



صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران

معاونت سیاسی

اداره پژوهش های سیاسی

کاربرد پرینتر سه بعدی در پزشکی

پرینترهای سه بعدی در ایران تا کجا پیشی رفته است؟

(دستیابی محققان کشور به فناوری ساخت پرینتر سه بعدی در ابعاد میکرون)



فرآورده‌های خبری و تولیدات پژوهشی در بخش های زیر قابل دسترس است:

– وب سایت خبرگزاری صداوسیما (سرویس پژوهش) <http://www.iribnews.ir>

پژوهشگر: مریم عابدی

۲	■ نکات برجسته	۲
۲	□ مقدمه	۲
۲	□ تاریخچه پرینتر سه بعدی	۲
۳	□ تاریخچه پرینتر سه بعدی در کشور ما	۳
۳	□ اولین پیوند استخوان «درشت‌نی»	۳
۴	□ تکنولوژی ساخت استخوان در ایران	۴
۴	□ منظور از تولید استخوان مصنوعی در ایران با چاپگر سه بعدی چیست؟	۴
۴	□ چگونگی کارکرد پرینتر سه بعدی	۴
۵	□ هدف پرینت سه بعدی استخوان	۵
۵	□ چاپ سه بعدی در پزشکی چه کاربردهایی دارد؟	۵
۶	□ پرینترهای سه بعدی در ایران تا کجا پیش رفته است؟	۶
۶	□ الان چه وضعیتی داریم؟	۶
۶	□ دستیابی محققان کشور به فناوری ساخت پرینتر سه بعدی در ابعاد میکرون	۶
۷	□ روش‌های ترمیم ضایعات استخوانی	۷

■ نکات برجسته^۱

- یکی از فناوری‌های میان رشته‌ای چاپ سه بعدی است.
- چاپ زیستی سه بعدی در گستره صنایع پزشکی و داروسازی موجب پیاده سازی مفاهیم پزشکی شده است.
- از کاربردهای جالب و پرچالش این فناوری، چاپ زیستی اعضا است.
- چاپ زیستی هم اکنون در ساخت پوست و استخوان و بافت‌های قلبی و عروقی کاربرد یافته است.
- امروزه شاهد پیوند یک استخوان مصنوعی سه بعدی بزرگ «درشت‌نی» در بدن انسان هستیم.
- محققان ایرانی موفق شدند با استفاده از تکنولوژی پرینتر سه بعدی، استخوان مصنوعی برای درمان ضایعات استخوانی در کشور طراحی و تولید کنند.
- در ایران تاکنون پنج بیمار دارای ضایعات فکی و یک بیمار با نقص استخوانی تیبیای پا تحت درمان قرار گرفته است.

□ مقدمه

ایران پس از پیروزی انقلاب اسلامی حرکت رو به جلو در علم و فناوری داشت و در اکثر شاخص‌های تولید علم شاهد رشد کمی و کیفی بودیم و امروز ایران در برخی رشته‌ها با فناوری بالا سرآمد شده است. یکی از فناوری‌های میان رشته‌ای چاپ سه بعدی است. چاپ زیستی سه بعدی در گستره صنایع پزشکی و داروسازی موجب پیاده‌سازی مفاهیم پزشکی شده است. از کاربردهای جالب و پرچالش این فناوری، چاپ زیستی اعضا است. چاپ زیستی، به صورت مهندسی بافت سه بعدی زنده اعضا انسان بر پایه جوهر افشان به کمک رایانه، تعریف می‌گردد. در این گزارش که با شیوه اسنادی انجام شده است؛ به ساخت اعضا بدن به ویژه استخوان مصنوعی و کاربرد پرینتر سه بعدی در علم پزشکی و همچنین دستاوردهای محققان کشورمان پرداخته ایم.

□ تاریخچه پرینتر سه بعدی

چاپگر سه بعدی با الهام از چاپ روی کاغذ، همان فرایند را به نوعی با چاپ مواد مختلف به شکل سه بعدی و واقعی (DP^۳) انجام می‌دهد.^۲

اوایل دهه هشتاد میلادی مهندسی به نام چاک هال که روکش‌های فوتوپلیمر برای میز و صندلی تولید می‌کرد، دستگاه پرینتر سه بعدی را اختراع کرد، اولین قطعه‌ای که او با دستگاهش ساخت؛ یک فنجان شستشوی چشم بود.

