

در حقیقت نایلون به خانواده‌ای از ترکیبات با این زنجیره اصلی خطاب می‌شوند و بسته به کاربردهای مختلف ترکیبات مختلفی از آنها را می‌توانیم تولید کنیم.

### أنواع:

- نایلون ۶۶
- نایلون ۶
- نایلون ۵۱۰
- نایلون ۶،۱

### روش تولید:

نایلون ۶۶ (آمید): از ۲ مونومر هگزامتیلن دی‌آمین و ادیپیک اسید که هر کدام ۶ اتم کربن دارند به روش پلی تراکمی(پلی کندانسیون<sup>۳</sup>) سنتز می‌شود، میزان اکی والان (برابر) از ۲ مونومر همراه با آب در یک راکتور با هم کریستالیزه می‌شوند تا نمک نایلون را که ترکیبی از آمونیم کربوکسیلات است بسازند. سپس به مخزن واکنش برای عمل پلیمریزاسیون(به صورت مداوم یا تولید دسته‌ای) منتقل می‌شود. آبگیری باعث پیشرفت واکنش به سمت پلیمریزاسیون می‌شود (از طریق تشکیل پیوند های آمیدی از عامل اسیدی و آمینی) به این طریق نایلون ۶۶ گذاخته شکل می‌شود و می‌توان آن را به صورت گرانول (دانه) درآورد یا داخل اسپینره<sup>۴</sup> به شکل الیاف تابید. کاربرد خاص نایلون ۶۶ در مواردیست که مقاومت مکانیکی بالا و پایداری خوب در مقابل حرارت و مواد شیمیایی نیاز داریم.

## مروری بر الیاف متداول، ساختار و کاربردشان



ستاره سینایی

دانشجوی کارشناسی رشته شیمی کاربردی  
دانشگاه تهران

### مقدمه:

فibre ها از پلیمر های سنتز شده‌ی مولکول های کوچک به دست می‌آیند. ترکیبات مورد استفاده برای سنتز این الیاف ها از مواد خامی مانند مواد نفتی و پتروشیمیایی به دست می‌آیند که به ماده‌ای پلیمرایز می‌شوند که دو کربن کنار هم را به یکدیگر پیوند می‌دهد.

الیاف های مصنوعی تقریباً نصف تمام مصارف الیاف ها را در بر می‌گیرند و در تمام زمینه‌های تکنولوژی الیاف و نساجی کاربرد دارند با اینکه تعداد الیاف های با ارزش کم نیست اما ۴ مورد از آنها بازار بسیار خوبی دارند که عبارتند از: نایلون، پلی‌استر، اکریلیک و پلی‌الفین، این چهار مورد ۹۸ درصد حجم کل تولیدی الیاف مصنوعی را به خود اختصاص داده (پلی‌استر به تنها ۴۰ درصد حجم تولیدی است)<sup>۱</sup>

از مزایای استفاده از الیاف های مصنوعی می‌توان به مقاومت (در برابر کشش، ضد آب و ضد لک) و قابلیت رنگ پذیری اشاره کرد. یکی از تفاوت های بین الیاف های طبیعی<sup>۲</sup> و مصنوعی زیست تخریب پذیری الیاف های طبیعی است (بنابراین در مقایسه با الیاف های مصنوعی اثرات منفی محیط زیستی کمتری به جا می‌گذارند)

از معایب آنها می‌توان به نقطه ذوب پایین اشاره کرد که باعث می‌شود در مقابل حرارت راحت تر از الیاف های طبیعی تخریب شوند، در برابر اصطکاک سریع تر باردار می‌شوند و اکثر آنها در تماس طولانی مدت با پوست چسبناک می‌شوند و لباس راحت نیستند

در ادامه توضیحات کلی راجع به این ۴ الیاف مصنوعی معروف خواهیم داد.

