

# TECHNO POLYMER



الکترودهای جوشکاری  
پلی اتیلنی و پلی پروپیلنی

ماهنامه تکنوپلیمر - شماره 3 - خرداد



## فهرست مطالب

مدیر مسئول و سردبیر:

شهاب جعفرزاده

[Sh.jafarzadeh@svi.ir](mailto:Sh.jafarzadeh@svi.ir)

نویسندگان:

فاطمه سعیدی

معصومه حسین زاده

شایسته کوکبی

آتوسا رئوفی

- 1 ..... الکترودهای جوشکاری ✓
- 2 ..... از صنعت پلیمر چه خبر؟ ✓
- 5 ..... دانش و ترفند ✓
- 8 ..... کتابخانه دیجیتال ✓
- 8 ..... معرفی سایت ✓
- 9 ..... دنیای سبز ✓
- 12 ..... برگزاری نمایشگاهها ✓
- 12 ..... معرفی شرکت ✓



021-888450470



خیابان هفت تیر، خیابان حسینی، پلاک 29

[svigroup.ir](http://svigroup.ir)

## الکترودهای جوشکاری

برای ورق‌های پلی‌اتیلنی و پلی‌پروپیلنی

**پلی‌اتیلن** یکی از انواع پلاستیک‌هایی است که بدون چسب مخصوص پلی‌اتیلن قابل اتصال نیست. بسته به کاربردی که پلی‌اتیلن دارد، این امکان وجود دارد که عمل جوشکاری انجام نشود. چون اغلب اوقات استفاده از چندین نوع چسب که برای این کار مناسب هستند، باعث تاثیر بر روی کاربری آنها می‌شود. بنابراین با استفاده از مفتول جوش پلی‌اتیلن و یا مفتول جوش پلی‌پروپیلن، پلاستیک‌هایی که با نوعی الکتروود پلاستیکی از نوع و جنس خودشان که اصطلاحاً الکتروود جوشکاری نامیده می‌شود، از طریق فرآیند گرما و حرارت به هم متصل می‌شوند. این فرآیند هیچ‌گونه تاثیری بر روی ویژگی‌های کلی پلاستیک نمی‌گذارد و باعث نمی‌شود که بر روی کاربری آنها محدودیتی به وجود بیاید.

### مشخصات فنی:

- تولید در قطرهای 5-3.5 میلی‌متر
- مناسب برای جوشکاری ورق‌ها و قطعات پلی‌اتیلنی و پلی‌پروپیلنی



Company  
SVI



CALL FOR DETAILS  
021-88845470-622



## از صنعت پلیمر چه خبر؟

شرکت ایتالیایی RadiciGroup High Performance polymers به منظور کارایی بالای پلیمرها، طیف وسیعی از **آلیاژهای پلی آمیدها** را به بازار عرضه کردند. از محصولات این شرکت می‌توان به مواد توسعه یافته PA6، PA6.6 و پلی آمیدهای زنجیره بلند اشاره کرد. به ویژگی‌های این محصولات می‌توان به مقاومت حرارتی و مکانیکی بالا، چگالی پایین، فرآیندپذیری خوب، پایداری ابعادی اشاره کرد. کاربرد این محصولات در قطعات خودرو، قطعات محفظه موتور، کالاهای ورزشی، لوازم خانگی و محفظه تجهیزات الکترونیکی است.



یک دانشجوی دانشگاه Antwerp توانست با ساخت ManiFlex برای کودکان مبتلا به فلج مغزی با استفاده از چاپ سه بعدی جایزه James Dyson را نصیب خود کند. ManiFlex یک **مچبند ارتوپدی ویژه از جنس TPU** است که قادر به مقابله با اثرات منفی فشار خون بالا در کودکان مبتلا به فلج مغزی است. این افراد توانایی کنترل لغزش دست خود را ندارند. این مچبند متناسب با آناتومی هر بیمار با استفاده از چاپ سه بعدی در زمان کوتاه‌تری ساخته شده تا از خطرات احتمالی بعد از هر تنش وارد شده به این افراد جلوگیری

به نقل از نیواطلس، معمولا برای درمان بیماری‌های لته از آنتی بیوتیک‌های مایع یا جامد استفاده می‌شود. اما استفاده از میله مذکور عوارض جانبی کمتری دارد. مشکل اساسی قرص‌های آنتی بیوتیک آن است که محتوای آن‌ها به جای تمرکز صرف بر روی لته در کل بدن پخش می‌شود و لذا هم برای بخش‌های دیگر بدن عوارض جانبی ایجاد می‌کند و هم قسمت زیادی از آن به جای انتقال به لته هدر می‌رود. محققان آلمانی برای حل این مشکل **میله‌های پلیمری انعطاف پذیر** تولید کرده‌اند که در درون آنها بسته‌های حاوی آنتی بیوتیک و دارو گنجانده شده است. این میله‌ها بین فضای لته و دندان قرار می‌گیرند و در صورت ملتهب بودن لته کاملا به آن می‌چسبند. آنتی بیوتیک موجود در این میله‌ها مینوسیکلین نام دارد که با رها شدن تدریجی آن بر روی لته از شدت التهاب کاسته می‌شود. استفاده آزمایشی از این روش درمانی تا به حال نتایج مثبتی را به همراه



**کامپوزیت‌های Xecarb SL** جدیدترین مواد از خانواده Xenia هستند. این محصولات بسیار سبک هستند و با کربن تقویت شده‌اند. این کامپاندها با شرکت Arkema توسعه یافته‌اند و در زمینه‌های هواپیماهای بدون سرنشین، پهپادها، ربات‌ها و کالاهای ورزشی کاربرد دارند. کامپاند پلی آمید 11 که با نام تجاری Rilsan معروف است، از بهترین گریدهای این خانواده محسوب می‌شود. این گرید دارای مدول خمشی 11000 مگاپاسکال و چگالی  $1 \text{gr/cm}^3$  است. افزون‌براین، از منابع تجدید پذیر تهیه می‌شود و در دماهای پایین چقرمگی فوق العاده بالا و مقاومت به رشد ترک بالایی دارند. این ویژگی‌ها این گرید منجر به وجه تمایز آن شده است.

در سال ۲۰۱۶، محققان ژاپنی یک باکتری را کشف کردند که از آنزیم‌هایی برای تجزیه پلاستیک‌های PET در چند هفته استفاده می‌کرد. یک نسخه مهندسی شده از این آنزیم‌ها، به نام PETase، عملکرد را بیشتر بهبود بخشید و در سال ۲۰۲۰ شاهد بودیم که دانشمندان نسخه‌ای حتی قدرتمندتر را توسعه دادند تا پلاستیک‌های PET را با سرعت شش برابر تجزیه می‌کرد.



