی خواهد بود و مکانیسمی طراحی شده که این سلول‌های بنیادی در فرایند چاپ زنده نگه داشته شوند. شیوه انقلابی در تولید اعضای بدن که راه را برای چاپ سه بعدی کبد و سایر اعضای بدن باز خواهد کرد. جالب اینجاست که فناوری چاپگرهای سه بعدی تقریباً در هر شاخه‌ای از پزشکی و درمان کاربرد خود را پیدا خواهد کرد. دانشمندان حتی امیدوارند با کمک سلول‌های بنیادی و فناوری موسوم به جوهرهای زیستی برای پرینترهای سه بعدی راهی برای ساخت اندام غضروفی بدن مانند بینی، گوش یا غضروف‌های مفاصل پیدا کنند. این ایمپلنت‌های

تحولی در هنر مدرن

هنر همواره در بستر زمان مفهوم متغیری داشته است. از موسیقی گرفته تا نقاشی و معماری، مدام سبک‌های جدید هنری پا به میدان گذاشته‌اند و حتی مکاتب هنری از فناوری‌های روز نیز تأثیر پذیرفته‌اند. اینک هنرمندانی از سراسر دنیا با استفاده از فناوری چاپگرهای سه بعدی، طرح‌های بدیع و خلاقانه‌ای خلق کرده‌اند. در وبسایت «Shapeways» می‌توان تعداد بسیاری از ایده‌های خلق آثار هنری با بهره‌گیری از فناوری چاپگر سه بعدی را پیدا کرد. چند ماه پیش «نیک اروینک» (Nick Ervinck) آثار هنری پرینت شده خود را در نمایشگاهی در شهر بلنکینگ بلژیک به نمایش گذاشته بود. جلوه‌ای تازه از هنر مدرن که در آن از یک فناوری مدرن استفاده شده است. هنر معماری و مجسمه‌سازی تنها هنرهایی نیستند که تحت تأثیر ظهور این فناوری مدرن قرار گرفته‌اند. هنر آشنایی هم ممکن است در آینده با بهره‌گیری از پرینترهای سه بعدی، غذاهای پرینت شده را در سراسر جهان به مردم عرضه کند. یک شرکت فناوری بریتانیایی به نام «Food Ink» طرحی مبنی بر ایجاد یک رستوران سیار را در ذهن می‌پروراند که بر اساس آن نسل جدیدی از رستوران‌ها و سرو غذاها در جهان را معرفی کند. پرینت سه بعدی غذاها با دستور پخت مشخص که لایه به لایه چاپ و حتی تزئین خواهند شد، در اختیار مشتری قرار خواهند گرفت؛ از پیتزا گرفته تا همبرگر و حتی دسر شکلاتی تزئین شده بر سر میزی که حتی خود نیز با استفاده از فناوری چاپگرهای سه بعدی پرینت شده است. باری! ظهور فناوری‌های جدید در دوره‌هایی از تاریخ، سبک زندگی بشر روی زمین را به صورتی باورنکردنی تغییر می‌دهد. چهره جهان قبل و بعد از عصر بخار به صورت شگفت‌آوری دستخوش تغییر شد. اینترنت و گوشی‌های هوشمند همراه، اپلیکیشن‌ها و شبکه‌های اجتماعی سبک زندگی ما را در مقایسه با نسل‌های قبلی به شکل حیرت‌انگیزی تغییر داد. خوانندگانی که نیم‌قرن دیگر این متن را می‌خوانند، به اینترنت، فیس‌بوک و اینستاگرام و به گوشی‌های لمسی هوشمند ما به دیده ابزارها و تکنولوژی‌های قدیمی و ازمدافته و ابتدایی نگاه خواهند کرد. جهانی که در آن حتی ممکن است چاپگرهای سه بعدی که امروزه برای ما رؤیای آینده است نیز یک فناوری قدیمی به شمار بیاید و تکنولوژی‌هایی ظهور کند که امروز حتی در ذهن ما نیز نمی‌گنجد.