^۲ . بایو پرینتر استخوان ساز برای اولین بار در ایران ساخته شد؛ مرکز ارتباطات و اطلاع رسانی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری (ایستی)، ۹۸/۶/۲۰

از اواخر دهه ۸۰ تا سال ۲۰۰۰ مردم کم کم اسم این تکنولوژی را می شنیدند و می فهمیدند که نحوه کار آن چگونه است. از اوایل قرن ۲۱ اخبار جذاب دنیای سه بعدی همه را هیجان زده کرد. اولین عضو زنده بدن انسان پرینت شد. اخبار عجیبی که مثل فیلم های علمی تخیلی بود.^۱

□ تاریخچه پرینتر سه بعدی در کشور ما

ساخت پرینتر سه بعدی به دست توانای پژوهشگران و نخبگان کشورمان در پژوهشکده های کشور و در انواع مختلف ساخته شده است. هر کدام از پرینترهای ساخته شده در زمینه های تخصصی متفاوتی کارآیی دارد.

- در سال ۱۳۹۷ محققان واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد موفق به طراحی، ساخت و بهینه سازی پارامترهای اولین دستگاه پرینتر سه بعدی دی ال پی با کیفیت و دقت بسیار بالا شدند.

پرینترهای سه بعدی ساخته شده که قابل رقابت با نوع خارجی آن هستند، دارای دقت بسیار بالایی است و کاربردهای فراوانی در ساخت قطعات با جزئیات بسیار کوچک و دقیق نظیر صنایع ابزار دقیق، زیورآلات، پزشکی و دندانسازی دارند.^۲

- پرینتر سه بعدی (SLS) هم از دیگر پرینترهایی است که یک شرکت دانش بنیان آن را تولید کرده است. این محصول قابلیت تولید قطعات نهایی در تیراژ کم، بدون نیاز به قالب سازی کارآمد است و برای صنایعی که به دلیل تحریم ها در تأمین قطعات با مشکل مواجه هستند، کاربرد دارد. این محصول در مقایسه با نمونه آلمانی آن بسیار ارزان تر است.^۳

- اخیراً دو تن از نخبگان جوان در استان آذربایجان شرقی هم با توجه به تحریم ها و گران بودن پرینترهای سه بعدی برای واردات، اقدام به ساخت و تولید پرینتر سه بعدی کرده اند.^۴

- و نیز یک شرکت دانش بنیان فعال در حوزه پزشکی توانسته یک بایو پرینتر بسازد که توانایی چاپ سه بعدی استخوان انسان را دارد.^۵

□ اولین پیوند استخوان «درشتنی»

جراحان استرالیایی موفق به انجام اولین پیوند استخوان «درشتنی» ساخته شده با پرینترهای سه بعدی در ساق پای یک جوان شدند. این استخوان مصنوعی با بافت های طبیعی، رگ های خونی و داربست ساخته شده توسط پزشکان در ساق پا نگهداری می شود. استخوان سه بعدی «درشتنی» استفاده شده در این آزمایش در دانشگاه کوئینزلند مدل سازی شده و سپس در کشور سنگاپور چاپ شد. این استخوان طوری طراحی شده است که بتواند اطراف استخوان رشد کند و به تدریج جای خود را به استخوان و بافت های اصلی بدن بیمار بدهد. این استخوان به مرور زمان تجزیه می شود و از بین خواهد رفت. پزشکان مواد اولیه ساخت این استخوان را از دو استخوان و زانوی چپ بیمار به دست آوردند. این عمل پیوند با کمک پرینترهای سه بعدی از قطع عضو یک انسان جلوگیری کرد تا امید وی به بهبودی دوباره زنده شود و بتواند زندگی عادی خود را در آینده از سر بگیرد.^۶

۱. داستان شکل گیری تکنولوژی پرینت سه بعدی؛ خبرنامه دیمانس، ۹۶/۱۰/۱۳

۲. پرینتر سه بعدی با کیفیت و دقت بسیار بالا ساخته شد؛ خبرگزاری مهر، ۹۷/۲/۲۲

۳. از ۳ محصول دانش بنیان رونمایی شد؛ خبرگزاری مهر، ۹۷/۶/۶

۴. پرینتر ۳ بعدی بومی، به دست دو جوان نخبه طراحی و ساخته شد؛ خبرگزاری آریا، ۹۸/۲/۱۵