تیمی در دانشگاه تگزاس تصمیم گرفتند تا برخی از کاستی‌های این آنزیم‌ها را برطرف کنند. به گفته دانشمندان، کاربرد این فناوری به دلیل ناتوانی در عملکرد خوب در دماهای پایین و محدوده‌های pH مختلف، عدم اثربخشی مستقیم در مقابله با زباله‌های پلاستیکی تصفیه‌نشده و سرعت واکنش کند، متوقف شده است.

برای حل این مشکلات، تیم محققان یک مدل یادگیری ماشینی را توسعه داد که می‌تواند پیش‌بینی کند کدام جهش در آنزیم PETase این قابلیت‌ها را برای آن فراهم می‌کند. این محققان بر روی طیف وسیعی از محصولات پلاستیکی PET، از جمله ظروف، بطری‌های آب و پارچه‌ها با مطالعات دقیقی انجام دادند. بنابراین با استفاده از مدل به طراحی و مهندسی آنزیمی جدید و بهبود یافته به نام FAST-PETase (PETase) دست یافتند. این آنزیم‌ها عملکردی، فعال، پایدار را ارائه نمی‌دهند.

این آنزیم‌های جدید با توانایی تجزیه سریع زباله‌های پلاستیکی پس از مصرف در دماهای پایین، محققان بر این باورند که آنها به روشی دست یافته‌اند که قابل حمل، مقرون به صرفه و قابل استفاده در مقیاس صنعتی است. تجزیه پلاستیک‌های PET در دماهای بین ۳۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد انجام می‌گیرد.

تیم حرفه‌ای GE، به تازگی خبر ساخت بزرگترین توربین‌های بادی دریایی با استفاده از فناوری چاپ سه‌بعدی به روش Binder-jet را منتشر کرد. برای ساخت توربین‌ها، قالب ریخته‌گری به قطر ۹.۵ متر با وزن ۶۰ تن با چاپ سه‌بعدی ساخته می‌شود. با توجه به مزایای چاپ سه‌بعدی، قالب‌ها می‌توانند از نظر هندسی پیچیده‌ترین طراحی ممکن را داشته باشند. هدف این تیم این است که تولید CO<sub>2</sub> ایجاد شده توسط حمل و نقل قطعات بزرگ از کارخانه تولیدی را کاهش دهند. همچنین تلاش خواهند کرد تا با بهبود کیفیت فرایند ساخت، تولید را پایدارتر کنند و ضایعات ناشی از تولید را

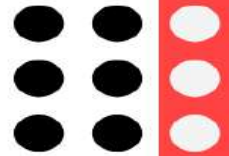


شرکت Ppprint سازنده مواد آلمانی تخصصی در زمینه چاپ سه‌بعدی پلی پروپیلن، از فیلامنت پلی پروپیلن سازگار با پوست در هند خبر داد. این فیلامنت قابلیت تولید محصولات صنعتی با خواص ویژه را دارد. دارای جمع‌شدگی و تاب خوردگی بسیار کم و نیز از مقاومت شیمیایی در رطوبت خوبی برخوردار است. با بیشتر چاپگرهای سه‌بعدی سازگاری دارد. محصولات Ppprint در کاربردهای پزشکی بسیار قابل اعتماد است.

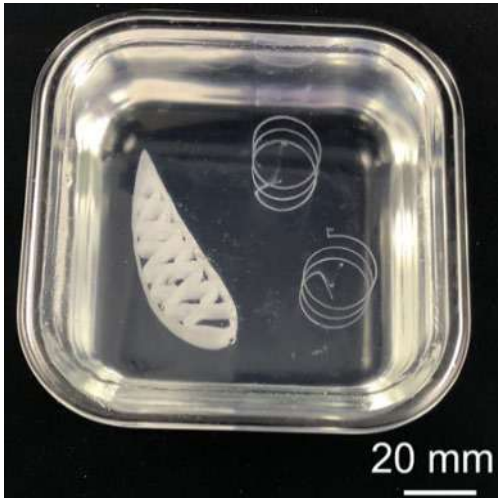


موسسه ICoup موفق به دستیابی به فرآیند شیمیایی پیشرفته شده‌اند که از پلاستیک‌های دور ریخته شده، مواد زیست تخریب پذیر تولید می‌کنند. این مواد به عنوان سورفکتانت‌ها و مواد گندزدا در کاربردهای مختلف و وسیعی استفاده می‌شوند. محققان این کار را ابتدا با تجزیه ساختار پلی الفین‌ها آغاز کردند. پلی الفین‌ها کاربرد گسترده‌ای در صنایع گوناگون نظیر نظیر اسباب بازی، بسته بندی مواد غذایی، لوله‌ها و بطری‌ها، اتومبیل و غیره دارند. فرآیند بدین صورت است که پیوندهای کربن-کربن شکسته می‌شوند و منجر به کوتاه شدن زنجیرهای پلیمری می‌شوند. گروه انتهایی زنجیره‌های پلیمری کوتاه شده به گروه انتهایی آلومینیومی متصل می‌شوند تا گروه‌های واکنش پذیر را تشکیل دهند. از این رو گروه‌های واکنش پذیر به راحتی به الکل‌های چرب یا اسیدهای چرب یا طی فرآیند شیمیایی به موادی مانند گندزداها، امولسیفایر، داروها و لوازم آرایشی تبدیل می‌شوند.





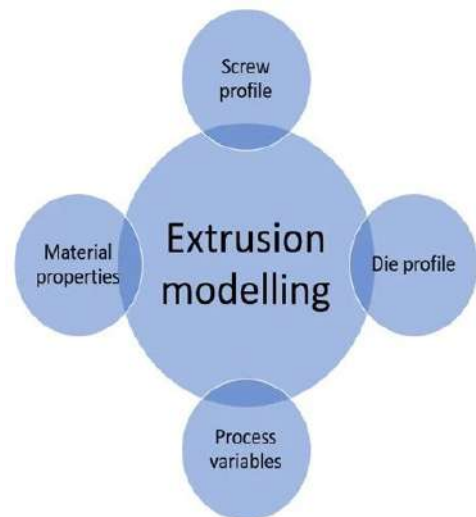
محققان دانشگاه تگزاس روشی برای چاپ سه بعدی سرامیک‌ها توسعه دادند. در این روش مخلوط SiOC و یک رزین مایع، توسط یک سرنگ داخل حمام محلولی ژل مانند از روغن و نانوذرات سیلیس چاپ می‌شود و این حمام ضمن ایفای نقش مواد حامی، با گرمای خود پخت رزین را انجام می‌دهند. این مخلوط برای پخت به دمای ثابت  $160^{\circ}\text{C}$  به مدت دو ساعت و برای تولید پیرولیز به حدود  $900^{\circ}\text{C}$  نیاز دارد. حمام نانو ذرات روغن سیلیکای معدنی با اعمال نیروی برشی حاصل از حرکت نازل، از حالت شبه جامد به مایع تبدیل می‌شود و به اندازه دو تا سه برابر قطر نازل چاپ باز می‌شود تا امکان رسوب مخلوط پلیمر-سرامیک فراهم شود و با عبور نازل رفتار جامد خود را از سر می‌گیرد. ناحیه بریده شده کمی زیر سطح نوک نازل امتداد می‌یابد، و مسیری را برای مخلوط پیش سرامیک پاک می‌کند تا درست روی آن قرار گیرد و با لایه قبلی ادغام شود.



