استفاده از تکنولوژی پرینتر سه بعدی در تولید بافت بیولوژیکی در شاخه های بیومواد

خلاصه

ساخت و تولید اندام آسیب دیده سالیان است که محققین را درگیر خود کرده تا زندگی جوامع بشری بهینه و آسان تر مستمر شود. یکی از راهکارها و علوم مربوطه در این حوزه تکنولوژی **پرینتر سه بعدی** میباشد که در این فناوری محققان و پژوهشگران موفق شدند با استفاده از سلول های بنیادی انسان ساختارهای پرینت شده و سه بعدی با ابعاد،اندازه، استحکام کافی و طولانی مدت برای کاشت در بدن انسان بسازند.

در این مقاله قصد داریم به بررسی این تکنولوژی و علوم وفنونی که در این فناوری مورد استفاده قرار گرفته،همچنین تحقیقات و دستاورد هایی که صورت گرفته و ارائه راهکار و ایده ساختمند بپردازیم. نتیجتاً بررسی های متفاوت نشان میدهد، دسترسی پیشرفته و زود هنگام به ارگان های اصلی انسان و جایگزین کردن آنها در بدن و ایجاد و ساخت داروهایی با میزان مصرف دقیق متناسب با بیماری و فرد مشخصه،دیری نمیپاید که به سرانجام خواهد رسید.

انتشار مقاله:

باشگاه پژوهشگران جوان، کمیته تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی واحد کاشان،دانشگاه آزاد اسلامی کاشان

کلمات کلیدی: تکنولوژی افزایشی، پرینتر سه بعدی، نازل، FDM، SLS.

فهرست عناوین این مقاله:

– 1بررسی کاربرد و ساختار پرینتر سه بعدی

– 2مزیت های استفاده از پرینتر سه بعدی افزایشی در مقایسه با مدل کاهشی

– 3پرینتر سه بعدی برای چاپ قطعات چه نوع فرآیندی را طی میکند؟

– 4مروری بر زمینه های استفاده از پرینتر سه بعدی

– 5مبحث اصلی این مقاله کاربرد پزشکی "تولید بافت بیولوژیکی توسط پرینتر سه بعدی."

– 6ساخت بافت به صورت لایه لایه با پرینتر سه بعدی زیستی

– 7بازسازی اندام آسیب دیده توسط پرینتر سه بعدی زیستی

– 8تولید لایه پوستی توسط چاپگر سه بعدی برای درمان و بهبود سریعتر زخم ها

– 9بحث و نتیجه گیری پیرامون تولید بافت بیولوژیکی با پرینتر سه بعدی

بررسی کاربرد و ساختار پرینتر سه بعدی

ابتدا به بررسی کاربرد و ساختار پرینتر سه بعدی نگاهی می اندازیم :پرینتر سه بعدی فناوری برای خلق اشیاء سه بعدی از مدل های سه بعدی طراحی شده توسط نرم افزار های سه بعدی میباشد. مدلهای طراحی شده، توسط نرم افزارهای سه بعدی موجود در بازار انجام میپذیرد و سپس فایل ها با تبدیل به فرمت های استاندار نظیر STL به نرم افزاری واسط منتقل شده و در آنجا تبدیل به کدهای قابل فهم برای دستگاه های پرینتر سه بعدی میشوند . کنترل بازوهای حرکتی توسط مدارات کنترل و یا کامپیوتر انجام میشود.

مزیت های استفاده از پرینتر سه بعدی افزایشی در مقایسه با مدل کاهشی

دلایل استفاده از پرینتر سه بعدی با عنوان تکنولوژی افزایشی در مقایسه با تکنولوژی کاهشی مانند تراشکاری و فرز کاری شامل موارد زیر است:

1. قابلیت ساخت قطعات در مدت زمان بسیار کم و بدون طی کردن فرایند واقعی تولید که مستلزم صرف هزینه و زمان زیاد میشود.
2. عدم نیاز به امکانات خاص از قبیل ابزار های مخصوص، برق سه فاز، هوای فشرده و...
3. آماده سازی قطعات برای پرینت بسیار ساده تر از برنامه نویسی برنامه ماشینکاری با CNC میباشد.
4. قابلیت ساخت قطعات پیچیده و با ظرافت زیاد،بدون وجود محدودیت خاص مثل شیب منفی، عدم دسترسی به ابزار و...

برخلاف آنچه در فرآیند های ماشینکاری و غیره وجود دارد، این مزایای متفاوتی است که این شیوه را از بقیه محصولات مجزا کرده. رفع عیوب و طراحی و ارائه محصولات در حوزه های مختلف مهندسی،پزشکی و صنعتگران و... باعث برتری این تکنولوژی در عصر جدید شده است.