۵. بایو پرینتر استخوان ساز برای اولین بار در ایران ساخته شد؛ پایگاه اطلاع رسانی دولت، ۹۸/۶/۲۴

۶. پیوند اولین استخوان پرینت شده با پرینتر سه بعدی؛ برترین ها، ۹۶/۶/۲۹

□ تکنولوژی ساخت استخوان در ایران

یکی از تکنولوژی‌هایی که در آینده در پزشکی برای جبران نقص‌ها و تولید بافت‌ها نقش مهمی خواهد داشت، تکنولوژی پرینت سه بعدی خواهد بود. محققان ایرانی موفق شدند با استفاده از تکنولوژی پرینتر سه بعدی، استخوان مصنوعی برای درمان ضایعات استخوانی در کشور طراحی و تولید کنند. ۱۰ سال طول کشید تا گروه بزرگی از محققان ایرانی به این دستاورد بزرگ دست یابند که نتیجه این تلاش بزرگ، غلبه بر مشکلات ضایعات استخوانی است. پژوهشگران در این پژوهش ده ساله، به یک زیست‌ماده‌ای دست پیدا کردند که بسیار شبیه استخوان است و قابلیت استفاده در پرینت‌های سه بعدی را دارد تا در نتیجه این فرآیند، استخوانی متناسب با بیماری خاص فرد ساخته شود. تیم تحقیقاتی این طرح در دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی طی ۱۰ سال گذشته مطالعات زیادی را در ارتباط با ماده مناسب جایگزین شونده استخوان انجام داده و موفق به ارائه یک ترکیب مناسب پلیمری سرامیکی شده است، همچنین در طی همکاری با صنعتگران داخلی موفق به تغییر ساختار دستگاه چاپگر سه بعدی جهت چاپ نسج شبه استخوان شده است. نتیجه این فعالیت ۱۰ ساله چاپ بیش از ۱۰ مقاله بین‌المللی و همچنین طی مسیر آزمایشگاه تا بالین جهت درمان بیماران با ضایعات استخوانی بوده است، چنانکه تاکنون پنج بیمار دارای ضایعات فکی و یک بیمار با نقص استخوانی تیبیای پا تحت درمان قرار گرفته است.^۱

□ منظور از تولید استخوان مصنوعی در ایران با چاپگر سه بعدی چیست؟

پرینترهای سه بعدی شامل مجموعه‌ای از فرآیندها است که در آن مواد به صورت کنترل شده به یکدیگر پیوند داده می‌شود تا یک شی سه بعدی ساخته شود و معمولاً این کار به صورت لایه لایه انجام می‌شود. در روش پیوند استخوان مصنوعی، ابتدا محققان با کمک سی تی اسکن از قسمت‌های آسیب دیده بیمار تصویر سه بعدی تهیه می‌کنند و پس از آن به کمک یک دستگاه چاپگر سه بعدی و با ترکیب موادی همچون پلیمر و سرامیک به ساخت استخوان مصنوعی اقدام می‌کنند.

هم‌اکنون در ایران در عمل جراحی منحصر به فرد از یک مفصل یا استخوان مصنوعی که کاملاً به شکل و اندازه بیمار ساخته شده استفاده می‌شود. در این روش محققان ابتدا به کمک سی تی اسکن از مفصل یا استخوان بیمار یک تصویر سه بعدی تهیه می‌کنند و پس از آن به کمک یک دستگاه چاپگر سه بعدی پروتزی می‌سازند که کاملاً فیت و اندازه ناحیه آسیب دیده بیمار است. بدین ترتیب اتصال بین پروتز و استخوان یا هر بافت دیگری که به این شکل تهیه می‌شود بسیار بهتر از پروتزیایی است که برای همه بیماران از یک شکل ثابت پروتز استفاده می‌شود.^۲ <https://www.aparat.com/video>

□ چگونه کارکرد پرینتر سه بعدی

پرینتر سه بعدی یا بهتر بگوییم چاپ زیستی به صورت کلی از دو جوهر استفاده می‌کند. یکی مواد بیولوژیک^۳ است و دیگری هیدروژل (Hydrogel) که محیطی را مهیا می‌سازد تا بافت و سلول‌ها رشد کنند. فناوری مرزشکن دیگر در این گستره، افزودن