**اکستروژن**، فرآیندی است که به طور گسترده در صنعت پردازش پلیمر استفاده می‌شود. این فرایند شامل فشار دادن مواد از طریق یک قالب با شکل مقطع خاص است که در نتیجه محصولاتی مانند پروفیل‌ها، ورق‌های نازک، فیلم‌ها و لوله‌ها تولید می‌شود. با این حال، شکل محصول نهایی (به اصطلاح اکستروژن) به شدت تحت تأثیر پدیده‌ای به نام (تورم) swell است. میشل اسپانجاردز یک مدل عددی ایجاد کرده است که این مشکل را کاهش می‌دهد.

دقت برای اکستروژرها بسیار مهم است تا اطمینان حاصل شود که دقیقاً ابعاد مورد نظر را دارند. با این حال، اکستروژرها پس از خروج سیال از قالب، به دلیل تنش‌های داخلی در مواد، تمایل به انبساط دارند که منجر به تولید محصولات کمتر از حد مطلوب می‌شود. معمولاً این مشکل با استفاده از روش آزمایش و خطای آزمایشی حل می‌شود، فرآیندی که ناپایدار است زیرا ضایعات زیادی تولید می‌کند. همچنین زمان بر و در نتیجه ناکارآمد و پرهزینه است.

میشل اسپانجاردز در گروه تحقیقاتی Polymer Technology یک مدل عددی ایجاد کرده است که می‌تواند شکل اکستروژن را پیش‌بینی کرده و شکل قالب را بهینه کند تا یک اکستروژن با ابعاد مورد نظر به دست آید. به طور خاص، او یک مدل المان محدود سه بعدی گذرا برای سیالات ویسکوالاستیکی که از قالب‌های پیچیده شکل بیرون می‌آیند، توسعه داد. او این روش را با یک طرح کنترل ترکیب کرد تا مسئله معکوس طراحی قالب سه بعدی برای متورم شدن اکستروژن را به صورت عددی حل کند. یک ارتباط بازخورد بین روش اجزای محدود و طرح کنترل برقرار می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که این یک رویکرد امیدوارکننده برای طراحی قالب‌ها برای جریان‌های اکستروژن ویسکوالاستیک است. هنگامی که یک کنترلر پایدار دارید، مستقل از شکل دلخواه شما برای شکل اکستروژن مورد نظر بهینه می‌شود.



علی‌رغم گسترش روز افزون ساخت افزایشی یا همان چاپ سه بعدی، هنوز هستند صنعت‌گرانی که مقایسه‌ای بین هزینه‌های این فناوری با روش‌های مرسوم ندارند. از این رو موضوع این مقاله، مقایسه هزینه‌های روش‌های ساخت مرسوم با ساخت افزایشی بوده است. فارغ از این که شما در یک شرکت طراحی صنعتی کار می‌کنید یا یک شغل خانگی راه اندازی کرده‌اید یا هر کار دیگر، دیر یا زود، به برخی از قطعات سفارشی نیاز پیدا خواهید کرد، و همواره بیش از یک راه برای تهیه آن قطعات وجود دارد. تولید کنندگان زیادی هستند که امکان تهیه مدلی از قطعه شما را دارند اما همه از روشهای یکسانی برای تولید استفاده نمی‌کنند.

دو مورد از رایج‌ترین و سنتی‌ترین روش‌های تولید، ماشینکاری CNC و تزریق پلاستیک است. ماشین کاری CNC، شامل برداشتن تدریجی از یک بلوک مواد تا رسیدن به قطعه مورد نظر است و قالب گیری تزریقی نیاز به ساخت قالب از قطعه دارد. البته آن هم معمولاً با تراشکاری و فرزکاری ساخته می‌شود ولی می‌توان هزاران قطعه با آن تولید نمود. در مقابل روش‌های ساخت افزایشی قرار دارند که در اینجا به FDM، SLA (استریولیتوگرافی) و SLS (جوش لیزری انتخابی) اشاره خواهد شد.

چه زمانی سراغ چاپ سه بعدی برویم؟

بشر از دهه 1980 از بسیاری جهات راه زیادی را طی کرده است و این امر در مورد چاپ سه بعدی نیز صادق است. در ابتدای راه اندازی، بسیاری این جریان را صرفاً فناوری می‌دانستند، بدون این که قابلیت کاربردی فراتر از تولید مقیاس کوچک یا نمونه سازی سریع داشته باشد. اما امروزه چاپ سه بعدی به قابلیت تجاری و صنعتی رسیده است به شکلی که امروزه اصطلاحات "چاپ سه بعدی" و "تولید افزایشی" تا حد زیادی قابل جابجایی هستند. امروز دیگر همه صنایع، از شرکت‌های نوشابه تا ناسا، به مزایای تولید افزایشی (AM) اذعان دارند. تنوع زیاد چاپگرهای سه بعدی موجود به آنها امکان می‌دهد تا توپوگرافی‌ها را برای صرفه جویی در منابع و بهبود عملکرد بهینه کنند، قطعات آنها را سبک‌تر و با دوام‌تر با مواد پیشرفته، هندسه‌های پیچیده و ساختارهای داخلی ایجاد کنند که تولید سنتی نمی‌تواند تولید کند و موارد دیگر. به زبان ساده، AM می‌تواند قطعات پیچیده‌تر و بهینه‌تری را نسبت به هر فناوری دیگری ایجاد کند. چندین چالش وجود دارد که ساخت افزایشی می‌تواند آن را برطرف نماید.

1- چالش تامین به موقع لوازم یدکی و جیگ و فیکسچر؛ یک مثال عالی برای بهینه سازی زنجیره تامین از طریق AM از گروه Moog.

Aircraft Group، یکی از تولید کنندگان پیشرو سیستم‌های کنترل هواپیما، ارائه شده است. این شرکت قبلاً وسایل بازرسی CMM مورد نیاز خود را از یک تولید کننده خارجی تهیه کرده بود، با میانگین زمانی چهار تا شش هفته. Moog با همکاری شرکت Stratasys، وسایل مورد نیاز را از ترموپلاستیک‌های ASA چاپ کرد و زمان تحویل تجهیزات جدید را از هفته به 20 ساعت کاهش داد. این فناوری همچنین به آنها اجازه می‌دهد تا به جای هفته‌ها، ساختارهای قطعه جدید را در عرض چند ساعت آزمایش کنند. مثال دیگر استفاده ایرباس از قطعات چاپ شده FDM در داخل کابین است.