بازسازی اندام های آسیب دیده توسط پرینتر سه بعدی زیستی

پرینتر سه بعدی برای چاپ قطعات چه نوع فرآیندی را طی میکند؟

فرآیند پرینتر سه بعدی فرآیند لایه به لایه است یعنی مواد مثل یک ساخت دیوار آجری روی هم چیده میشوند، با روشهای متفاوت سفت میشوند و استحکام کافی را پیدا میکند که فرآیند گذاشتن لایه های مواد و جامد کردن آنها به طور معمول توسط نازل ها صورت میگیرد .مواد اولیه مورد نیاز برای این تکنولوژی فیلامنت ها هستند که با ذوب کردن آنها با استفاده از گرما عملیات چاپ انجام میشود.

فرآیند FDM و استفاده از فیلامنت در پرینترهای سه بعدی

زمانی که فیلامنت به اکستروژن (یکی از روشهای حجمی، برای تغییر شکل مواد به منظور کاهش ضخامت یا سطح مقطع آنها است که در نتیجه آن، قطعاتی با سطح مقطع صاف و عمودی تولید میشوند) میرسند، ذوب میشوند و با عبور از سر نازل سه بعدی به شکل لایه لایه خارج میشود و به شکل لایه لایه جسم سه بعدی تشکیل میشود که به آن روش **پرینت سه بعدی FDM** میگویند.

در بعضی اوقات مواد مایع یا پودر های جامد لایه به لایه چسبیده میشوند و توسط نور ماورابنفش یا لیزر یا پاشیدن مواد چسبنده،شکل لایه مورد نظر ساخته میشود که روشهایSls ،Slm،Sla،Binderjet ،Dlpدر این دسته قرار میگیرند.

اگر به طور ساده تر بخواهیم پرینت سه بعدی را تشریح کنیم، پرینت روی کاغذ را بررسی میکنیم،همانطور که روزانه ما انسان ها معمولا به پرینت کاغذ ها و... نیاز داریم و در این روش تنها یک لایه دو بعدی از حروف و کلمات روی کاغذ نشانده میشود، اما در این روش لایه های متعددی روی هم نشانده میشود تا شکل مورد نیاز بدست آید. همانطور که اشاره شد مانند ساختن دیوار آجری.

تهیه فایل سه بعدی

مراحل ساخت یک قطعه با پرینت سه بعدی به این صورت است که ابتدا مدل سه بعدی مورد نظر تهیه میشود (وب سایت 3dRDدارای بخش تخصصی دانلود طرح های مخصوص پرینتر سه بعدی میباشد که به صورت رایگان در اختیار شما قرار داده است) یا با استفاده از نرم افزارهای طراحی سه بعدی مانند نرم افزارهای SOLIDWORKS،CATIAو... طراحی و تولید میشود.

تبدیل فایل 3 dمدل به فایل مخصوص پرینتر سه بعدی یعنیSTL

سپس مدل سه بعدی مورد نظر به زبان دستگاه ترجمه میشود. یعنی بعد از اینکه مدل طراحی شد،یک خروجی با فرمت فایل STL دریافت میشود و در نرم افزار اسلایسر SLICER اصلاح میشود، یعنی اگر مشکل و ایرادی در مدل مورد نظر باشد با این نرم افزار برطرف میشود و سپس این نرم افزار مدل را به زبان مخصوص دستگاه ترجمه میکند که آن زبان معمولا G-Codeمیباشد. سپس مدل سه بعدی را برای شروع کار به دستگاه میفرستیم. مثلا در این حالت به دستگاه فرمان داده میشود چند سانتی متر به جلو یا چپ و راست و.. حرکت کند. مرحله بعد در این تکنولوژی ساخت مدل سه بعدی است که در این مرحله با توجه به دستوراتی که در G-Code وجود دارد مدل مورد نظر تولید میشود.

اما در این تکنولوژی باید به المان های ظریف و دقیق دقت کرد به دلیل اینکه دقت این دستگاه ها اکثرا در حد چند صد میکرون میباشد و برای اینکه دقت و زیبایی مهم باشد باید سطح مدل را پردازش یا finish کرد .اگر بخواهیم به نکات مثبت و منفی این تکنولوژی بپردازیم باید سرعت زیاد تولید، دور ریز کمتر، کاهش هزینه، قابلیت تولید اشکال پیچیده و... را از مزایا و تولید با شمار بالا به دلیل نداشتن صرفه اقتصادی، همه گیر نبودن و نداشتن قابلیت تولید بسیاری از مواد، محدودیت ابعاد محصولات، نیاز به مهارت بالا و تخصصی بودن از جمله معایب این تکنولوژی معرفی میشود.