۱. تکنولوژی پرینت سه بعدی تولید بافت، بومی شده است؛ ایسنا، ۹۸/۵/۱۲

۲. رجوع کنید به سایت ایران ارتوپد

۳. رضانژاد بردجی، قاسم و دیگران: پلیمرهای مورد استفاده در کاشتنی های جراحی؛ فصلنامه علمی - ترویجی پژوهش و توسعه فناوری پلیمر ایران، سال اول، شماره ۱، شماره پیاپی ۱، بهار ۱۳۹۵. «زیست مواد (Biomaterials) ترکیبات با منشأ طبیعی و یا مصنوعی هستند که از آنها به طور کامل یا تعویضی در قسمتی از بافت بدن انسان استفاده می‌شود.»

عروق خونی است که جوهر سوم را توسعه داده است. این جوهر دارای ویژگی غیرمعمولی است؛ به این صورت که با سرد شدن (نه با گرم شدن) ذوب می شود. چاپ زیستی هم اکنون در ساخت پوست و استخوان و بافت‌های قلبی و عروقی کاربرد دارد.^۱

□ هدف پرینت سه بعدی استخوان

هر سال میلیون‌ها نفر از تصادفات اتومبیل جان سالم به در برده اما دچار شکستگی های پیچیده می شوند که ترمیم آنها با روش های سنتی دشوار است. پزشکان می توانند با استفاده از اسکن های ام آر آی استخوان لازم برای پیوند را که دقیقاً با شکستگی تطابق دارد چاپ کنند.^۲ امروزه کاربردهای پزشکی پرینت سه بعدی به ویژه در زمینه ایمپلنت های استخوان افزایش یافته است. هدف فعلی پرینت سه بعدی ایمپلنت استخوان، اجرای جایگزین های استخوانی است که در مکان های خاص خود رشد می کنند. پیش از این محققان سعی کرده اند از راه های مختلفی به رشد استخوان کمک کنند، اما اکنون محققان NYU یک نسخه سرمایی قابل قبول از ایمپلنت های قابل رشد استخوان را پیدا کرده اند.^۳ از چند سال پیش که بحث پرینترهای سه بعدی مطرح شده بود؛ پیش بینی می شد یکی از کاربردهای حساس آنها در ساخت اجزای بدن انسان باشد. تاکنون؛ بسیاری از بخش های کوچک مانند غضروفها یا دریچه های قلب به صورت سه بعدی ساخته و در بدن انسان پیوند داده شدند اما امروز شاهد پیوند یک استخوان مصنوعی سه بعدی بزرگ «درشتنی» در بدن انسان هستیم.^۴

□ چاپ سه بعدی در پزشکی چه کاربردهایی دارد؟

هر ساله چاپ سه بعدی کاربرد های بیشتری در حوزه سلامت به جامعه جهانی معرفی می کند. در حالی که هدف نهایی چاپ سه بعدی که پرینت کامل تمام اعضای پیچیده بدن، برای پیوند می باشد، هنوز چندین دهه با ما فاصله دارد، امروزه چاپ سه بعدی کاربردهای فراوانی در عرصه پزشکی داشته و به صرفه جویی و بهبود زندگی به طرق مختلف و در مکان های مختلف کمک می کند که هرگز در چندین سال پیش قابل تصور نبود.^۵

لینک فیلم: (فیلم زیر نشان می دهد کدام یک از اعضای بدن انسان می توانند پرینت سه بعدی شوند !

<https://idesign3d.ir/>

عکس یک دست چاپ سه بعدی پروتزی که توسط محققان FDA چاپ و سرهم بندی شده



۱. دوماهنامه طب جنوب پژوهشکده زیست - پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر؛ سال هجدهم، شماره ۳، صفحه ۶۸۰ - ۶۸۹ (مرداد و شهریور ۱۳۹۴)؛ آینده چاپ سه بعدی در علوم زیست پزشکی: ایرج نبی پور
۲. عضو بدن که قابل چاپ شدند/ نقش پررنگ چاپگر سه بعدی در اتاق های جراحی آینده؛ خبرگزاری مهر، ۹۲/۵/۳۱
۳. پرینت سه بعدی ایمپلنت استخوان قابل رشد؛ مجله پرینت سه بعدی، ۹۷/۵/۱۷
۴. پیوند اولین استخوان پرینت شده با پرینتر سه بعدی؛ برترین ها، ۹۶/۶/۲۹
۵ - چاپ سه بعدی در پزشکی چه کاربردهایی دارد؟؛ ۹۷/۲/۵؛ <https://idesign3d.ir/>