2- عدم دسترسی به قطعات یدکی ماشین آلات قدیمی یا منحصر به فرد؛ مثالی از حل این چالش، شرکت پورشه است که به لطف AM، از دوازده خودرو قدیمی تولید شده از سال 1948 است. با تولید قطعات یدکی چاپ سه بعدی در شرکت راه آهن آلمان برای لوکوموتیوهای معتبر کلاس 294 متعلق به دهه 1960.

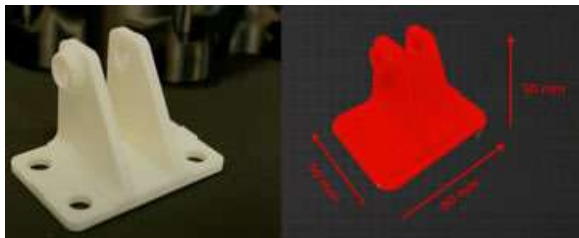
3- کندی کار مونتاژ اجزاء؛ از آنجا که چاپگرهای سه بعدی قطعات را لایه به لایه تولید می‌کنند، می‌توانند چندین قسمت مختلف را در یک جزء ترکیب کنند. مثالی برای این موضوع، استفاده از چاپ سه بعدی برای کاهش اجزای نازل سوخت از 20 قسمت به یک واحد در شرکت GE است.

4- زیادی وزن قطعات و محصولات؛ مثلاً شرکت چاپ سه بعدی MX3D که از بازوی روبات ABB در چاپگرهای خود استفاده می‌کرد، یک قطعه جایگزین برای ربات ایجاد و چاپ کرد که به دلیل تخلخل آن، 50 درصد سبک‌تر بود.

5- کندی چرخه طراحی تا تولید محصول؛ بسته به قطعه

چاپ شده و چاپگر مورد استفاده، تیم شما در بهترین حالت می‌تواند دو یا حتی سه تکرار طراحی را در یک روز انجام دهد و بسیار سریعتر به طرح بهینه نهایی و قابل فروش برسد.

6- تولید اختصاصی و متمایز کردن محصولات خود از رقبا؛ همه دوست دارند احساس منحصر به فرد بودن داشته باشند و اینکه بتوانیم محصولات متناسب با نیازها و سلیقه مشتری ارائه دهیم، یک نقطه فروش عالی است. به عنوان مثال، شرکت فناوری سیسکو قصد داشت دستگاه‌ها و محصولات را ایجاد کند که از نظر روترهای معمولی اینترنت جعبه‌ای و فرستنده‌های Wi-Fi از نظر زیبایی خوشایندتر باشند. به لطف چاپ سه بعدی، این شرکت توانست حداقل فلسفه طراحی اسکاندیناوی را در محصولات خود جای دهد و طرح‌های مستطیل شکل و حجیم را با خطوط براق و سطوح منحنی جایگزین کند. یا شرکت انگلیسی UnLimbited (تولیدکننده پروتز) از چاپ سه بعدی برای ایجاد پروتزهای دست قابل تنظیم، سبک و ارزان استفاده می‌کند. این شرکت می‌گوید بازوها و دست‌ها را می‌توان هم از نظر اندازه و هم از نظر ظاهر سفارشی سازی کرد.



شکل 1- قطعه‌ای منتخب برای مقایسه قیمت روش‌های ساخت

تمام برآوردهایی که برای تولید آورده شده، مستقیماً از تولیدکنندگان استعلام شده است. استعلام فوق با ارسال درخواست به تولیدکنندگان و برای قطعه‌ای انجام شده که با همه روش‌ها قابل تولید باشد. البته قطعاتی وجود دارد که برای یک روش در مقایسه با سایر روشها بسیار دشوار بود، اما این مقایسه آن وقت عادلانه نمی‌شد. تعداد تقاضا نیز 50 عدد تعیین شد. البته این جا هم باید توجه داشت برخی از سرویس‌دهنده‌ها برای تولید در تیراژهای پایین خود را تنظیم کرده‌اند و برخی حتی تولید در تیراژ پایین را بررسی نمی‌کنند، بنابراین سعی بر آن بود که یک تیراژ مناسب انتخاب شود.

جدول 1- مقایسه هزینه‌ای-زمانی روش‌های مختلف تولید

روش ساخت 50 قطعه	هزینه (دلار)	زمان (روز)
CNC آلومینیوم	1300-1990	9-14
تزیق ABS	5000	9-14
FDM	140-2000	3-8
SLA	2100-7000	3-8
SLS	785-3150	3-8
SLM فولاد	8920	21

در مورد چاپ سه بعدی، بالاترین هزینه FDM حدود 2000 دلار به دست آمد. که البته برای 50 قطعه است. ارزان ترین قیمت هم 140 دلار برای کل سفارش بود. هزینه‌های SLA به طور قابل توجهی بالاتر از FDM بود به نحوی که 2100 دلار پایین ترین و 7000 دلار بالاترین قیمت بود. هزینه SLS کمی متفاوت‌تر از FDM با 785 دلار برای پایین ترین قیمت و با 3150 دلار برای بالاترین اعلام هزینه به دست آمد.

در طرف دیگر طیف تولید، 1300 تا 1990 دلار برای آلومینیوم CNC و حدود 5000 دلار برای قالب تزریق وجود دارد. قالب تزریقی در کاهش قیمت منحصر به فرد است، اگرچه 4800 دلار برای قالب و 300 دلار برای تیراژ 50 عدد تخمین زده شده است، اگر هم بخواهیم تعداد بیشتری تولید کنیم، این روش برای این کار تنها روش است. یک استعلام پرت هم برای ساخت قطعات از آلومینیوم به مبلغ 21,545 دلار وجود داشت. از سوی دیگر قیمت قطعه فولادی از همان تولید کننده، تنها حدود 8920 دلار بود. ولی مشخص نشده که از کدام روش برای ساختن این قطعات از آن مواد استفاده می‌شود، اما ظاهراً به SLS نزدیک‌تر است تا CNC.



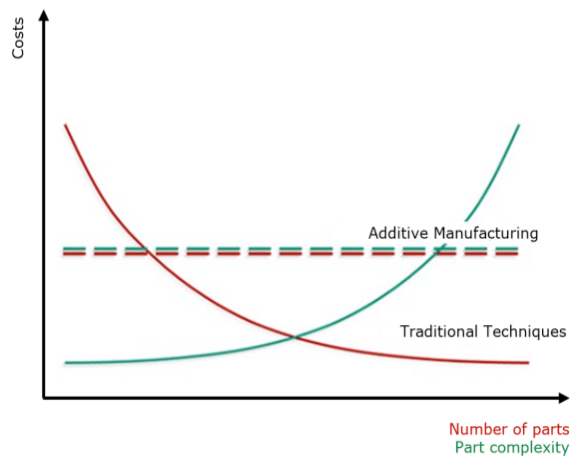
شکل 2- پروتزه‌های اختصاصی دست

7- کاهش ضایعات تولید و ملاحظات زیست محیطی؛ ارائه دهنده مواد چاپ سه بعدی Apium یک ایمپلنت جمجمه برای بیماران مبتلا به آسیب شدید سر ایجاد کرد. چنین ایمپلنت‌هایی معمولاً از ترموپلاستیک PEEK فرزکاری می‌شوند و مقدار قابل توجهی ضایعات تولید می‌کنند. با چاپ سه بعدی ایمپلنت، Apium مصرف مواد را 89٪ و هزینه‌های تولید را 73٪ کاهش داد.