### نایلون:

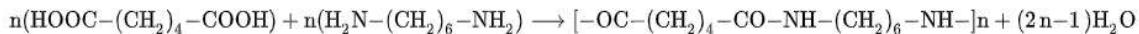
#### ساختار:

زنجیره آمیدی(پلی آمید)

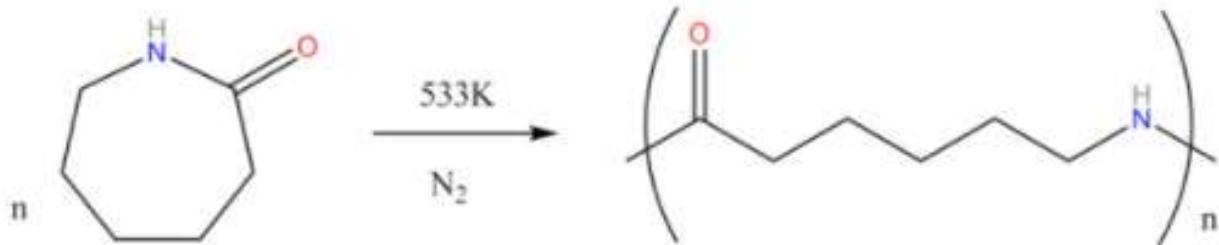
- 3 شکل متعلق به نایلون ۶۶ است
- 4 نوعی واکنش شیمیایی که در آن از ترکیب ۲ مولکول کوچک یک مولکول بزرگ و یک مولکول کوچکتر مانند آب، آمونیاک، اتانول، استیک اسید یا هیدروژن سولفید و... حاصل می‌شود، اگر مولکول از دست رفته آب باشد به واکنش سنتز دی هیدراسیون یا آب گیری نیز می‌کویند.
- 5 نوعی سرنگ که با استفاده از آن محلول پلیمر یا پلیمر گذاخته را به شکل الیاف در می‌آورند spinneret

1 Synthetic fibers: Nylon, polyester, acrylic, polyolefin. Woodhead Publishing

2 مانند الیاف های گیاهی، پشم، ابریشم، کلاژن و کراتین و ....



نایلون ۶ (آمید حلقی): پلیمریزاسیون حلقه-باز (ROP) کاپرولاتام که دارای ترکیبی ۶ کربنی است، هنگامی که این ترکیب را در دمای ۵۳۳ کلوین در محیط بی اثر نیتروژن در حدود ۴-۵ ساعت حرارت بدھیم حلقه باز و دچار پلیمریزاسیون می شود سپس محصول گداخته از داخل اسپینره عبور می کند و به صورت الیاف درمی آید.



مسواک و سپس در سال ۱۹۳۹ در ساخت جوراب زنان استفاده شد. در طول جنگ جهانی دوم که تقاضا برای پارچه بالا رفته بود مصرف آن به شدت بالا رفت. همچنین جایگزین الیاف های وارداتی از آسیا مثل ابریشم (که آن زمان در ساخت چتر نجات به کار می رفت) شد. غیر از آن در ساخت طناب، خیمه، تایر، پانچو، و سایر ابزار نظامی به کار میرفت و حتی به دلیل کمبود پنبه، چتر نجات ها را بازیافت و از آن لباس درست می کردند. امروزه از الیاف نایلون در ساخت فرش، لباس شنا، زیر انداز، پرده و لباس های نظامی استفاده می شود.

ویژگی خاص این الیاف سختی و مقاومت در مقابل کشیده شدن در عین داشتن الاستیسیته بالا و درخشندگی و رنگ پذیری، ضد چروک، ضد نفوذ در مقابل مواد شیمیایی مثل اسید و باز (البته مقاومت آن در مقابل اسید نسبت به نایلون عو ۶ کمتر است). حدود ۴٪ جذب آب دارد (بیشتر از نایلون ۶) اما باعث کم شدن مقاومت کششی آن می شود. دمای تبدیل شیشه آن حدود ۴۷ درجه سانتی گراد است.

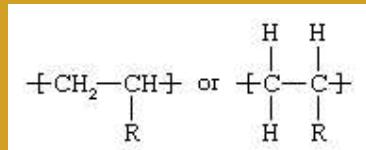
#### کاربرد:

نایلون به طور کلی اولین بار در سال ۱۹۳۸ در ساخت

از پلیمریزاسیون گاز پروپیلن یا اتیلن همراه با کاتالیزگر مخصوص تولید می شود سپس رنگ مستقیماً به پلیمر اضافه می شود. در تولید با فشار بالای آن (۱۰ تن بر اینچ مربع) فیلم برای مواد قالب گیری تولید می شود اما در تولید فشار پایین و دمای پایین همراه با کاتالیزگر و حلal هیدروکربن که کم هزینه تر نیز هست باعث تولید پلی اتیلن نساجی می شود. این پلیمر در ادامه ذوب می شود، توسط اسپینره در آب تابیده می شود و با هوا خنک می شود و سپس کشیده می شود تا طول آن ۶ برابر شود. روش جدید تر اسپین کردن (نسبت به اسپین ذوبی) اسپین ژلی است که از فرم ژلی پلیمر در پروسه استفاده می شود.