مروری بر زمینه های استفاده از پرینتر سه بعدی

پرینتر های سه بعدی در چندین زمینه مختلف پا به عرصه گذاشته اند که به برخی از آنها اینجا اشاره میکنیم:

طلا و جواهر

دندانپزشکی

پزشکی

مجسمه سازی

نمونه سازی

ماکت سازی

صنعتی

معماری و ساختمان سازی

انیمیشن

مبحث اصلی این مقاله کاربرد پزشکی "تولید بافت بیولوژیکی توسط پرینتر سه بعدی."

و اما مبحث مورد بررسی این مقاله در کنار تشریح ساختاری و کاربردی دستگاه پرینتر سه بعدی، استفاده از کابرد آن در پزشکی و درمان جوامع بشری میباشد. یکی از پژوهشهایی که در حوزه مربوطه صورت گرفته و در نشریه نیچر بایوتکنولوژی منتشر شد، بر این اساس بود که دانشمندان از نوعی پرینتر سه بعدی زیستی برای ساخت گوش، استخوان و ساختار های ماهیچه ای بدن از مواد پلاستیک مانند و سلول های زنده متعلق به انسان، خرگوش، موش های صحرایی و موش های معمولی استفاده کرده اند.

تولید بافت بیولوژیکی و ساخت اندام های طبیعی با پرینتر سه بعدی زیستی

بر طبق این مقاله منتشر شده سلول های استفاده شده در فرآیند پرینتر سه بعدی موفق شدند زنده بمانند و ساختار های پایدار تولید کنند که محققان بتوانند در بدن جانور بهره گیرند . آزمایش واکنش یک اندام به داروهای تازه گرفته تا بازگرداندن شکل اندامی یک فرد که در اثر سانحه دچار آسیب شده است همگی از جمله کاربرد های این تکنولوژی بوده است.شرکتی به نام organnavo بافت های کلیه را با استفاده از پرینتر سه بعدی تولید کرد. همچنین محققان استرالیایی نوعی بافت مغزی را با استفاده از این روش ساختند که تا به امروز به دلیل اندازه ناپایدار و کوچکی بیش از حدشان امکان کاشت آنها درون بدن وجود نداشته است.

<<بیشتر بدانید :[آموزش پرینتر سه بعدی در مدارس]

ساخت بافت به صورت لایه لایه با پرینتر سه بعدی زیستی

یکی از مهندسان ایرانی زیست پزشکی دانشگاه هاروارد که در پروژه پرینتر زیستی مشارکت داشته است. او میگوید این پرینتر زیستی بهینه سازی شده و الگو های مربوط به ژل های حاوی سلول و مواد پلاستیک مانند زیست تخریب پذیر را با دقت به صورت لایه لایه روی هم قرار میدهد. سپس نوعی پوسته خارجی موقتی ساخته شده از پلیمر را روی آن قرار میدهد که به بافت این امکان را میدهد که فرو نپاشد و حالت خود را حفظ کند. بعد از اینکه بافت پرینت شده درون یک ارگان کاشته شد، مواد پلاستیک مانند آن به تدریج تخریب شده و از بین میروند. در عین حال سلولها نوعی چارچوب پشتیبان را ایجاد میکنند که به بافت پیوندی کمک میکند شکل خود را حفظ کند.

در این روش محققان و دانشمندان برای تست بافت کاشتنی، آن ها را به زیر پوست موش تزریق کردند و دوماه بعد گوشهای پرینت شده ای که در بدن موش کار گذاشته بودند همچنان شکل خود را نگه داشته بودند و بافت غضروفی آنها نیز کامل شکل گرفته بود . همنچنین در این حوزه بافت های ماهیچه ای که به بدن موش پیوند داده شد عصب هایی در اطراف خود ایجاد کرد. به مشابه آن استخوان های پیوندی که با استفاده از سلول های بنیادی تهیه شده بودند پس از 5 ماه از کاشته شدن در بدن موش به شکل گیری نوعی سیستم رگ خونی درون بدن جانور منتهی شدند.

Adam Feinbergیکی از مهندسان زیست پزشکی دانشگاه کارنگی ملون در این باره میگوید برای بیمارانی که یکی از گوش های خود را از دست داده اند، استفاده از بافتی مشابه گوش به لحاظ صوتی نیز بهتر خواهد بود چرا که شکل گوش نقش کلیدی برای دریافت صدا دارد.

بازسازی اندام آسیب دیده توسط پرینتر سه بعدی زیستی

یکی دیگر از پژوهشهایی که در این حوزه انجام گرفت توسط دانشکده wake frest بود که بودجه آن توسط ارتش ایالات متحده آمریکا تامین گردید .بنابراین ارتش این کشور در نظر داشت از این بافت ها برای بازسازی اندام آسیب دیده سربازانی که در جنگ دچار مصدومیت شده اند استفاده کنند Feinberg . این تکنیک را کاملا عملی میدانست و استفاده از آن را به خصوص در بازسازی غضروف مناسب میدانست.