8- عدم تطبیق مواد و فناوری‌های مرسوم با نیازهای محصولات جدید؛ شرکت شیرینی پزی هلندی The Chocolate Factory با دستگاه‌های بسته بندی خود دچار خرابی مداوم بود و مجبور بود قطعات فلزی را چندین بار در سال تعویض کند. چرخه تعمیر و نگهداری بی پایان هزینه و هزینه زیادی را برای شرکت به همراه داشت. شرکت چاپ سه بعدی Visual First یک قطعه جایگزین از نایلون CF12، یک ترموپلاست سفت و سخت تقویت شده با الیاف کربن، توسعه داد که مشکل او را حل کرد.

### 3- مقایسه هزینه‌ای

مطابق یک قاعده کلی، در روش‌های مرسوم تولید، تیراژ هزینه واحد را کاهش می‌دهد ولی در ساخت افزایشی، تقریباً این قاعده صادق نیست (شکل 3).



شکل 3- تاثیر تیراژ بر هزینه تمام شده تولید در روش‌های ساخت مرسوم و افزایشی این مقایسه برای یک قطعه خاص که در شکل 1 نشان داده شده است و به قیمت‌های مرسوم در کشورهای صنعتی است.



یکی دیگر از مواردی که هنگام کار با تولیدکنندگان باید به آن توجه شود، زمان تحویل است. برآورد زمان مورد نیاز برای قطعات چاپ سه بعدی حدود سه تا هشت روز و برای قطعات CNC و قالب تزریق حداکثر دو هفته و علاوه بر آن، زمان ارسال بود.

#### 4- خرید پرینتر یا گرفتن خدمات

هزار دلار (و در کشور ما 10 تا 35 میلیون تومان برای چاپگرهای FDM) مطمئناً برای چاپگر سه بعدی بسیار زیاد به نظر می‌رسد. چرا باید چنین هزینه‌ای کنیم در حالی که می‌توان قطعات را در جای دیگری تهیه و با هزینه کمتر دریافت کرد؟ در یک نگاه، این گزینه بسیار بهتر است، اما چیزهای بیشتری برای بررسی وجود دارد تا فقط مقدار هزینه. مشخص است که چاپ سه بعدی یک قطعه می‌تواند ارزان‌تر و سریعتر از تولید سنتی باشد، اما اکنون بیا باید به سناریوی دیگری نگاه کنیم: اگر بخواهیم قطعات را خودم بسازم چطور؟

اول، شما برای ساخت قطعات به ماشین آلات نیاز دارید، و فرض می‌کنیم که شما از قبل دانش مربوطه یا کسی را که نحوه استفاده از آنها را می‌داند، در سازمان خود دارید. در مورد اکثر ماشین‌های CNC، شما باید به دنبال یک ماشین پنج محور باشید تا یک دستگاه سه محور. اکنون، برای یک دستگاه پنج محور، خوش شانس خواهید بود که یک دستگاه مناسب زیر 100,000 دلار پیدا کنید. به نظر می‌رسد قیمت قالب تزریق تا 10,000 تا 200,000 دلار است، اما قالب‌ها از هوا نمی‌آیند. بنابراین، معمولاً یک دستگاه CNC برای قالب و سپس دستگاه قالب‌گیری تزریقی نیاز هست. بنابراین، جمع هزینه‌ها می‌شوند حدود 110,000 دلار. اگر از بودجه شما خارج است، بیا باید نگاهی به چاپگرهای سه بعدی بیندازیم. ما از Raise3D Pro2 به عنوان مبنای قیمت و ابعاد استفاده می‌کنیم و برای مقایسه به دنبال ماشین‌های دیگر با اندازه مشابه هستیم.

با نگاهی به SLS، پایین‌ترین قیمت حدود 10,000 دلار است، اما برای هر حجم ساخت نزدیک به 300 میلی‌متر در X، Y و Z، قیمت آن تا حدود 100,000 دلار است. در ماشین‌های SLA، مشکل قیمت نیست. شما می‌توانید یک دستگاه قابل استفاده با چند صد دلار و یک دستگاه متوسط با قیمت حدود 2,000 دلار تهیه کنید. حجم این دستگاه‌ها در حدود 300 میلی‌متر در 150 در 400 است، اما برای نزدیک شدن به 300 میلی‌متر در X، Y و Z، ما باید بیشتر به دستگاهی مانند Formlabs Form 3L نگاه کنیم، که قیمت آن 10,000 دلار است.

در حال حاضر، آخرین موردی که باید مورد توجه قرار گیرد، هزینه مواد اولیه است، FDM، SLA و قالب تزریق در کاهش تولید ضایعات تولید مؤثرترین هستند، زیرا CNC به دلیل فرایند تولید پیرایشی، ضایعات بیشتری دارد. در برخی موارد، پودر SLS نمی‌تواند مجدداً مورد استفاده قرار گیرد و باید با پودر تازه مخلوط شود تا کیفیت قطعات کاهش نیابد، یا حتی ممکن است اصلاً قابل استفاده مجدد نباشد. بنابراین، در مورد این قسمت خاص، 45.5 گرم مواد برای چاپ با 100 پرشده گی 100٪.

با استفاده از موادی که قیمت هر قرقره آن حدود 30 دلار است، به ترتیب هزینه‌های 1.37 دلار و 0.80 دلار را برای این دو بخش در نظر می‌گیریم. در حال حاضر، با برآورد سازنده ما، حتی با کمترین هزینه، در مقام مقایسه، تولید قطعات به روش FDM، همچنان بیش از 100 درصد ارزان‌تر است.

بنابراین، با توجه به اینکه هزینه Pro2 4000 دلار است، با نرخ‌هایی که قبلاً با این قسمت خاص ذکر شد، ما باید 3000 قطعه تولید کنیم تا بتوانیم هزینه کامل چاپگر Pro2 خود را بپردازیم. در واقع همه چیز بستگی به قطعه تولید شده دارد و بهتر است از این ماشین‌ها برای ساختن بیش از یک نوع قطعه استفاده شود. در این راستا، مؤثرترین برنامه تولید، ساخت نمونه‌های اولیه در مقیاس بزرگ و در تیراژ یک عدد است.