شد الکتریسیته و مغناطیس را به خدمت خود درآورد. بشر در چنین دورانی به‌خصوص با ظهور «ماکسول»، «فارادی»، «تسلا» و «دایسون» اشتیاق فراوانی به برقی کردن تجهیزات مکانیکی پیدا کرد. به بیان دیگر انسان در پی آن برآمد تا هر چیزی را که تا آن زمان با نیروی ماهیچه‌ای یا مکانیکی یا با نیروی بخار کار می‌کرد، الکتریکی کند. چکش‌های مکانیکی، توربین‌ها، موتورها، جرخ‌خیاطی‌ها، اتوها و اساسا هر چیزی که مکانیکی بود، در این دوره الکتریکی شد. نظیر این تحول را اینک می‌توان در ظهور فناوری نوبین پرینترهای سه بعدی مشاهده کرد. اینک این فناوری پرینتر سه بعدی است که روز به روز گسترش پیدا می‌کند و از ساختمان‌سازی گرفته تا فضانوردی را تحت تأثیر خود قرار خواهد داد. مدتی پیش آژانس فضایی اروپا (ESA-اسا) اعلام کرد که قصد دارد در طرح‌های آینده خود با کمک چاپگرهای سه بعدی، در ماه ساختمان‌سازی کند؛ چاپگرهایی که اجزای ساختمانی را با استفاده از مصالح موجود در خود ماه می‌سازند و نه با مصالح انتقال یافته از زمین. اخبار و گزارش‌هایی که از پرینت ساختمان‌های مسکونی یا اداری روی زمین منتشر می‌شود، فوق‌العاده هیجان‌برانگیز است. خانه‌ای در نزدیکی شهر مسکو روسیه که در کمتر از یک روز پرینت شده است. یک خانه واقعی با هزینه حدود ۱۱ هزار دلار که دیوارهای بتونی آن به صورت یکجا توسط پرینت سه بعدی چاپ شد

چاپی می‌تواند بینی، گوش و زانوی آسیب‌دیده را ترمیم کنند و به بیمارانی که از صدمات غضروفی و دردهای ناشی از وزم مفاصل رنج می‌برند، یاری برسانند. حتی از همه اینها مهم‌تر کاربرد این تکنولوژی در پرینت پوست است. ساخت پوست به کمک فناوری چاپگر سه بعدی می‌تواند سهم مهمی در حفظ جان افراد در سوانح سوختگی و تصادفات ایفا کند. جراحان اورژانس که با کمک فناوری‌های کنونی هیچ راهی برای نجات برخی بیماران اورژانسی ندارند، در آینده با استفاده از این فناوری جان بسیاری از بیماران را نجات خواهند داد. این چاپگرها به قدری پیشرفته خواهند بود که نه تنها ساختار پوست بلکه فولیکول‌های مو، غدد عرق و همین‌طور سایر پیچیدگی‌های پوست انسان را با همان ویژگی اصلی پرینت خواهند کرد. مهم‌ترین دستاورد این فناوری برای پزشکان این خواهد بود که خطر پس‌زدن پیوند توسط سیستم ایمنی بدن نیز وجود نخواهد داشت. پزشکان امیدوارند با استفاده از چاپگرهای سه بعدی و جوهرهای آن که از سلول‌های خود بیمار گرفته می‌شود، اندام‌های آسیب‌دیده بیماران را ترمیم و با نمونه سالم پرینت شده جایگزین کنند. بسیاری از این روش‌ها که انقلابی در پزشکی به وجود خواهد آورد، هم‌اکنون در مراحل آزمایشی در حال توسعه و تکمیل است و دیری نمی‌باید که چاپگرهای سه بعدی، به بخشی از تجهیزات عادی بیمارستان‌ها و مراکز درمانی تبدیل شوند.