□ پربنترهای سه بعدی در ایران تا کجا پیش رفته است؟

مرکز تحقیق و توسعه فناوری‌های ساخت افزودنی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران همایشی با موضوع معرفی پربنترهای سه بعدی برگزار کرد که طی آن اساتید و کارشناسان گوناگون درباره این صنعت نسبتاً نوپا در کشور و قابلیت‌های آن صحبت کردند. اساتید حاضر در این کنفرانس اذعان داشتند که بشر در راه انقلاب صنعتی چهارم قرار گرفته که دو مقوله اینترنت اشیا و پربنترهای سه بعدی در راس آن قرار دارند.

«حامد کیوانپور» کارشناس ارشد مهندسی مکانیک سه عنصر اتوماسیون، رباتیک و چاپ سه بعدی را لازمه انقلاب صنعتی جدید می‌داند و خبر از ارتباط ماشین‌ها با یکدیگر به وسیله اینترنت اشیا می‌دهد تا در یک محیط رباتیک با هم ارتباط برقرار کنند. دکتر «صادق رحمتی» تکنولوژی را یکی از محورهای توسعه اصلی در کشور می‌داند.^۱

□ الان چه وضعیتی داریم؟

به تازگی محققان دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی با دستگاه پربنتر زیستی سه بعدی موفق به ساخت استخوان و غضروف مصنوعی شده‌اند. این کار با کمک یک شرکت دانش‌بنیان انجام شده است.^۲ این استخوان مصنوعی از ترکیب پلیمر و سرامیک ساخته شده است و قابل پیوند به بدن بیمار است.

یک شرکت دانش‌بنیان دستگاه بایو پربنتر سه بعدی را ساخته است و شرکت دانش‌بنیان دیگری که فعال در حوزه پزشکی است با کمک محققان دانشگاه شهید بهشتی و با استفاده از ترکیب پلیمر و سرامیک موفق شده‌اند یک استخوان مصنوعی بسازند. در این روش با استفاده از دستگاه پربنتر سه بعدی زیستی یا بایو پربنتر، بخشی از یک استخوان کامل انسان ساخته شد که قابلیت پیوند به بیمار را دارد.^۳

□ دستیابی محققان کشور به فناوری ساخت پربنتر سه بعدی در ابعاد میکرون

دکتر محمدرضا موحدی، استاد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف و کیوان محمدی از دانشجویان دکتری این دانشگاه برای اولین بار در غرب آسیا موفق به ساخت پربنتر سه بعدی با هدف ساخت قطعات در ابعاد میکرون شدند. پیش از این نیز کشورهای آمریکا، انگلیس، سوئیس و ژاپن در این تکنولوژی ورود پیدا کرده بودند و هم‌اکنون با کمک محققان دانشگاه صنعتی شریف این تکنولوژی بومی شده است.

پربنترهای سه بعدی در دو دهه اخیر، با ورود به صنعت ساخت و تولید؛ انقلاب جدیدی در این صنعت به وجود آورده‌اند. سرعت و انعطاف پذیری این تکنولوژی در تولید قطعات پیچیده و کاهش مراحل تولید بسیار قابل توجه است. پربنتر سه بعدی در مقیاس میکرو و نانو، به مراتب پیچیده‌تر و مشکل‌تر از ابعاد ماکرو آن است. ... این تکنولوژی قبلاً در کشورهای پیشرفته آغاز شده و ما هم در آزمایشگاه دانشکده مهندسی مکانیک حدود ۴ سال پیش به این تکنولوژی ورود پیدا کرده‌ایم و توانسته‌ایم با تسلط بر این فناوری تجهیزات لازم را بسازیم و با موفقیت به مرحله تست برسیم.^۴