شکل 4- یک نمونه نسبتاً بزرگ ساخته شده به روش چاپ سه بعدی

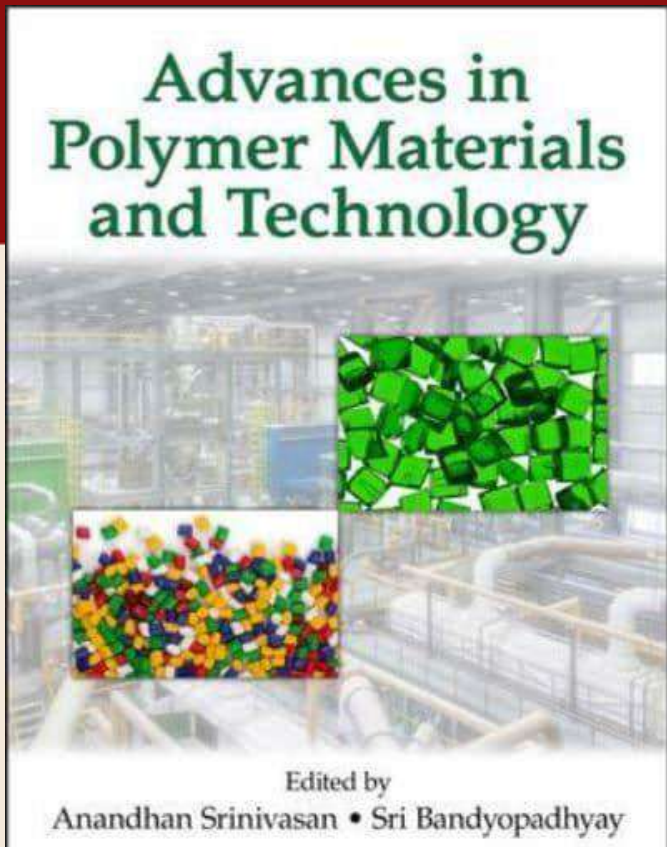
به عنوان یک مثال واقعی، قطعه نشان داده شده در شکل 4، هنگام چاپ در خانه تقریباً 20 دلار هزینه دارد که 100 دلار کمتر از ارزان‌ترین اعلام‌شده از تولیدکنندگان است.

در حال حاضر، در صورت نیاز به قطعات بیشتر، قیمت معمولاً کاهش می‌یابد، بنابراین اگر بگوییم همه قطعات یکبار تولید خواهند بود، در این صورت Pro2 هزینه خود را در 40 مورد چاپ می‌پردازد. در حال حاضر، این از ارزان‌ترین گزینه موجود، مواد PLA استفاده می‌کند. اگر آن را به نایلون برسائیم، تفاوت قیمت‌ها به 370 دلار در هر تولید افزایش می‌یابد، به این معنی که Pro2 هزینه خود را در بیش از 10 چاپ خواهد پرداخت، در حالی که حتی از حجم کامل ساخت استفاده نمی‌کند.

علاوه بر این، چند مزیت دیگر این است که داشتن ماشین شخصی به شما کنترل مطلق بر ساختار قطعات را می‌دهد. در برخی موارد، شخص ثالث فقط به شما اجازه می‌دهد بین تعداد انگشت شماری از تنظیمات، فقط مقدار پرشده گی را انتخاب کنید.

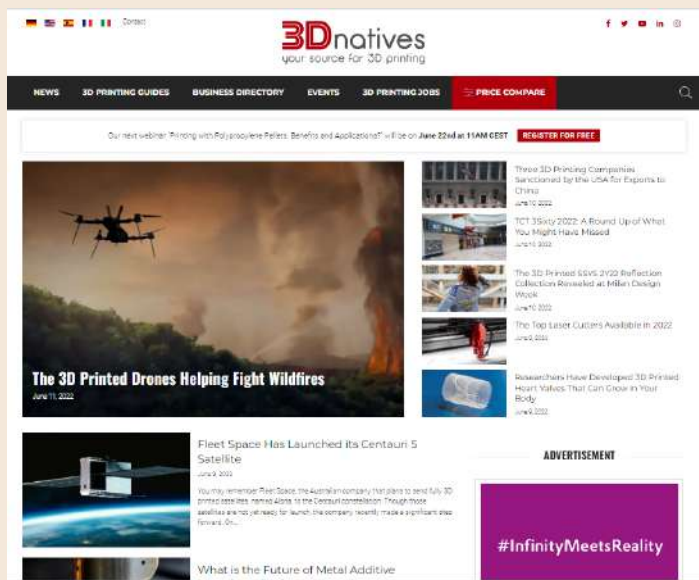
عامل زمان تحویل نیز وجود دارد. هنگام تولید کل قطعات با دستگاه خود، تقریباً 10 روز زمان لازم است تا یک دسته 50 تایی در یک دستگاه و با 100٪ پرشده گی تکمیل شود. این با زمان عرضه شخص ثالث قابل مقایسه است، اما اینجا قطعات را به محض اتمام آنها خواهیم داشت، ضمن آنکه همه آنها به یکباره ساخته نمی‌شوند. بنابراین، به جای اینکه 12 روز برای 50 قسمت منتظر بمانیم، می‌توانیم هر سه روز 15 قطعه ساخته می‌شود.

## کتابخانه دیجیتال



کتاب **Advances in Polymer Materials and Technology** نوشته dr Sri Bandyopadhyay (محقق دانشگاه نیو ساوت ولز ، سیدنی استرالیا) و Anandhan Srinivasan (استادیار در انستیتوی ملی فناوری کارناتاكا ، سوراتکال ، مانگالور ) در سال 19 آگوست 2016 توسط CRC به چاپ رسیده است. این کتاب پیشرفت‌های در زمینه علم و فناوری پلیمر را در بر می‌گیرد. مطالب مورد بحث در این کتاب شامل پلیمرها بر اساس منابع زیستی، فروالکتريک‌های پلیمری، نانوکامپوزیت‌های پلیمری برای خازن‌ها، بسته بندی مواد غذایی و بسته بندی‌های الکترونیکی، سنسورهای پیزو الکتريک، پلیمرها از منابع تجدید پذیر، مواد فوق هیدروفوبیک و الکتروسپینینگ هستند. فهرست فصول این کتاب به ترتیب شامل کامپوزیت‌های پلیمری جدید، فناوری نانو پلیمر، تست میکرو-ماکرو نانو و خصوصیات پلیمرها، پلیمرهای تخصصی مواد پلیمری مبتنی بر زیست و زیست سازگار و کاربردهای جدید پلیمری است.

## معرفی سایت



سایت [WWW.3dnatives.com/en](http://WWW.3dnatives.com/en) یک سایت اطلاع رسانی است که خدمات آن شامل راهنمای خرید چاپگرهای سه بعدی رومیزی و حرفه‌ای، اسکنرهای سه بعدی، دایرکتوری صنعت، اطلاع رسانی در مورد رویدادها و مشاغل مرتبط با چاپ سه بعدی و خبرهای صنعتی است. از بخش‌های این وب سایت، مقایسه قیمت‌های چاپگرهای شرکت‌های مختلف است که در قسمت Price compare آمده است.