محققان دانشگاه Wollongong میگویند فاصله ساخت قطعات بدن از جمله ماهیچه،سلولهای عصبی،غضروف ها نزدیک است . پروفسور Gorden Wallace در این باره میگوید هم اکنون قابلیت پرینت سه بعدی پلاستیک و فلزات زیست سازگار برای تولید ایمپلنت مخصوص بیماران وجود دارد. ما بر این باوریم در عرض چند سال آینده امکان تولید بافت زنده مانند پوست، غضروف، دریچه های قلبی با استفاده از سلولها و مواد زیست سازگارخواهد بود که استفاده از سلولهای بنیادی خود بیمار برای تولید این بافت، از پس زدن آن توسط سیستم ایمنی جلوگیری میکند.

طبق پیش بینی این دانشگاه در سال 2025، امکان ساخت کامل اندام های کاربردی که مناسب هر فرد است وجود خواهد داشت. در حال حاضر بیمارستانهایی در سرتاسر جهان آزمایشگاه های چاپ 3 بعدی را در مرکز خود قرار داده اند تا متخصصین مراقبت های بهداشتی بتوانند این روند را به یک کار معمول روزانه تبدیل کنند.

تولید لایه پوستی توسط چاپگر سه بعدی برای درمان و بهبود سریعتر زخم ها

شرکتی به نام Aspect biosystems به نوبه خود یک **چاپگر سه بعدی** زیستی RDA تولید کرده است که قادر به ساخت بافت های بیولوژیکی میباشد .همچنین ایجاد لایه پوستی در درمان و بهبود زخم یکی از دیگر امکاناتی است که در این عرصه در حال پیگیری و پیشرفت است.

دکتر مارک جسچه جراح زیبایی میگوید: هنگامی که شما قادر به ایجاد پوست مصنوعی از سلول های یک بیمار هستید، وضعیت جراحی به طور کامل تغییر میکند زیرا شما میتوانید بسیار سریع عمل کنید.

در این حوزه محققان کره جنوبی با استفاده از ترکیب دو روش چاپ تزریقی و جوهر افشان توانستند پوست مبتنی بر کلاژن با غشای پلی کاپرولاکتون ایجاد کنند. اما فناوری چاپ سه بعدی در ساخت داروها از بخش های امید دهنده در چند سال آینده است. به طور مثال شرکت FabRx با هدف تولید داروهای چاپی سه بعدی پا به عرصه گذاشته است. یکی از مدیران این شرکت میگوید :ساده ترین دستاورد این بخش این است که میتوانیم اندازه یا میزان مواد داخل قرص را تغییر دهیم و بنابراین وزن قرص و در نتیجه دوز دارو را تغییر میدهیم.

بنابراین این امکان وجود دارد که خیلی آسان تر دوز دارو مختص بیمار تنظیم شود. در اطفال و سالمندان این دستاورد پیشرفت خوبی داشته است . یکی دیگر از چالش هایی که در این حوزه وجود دارد مراحل اعتبار سنجی میباشد که آن را به رکود می اندازد اما دیری نمیپاید که این فناوری در بخش دارو اثرات مفید و مثمر ثمری به جای بگذارد. امید آنست جوامع بشری هر چه زودتر به اهداف مذکور برسند چه بسا در حال حاظر این امر ممکن شده است.

بحث و نتیجه گیری پیرامون تولید بافت بیولوژیکی با پرینتر سه بعدی

میزان بهره وری از فناوری پرینتر سه بعدی روز به روز در حال گسترش است .تیم های تحقیقاتی مختلف به دستاورد های متفاوتی رسیده اند. این فناوری در ساخت و چاپ ارگان های مختلف بدن بسیار در حال بهینه سازیست. با توجه به تحقیقات صورت گرفته و استفاده از سلولهای بنیادی بدن افراد با توجه به برقرارماندن بافت تولید شده، احتمالاً استفاده از اندام و تجهیزات مصنوعی جای خود را به اندام طبیعی و بیولوژیکی بدهد.

همچنین استفاده از آن فناوری در میزان استفاده مشخص و معرف دارو برای انواع بیماری و رسیدن دقیق دارو به سلول هدف خود، از دیگر دستاوردهایی است که به زودی در این عرصه علمی پژوهشی محقق خواهد شد. همچنین استفاده از این فناوری در تولید و بازسازی مو های آسیب دیده و از بین رفته به دلائل متفاوت اعم از سرطان و.... به صورت پیشرفته و هدف گذاری شده شاید قدم بعدی این فناوری گسترده و همه گیر باشد.

3dRD >>بزرگترین و تخصصی ترین تولید کننده پرینتر های سه بعدی در ایران<<

باشگاه پژوهشگران جوان، کمیته تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی واحد کاشان،دانشگاه آزاد اسلامی کاشان

منابع:

Iranian Journal of Biomedical Engineering