– **پیمان لطفی کارشناس ارشد متخصص حوزه بافت؛** ویژگی‌های دیگری از این فناوری را روشن می‌سازد و مهندسی بافت را یکی از مسائل اصلی این حوزه می‌داند. «این علم بسیار تازه است و با پیوند گوش انسان به پشت موش شروع شد که تصویرش نماد

^۱ - پربنترهای سه بعدی در ایران تا کجا پیش رفته اند / <https://digiato.com/> ؛ ۹۷/۲/۱۸

^۲ - پیوند اولین استخوان پربنتر شده با پربنتر سه بعدی؛ برترین‌ها، ۹۶/۶/۲۹

^۳ - بایو پربنتر استخوان ساز برای اولین بار در ایران ساخته شد؛ پایگاه اطلاع‌رسانی دولت، ۹۸/۶/۲۴

^۴ - دستیابی محققان کشور به فناوری ساخت پربنتر سه بعدی در ابعاد میکرون؛ ایسنا؛ ۹۸/۵/۷

مهندسی بافت شده است. ما در ایران نیز توانستیم به جاهای بسیار خوبی در این صنعت برسیم و به عنوان مثال استخوان شصت انگشت دست را بسازیم.^۱

«فناوری چاپ سه بعدی می‌تواند برای ساخت مواد آزمایشی (Sample) بسیار به کار می‌آید و در تولید به مقدار کم به صرفه است. نرخ قیمتی دستگاه‌های پرینت در سال اخیر بسیار کاهش یافته و رواج استفاده از آن در کشور بسیار بالا رفته است. الان زمان خوبی است که دانشجویان روی پروژه‌های استارت‌آپی پیرامون این مسئله تمرکز کنند و سرمایه‌گذاران نیز این صنعت را سود ده بدانند چرا که آینده بزرگ و خوبی در راه این صنعت وجود دارد.»

«امروزه دیگر کمتر مهندس طراحی با دست و چسب و ... طراحی می‌کند و یا ماکت می‌سازند و غالباً به سوی پرینترهای سه بعدی روی آورده‌اند.»^۲

□ روش‌های ترمیم ضایعات استخوانی^۳



□ سخن آخر

محققان آزمایشات قانع کننده ای را نشان داده اند که از اندام های ساده تا بافت‌های سلولی پیچیده را می‌توان توسط فناوری تولید افزایشی و بیوپرینتر سه بعدی تولید نمود.

با دریافت سلول‌های بنیادی و تکثیر آنها و سپس ذخیره کردن این سلول‌ها در مخزن‌های کلاژن عضو مورد نظر، باعث می‌شود تا سلول‌های بنیادی معجزه آسایی رشد کرده و یک عضو کامل و کاربردی را قابل برنامه ریزی و عملیاتی می‌کنند که البته دقت و امنیت این فرآیند، تماماً توسط پرینتر سه بعدی انجام می‌گردد.

Avi Reichental مدیر عامل سابق شرکت فناوری تولید پرینتر سه بعدی پیش بینی می‌کند، "در هفت تا ده سال آینده، ما در حال کار با جایگزینی قطعات و اندام‌هایی هستیم که بدن ما آنها را پس زده است و سپس شاهد ارگان‌هایی هستیم که حتی بهتر از اعضای بدن ما که با آنها به دنیا آمده ایم کار می‌کنند!"

با توجه به توسعه فناوری‌ها در دنیا در موضوع نانوداروها لازم است که ما هم در کشور به این تکنولوژی ورود پیدا کنیم، چرا که در سال‌های آتی با حجم و سیعی از نانو داروهایی که وارد ایران خواهند شد، روبرو خواهیم شد و قطعاً هر کدام از این داروها باید با قیمت گزاف خریداری شوند؛ بنابراین ورود به این حوزه و ساخت آن در کشور در آینده دارای منفعت و سودآوری قابل ملاحظه‌ای

۱ - همان ؛ ۹۷/۲/۱۸

۲ - همان ؛ ۹۷/۲/۱۸

۳ . تکنولوژی پرینت سه بعدی تولید بافت، بومی شده است؛ ایرنا، ۹۸/۵/۱۲

خواهد بود و بعد از گذراندن دوره‌های آزمایشگاهی و اثبات فناوری و اخذ مجوز امکان صادرات این تکنولوژی و ارزآوری بیشتر برای کشور وجود خواهد داشت.