## دنیای سبز



شیمی سبز که به آن «شیمی پایدار» (Sustainable Chemistry) هم می‌گویند، به بخشی از رشته شیمی و مهندسی شیمی مرتبط می‌شود که تمرکز آن بر طراحی محصولات و فرآیندهایی است که استفاده و تولید مواد آلاینده خطرناک را به حداقل می‌رسانند یا حذف می‌کنند. در کنار علم «شیمی محیط زیست» (Environmental Chemistry) که بر روی اثرات آلاینده مواد شیمیایی در طبیعت تمرکز دارد، شیمی سبز تمرکز خود را بر روی روش‌های فناورانه در کاهش آلاینده‌گی و مصرف منابع تجدیدناپذیر قرار داده است. اهداف شیمی سبز را می‌توان در زمینه‌های گسترده‌ای جای داد که بیشتر آن‌ها معطوف به طراحی مولکول‌ها، مواد، محصولات و فرآیندهایی است که شامل منابع کارآمد و ایمن باشند.

### تاریخچه شیمی سبز

شیمی سبز حاصل تلاش‌ها و ایده‌های مختلف در زمینه‌های اقتصادی اتم و کاتالیست‌ها است که در دهه 1990 با افزایش توجه به مشکلات آلاینده‌های شیمیایی و کاهش منابع شکل گرفت. توسعه شیمی سبز در اروپا و آمریکا همراه با یک تغییر موضع در استراتژی حل مسائل محیط زیستی بود. در حقیقت، به جای بهره‌گیری از دستورات و قوانین کنترل کننده و لزوم کاهش آلاینده‌های صنعتی در انتهای فرآیند، به جلوگیری فعال از انتشار آلودگی به کمک طراحی خلاقانه محصولات فناورانه روی آوردند. این مفاهیم سبب بوجود آمدن شیمی سبز در اواخر دهه 90 بود.

### دوازده اصل شیمی سبز

در سال 1998، «پاول آناستاس» (Paul Anastas) و «جان وارنر» (John C. Warner)، مجموعه اصولی را منتشر کردند که راهنمایی برای شیمی سبز باشند. این دوازده اصل شامل گسترده‌ای از روش‌ها برای کاهش اثرات زیست محیطی تولیدات شیمیایی بودند که علاوه بر این، اولویت‌های تحقیقاتی مرتبط با توسعه فناوری شیمی سبز را نیز شامل می‌شدند. این اصول، مفاهیم زیر را پوشش می‌دهند:

- طراحی فرآیندهایی برای بیشترین بازده تولید از مواد خام
- بهره‌گیری از مواد و منابع انرژی تجدیدپذیر
- استفاده از مواد و حلال‌های بی‌خطر برای محیط زیست
- طراحی فرآیندهایی با بهره‌وری انرژی بالا
- مباحث مربوط به مدیریت پسماند.

در ادامه، به اصول دوازده‌گانه شیمی سبز می‌پردازیم:

**پیشگیری:** جلوگیری از تولید پسماند بهتر از پاکسازی یا تصفیه آن بعد از تولید است.

**اقتصاد اتم:** از روش‌های سنتزی به منظور دخیل کردن تمامی مواد مورد استفاده در فرآیند برای تولید فرآورده نهایی کمک گرفته شود. این امر در نهایت سبب تولید کمتر پسماند خواهد شد.

**سنتز شیمیایی با خطرات کمتر:** روش‌های سنتزی باید از تولید و استفاده از مواد سمی برای انسان یا محیط زیست، جلوگیری کنند.

**طراحی مواد شیمیایی ایمن:** فرآورده‌های شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند که علاوه بر داشتن عملکرد مناسب، سمی نیز نباشند.



**حلال‌ها و مواد ایمن:** تا حد امکان، بهره‌گیری از حلال‌ها و ریجنت‌ها و سایر مواد کمکی محدود شود. در صورت نیاز، از مواد غیر سمی استفاده شود. طراحی به منظور بازده انرژی: بهره‌گیری از انرژی باید به حداقل برسد و در فرآیندها از دما و فشار محیط کمک گرفته شود.

استفاده از خوراک تجدیدپذیر: هر زمان که امکان‌پذیر باشد، اولویت با بکارگیری خوراک تجدیدپذیر است.

**کاهش مشتقات:** تولید مشتقات غیرضروری باید کاهش پیدا کند چراکه در این فرآیندها به ریجنت‌های بیشتری نیاز است و همین امر موجب تولید بیشتر پسماند خواهد شد.

**کاتالیزور:** بهره‌گیری از ریجنت‌های کاتالیستی با مقدار کم برای تکرار واکنش، نسبت به ریجنت‌های استوکیومتری مصرفی در واکنش، برتری دارند. طراحی به منظور تجزیه: فرآورده‌های شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند که آلودگی محیط زیست را به همراه نداشته باشند و زمانی که کارکرد آن‌ها به اتمام رسید باید به فرآورده‌هایی بی‌ضرر تجزیه شوند.

**رصد لحظه‌ای جهت پیشگیری از آلودگی:** روش‌های تحلیلی باید بمنظور بکارگیری و رصد لحظه‌ای در فرآیند، قبل از تشکیل مواد خطرناک، توسعه پیدا کنند.

**شیمی ایمن برای جلوگیری از اتفاقات تصادفی:** هر زمان که امکان‌پذیر باشد، باید از موادی در فرآیندها استفاده شود که ریسک خطراتی همچون انفجار، آتش‌سوزی و ... کاهش پیدا کنند.

### روند بهره‌گیری از شیمی سبز

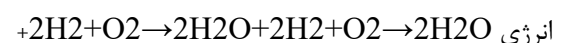
تلاش‌های متعددی برای سنجش میزان پیروی از اصول شیمی سبز صورت گرفته و همچنین، اقداماتی برای تعیین متغیرهای مختلف در شیمی سبز همچون بازده شیمیایی، هزینه اجزای واکنش، ایمنی در مواد شیمیایی، سخت‌افزارها، پروفایل انرژی و سهولت در آماده‌سازی و خالص‌سازی فرآورده‌ها انجام شده است. شیمی سبز ابزار قدرتمندی برای محققان بمنظور سنجش اثرات زیست‌محیطی نانو تکنولوژی به شمار می‌آید. در حقیقت، با توسعه فناوری نانو، تاثیرات این مواد بر روی محیط زیست و سلامت انسان، چه در محصولات و چه در فرآیند تولید باید مد نظر قرار بگیرند.

### عناصر مختلف در شیمی سبز

در ادامه قصد داریم تا به برخی از عناصر موجود در جدول تناوبی عناصر بپردازیم تا ماهیت آن‌ها در شیمی سبز را بیان کنیم. برخی از این عناصر عبارتند از: نیتروژن، اکسیژن، کربن و هیدروژن که بخش اعظمی از اتمسفر را تشکیل می‌دهند. در میان این عناصر، هیدروژن و اکسیژن در آب، به عنوان سبزترین ترکیبات شناخته می‌شوند.

#### • هیدروژن

**H<sub>2</sub> خالص** در شرایط معمول، گازی بی‌رنگ و بی‌بو است که پایین‌ترین چگالی را در میان عناصر خالص دارد. از گاز هیدروژن در صنعت به طور گسترده برای واکنش با مواد مختلفی استفاده می‌شود. سوختن این ماده، با سرعت و آزاد کردن انرژی زیادی همراه است. واکنش سوختن این ماده را در زیر مشاهده می‌کنید:



فرآورده این واکنش آب است. زمانی که از هیدروژن به عنوان سوخت استفاده شود، سوخت بسیار پاکی خواهد بود زیرا علاوه بر آزاد کردن انرژی زیاد، خروجی آن نیز تنها آب خواهد بود. از هیدروژن عنصری به طور گسترده در سنتزهای شیمیایی و سایر کاربردهای صنعتی بهره می‌گیرند که از آن جمله می‌توان به الکترولیز آب و پیل‌های سوختی اشاره کرد. امروزه، هیدروژن در بیشتر موارد از متان به تولید می‌رسد که حاصل «رفرمینگ بخار» (Steam Reforming) در دما و فشار بالا است که واکنش آن را در زیر مشاهده می‌کنید.



#### • کربن

کربن در هوا به شکل دی‌اکسید کربن حضور دارد. با وجود این که CO<sub>2</sub> به لحاظ حجمی، تنها 038/0 درصد هوا

را تشکیل می‌دهد اما به عنوان منبع کربن برای رشد گیاهانو فتوسنتز به شمار می‌آید. کربن آلی که در فرآیند فتوسنتز به تولید می‌رسد، به عنوان ماده خام در تشکیل نفت، ذغال‌سنگ و سایر سوخت‌های فسیلی کاربرد دارد. اما با توجه به دشواری‌های استخراج و حمل و نقل این منابع فسیلی، ترجیح داده می‌شود که ترکیبات کربن به صورت فتوسنتزی به تولید برسند که از آن جمله می‌توان به برخی درختان اشاره کرد که با فتوسنتز، با سرعت بسیار زیادی رشد می‌کنند.

### • نیتروژن

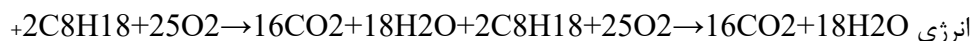
همچون کربن، نیتروژن نیز نوعی نافلز محسوب می‌شود که همانند بیشتر 20 عنصر ابتدایی در جدول تناوبی عناصر، به صورت مولکول‌های دواتمی N<sub>2</sub> وجود دارد. این عنصر 78 درصد حجم هوا را تشکیل می‌دهد و به کمک تقطیر هوای مایع جداسازی می‌شود. نیتروژن در واکنش سوختن و سایر واکنش‌های شیمیایی شرکت نمی‌کند و به عبارت دیگر، واکنش‌پذیر نیست. این خاصیت سبب شده است تا از نیتروژن برای جلوگیری از آتش‌سوزی و انفجار استفاده شود.

زمانی که به دماهای بسیار پایین نیاز داشته باشیم، از نیتروژن مایع کمک می‌گیریم که نقطه جوشی معادل -190-190 درجه سانتی‌گراد دارد. از این مایع در سردسازی سریع غذاها و فرآیندهای «خشک کردن انجمادی» (Freeze Drying) استفاده می‌شود. همچنین برای نگهداری مواد بیولوژیکی در لقاح مصنوعی نیز به نیتروژن مایع نیاز داریم.

### • اکسیژن

اکسیژن با عدد اتمی 8 در گروه 16 جدول تناوبی قرار دارد که در شیمی سبز مورد توجه قرار می‌گیرد. به دلایل مختلفی می‌توان این عنصر را در دسته عناصر سبز طبقه‌بندی کرد. کسپژن را نیز همانند نیتروژن، به کمک تقطیر هوای مایع، جداسازی می‌کنند. در سنتزهای شیمیایی و همچنین برش‌کاری و جوشکاری از این عنصر بهره می‌گیرند. بر اثر تجزیه فتوشیمیایی O<sub>2</sub>O<sub>2</sub> و ترکیب آن با سایر مولکول‌های اکسیژن، اوزون بوجود می‌آید. اوزون، که گونه‌ای سبز از اکسیژن به شمار می‌آید، رفتاری دوگانه دارد. اوزون استراتوسفر با توجه به فوایدی که لایه اوزون دارد، برای زندگی انسان و سایر موجودات زنده ضروری است اما تنفس همین اوزون، حتی در غلظت‌های 1ppm نیز سمی خواهد بود. همچنین، این ماده، از جمله آلاینده‌های اصلی هوا و عامل بوجود آمدن مه‌دود فتوشیمیایی در سطح زمین شناخته می‌شود.

مهمترین مشخصه شیمیایی اکسیژن، توانایی ترکیب شدن آن با سایر مواد در واکنش‌هایی با بازده انرژی بالا است. یکی از این واکنش‌ها که بسیاری از افراد با آن آشنایی دارند، سوختن بنزین در موتور خودروها است. این واکنش را در زیر مشاهده می‌کنید:



از واکنش‌های دیگر اکسیژن می‌توان به کربوهیدرات برای تولید انرژی در بدن اشاره کرد:



## برگزاری نمایشگاه‌های داخلی و خارجی

تاریخ	محل برگزاری	صنعت	عنوان	ردیف
9-7 ژوئن 2022	Crocus-Expo مسکو، روسیه	قالب - پلاستیک	Rosmold/ Rosplast	1
9-11 ژوئن 2022	-Ethiopian Skylight Hotel آدیس آبابا، اتیوپی	پلاستیک - پرینت - بسته بندی	Ethiopia PlastPrintPack	2
15-18 ژوئن 2022	National Exhibition and - Convention Center شانگهای، چین	دای و قالب	DMC 2022	3
22-24 ژوئن 2022	Expo center-Norte سائوپائولو، برزیل	صنعت لاستیک	Expobor	4
22-25 ژوئن 2022	BITEC بانکوک، تایلند	پلاستیک	InterPlas Thiland	5
29-خرداد و 1 تیر 1401	نمایشگاه بین المللی تبریز - تبریز، ایران	پلاستیک - لاستیک	یستمین نمایشگاه بین المللی تخصصی الاستیک، پلاستیک، ماشین - آلات و تجهیزات وابسته	6

## معرفی شرکت

شرکت برابندر به عنوان یک تامین کننده معروف دستگاه ها و تجهیزات آزمایشگاهی و تولید در مقیاس کم برای مواد غذایی، پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها و سایر زمینه‌ها ارائه می‌دهد.



برای مشاهده سایر شماره‌های ماهنامه می‌توانید به لینک زیر مراجعه کنید.

[سایر مجله‌های تکنوپلیمر](#)

برخی از منابع:

[Plastic Technology](#)

[آی پیرینت](#)