الفین:

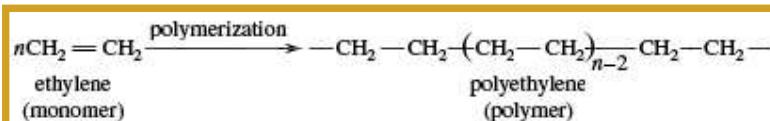
ساختار: پلی الفین



انواع:

- پلی اتیلن
- پلی پروپیلن

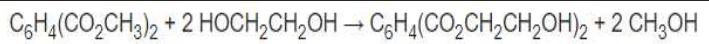
روش تولید:



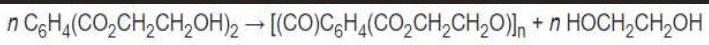
## کاربرد:

در الیاف (جوراب، هودی، لباس زیر حرارتی، لباس ورزش)، لوازم خانه (فرش، پرده، در سطح دیوار و کف زمین و زیرزمین به دلیل خاصیت خشک شدن سریع و ضد قارچ بودن)، خودرو (آفتاب گیر، کاور داخلی، در، صندوق عقب و قفسه های داخل اتومبیل)، صنعت (فرش، طناب، منسوجات تماسی با خاک، پارچه فیلتر، کیف، استحکام بخش سیمان و کیسه چای) استفاده میشود.

گلیکول اضافی در دمای بالاتر با استفاده از وکیوم جدا می شود.

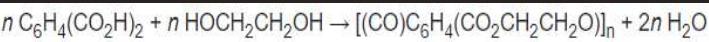


مرحله دوم: دومین مرحله ترنس استر شدن در دمای ۲۷۰-۲۸۰ درجه سانتیگراد انجام میشود. در این مرحله نیز پیوسته اتیلن گلیکول اضافی به روش تقطیر و با استفاده از وکیوم جدا میشود.



## ۲) روش دوم:

اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در فشار ۲,۷-۵,۵ بار و دمای ۲۲۰-۲۶۰ درجه سانتی گراد واکنش استری شدن را انجام میدهند. در این واکنش آب گیری با روش تقطیر انجام می شود.



سپس نوار های پلی استر بدست آمده خشک میشوند تا به حد شکنندگی برسد. سپس آنها را به قطعات کوچک تر برش می دهند و مجدداً خشک می کنند تا محصول نهایی یک دست تر باشد. این قطعات را در دمای ۲۶۰ تا ۲۷۰ درجه سانتی گراد ذوب می کنند و داخل اسپینره می ریزند تا الیاف آن دور قرقه تابیده شود.

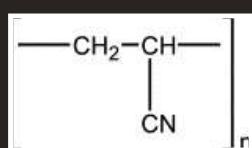
## کاربرد:

به صورت نخ درمی آید و بافتہ می شود و در تولید الیاف (تی شرت، شلوار، ژاکت، کلاه و...) و لوازم خانگی (ملحفه، پتو، مبلمان، موس پد) استفاده شوند. الیاف و طناب های پلی استر صنعتی در استحکام تایر ماشین، سسمه های نقاله، کمریند ایمنی، پارچه و پلاستیک مستحکم با جذب انرژی بالا کاربرد دارد و بسیار ضد لک هستند. همچنین در ساخت بطری، فیلم، قایق، فیلتر، فیلم دی الکتریک خازن، هولوگرام، لعب روی لوازم چوبی مثل گیتار و پیانو و داخل قایق به کار برده میشوند.

## اکریلیک:

ساختر:

پلی اکریلونیتریل (طبق پروتکل های آمریکا حداقل %۸۵ از ساختار پلیمر باید از مونومر اکریلونیتریل باشد تا به آن اکریلیک خطاب شود)

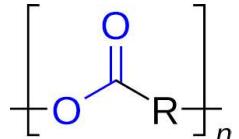


## پلی استر:

خانواده ای از پلیمر ها اما عموماً به پلی اتیلن ترفتالات (PET) شناخته میشوند.

## ساختار:

گروه عاملی استری در واحد تکرار شونده دارند.

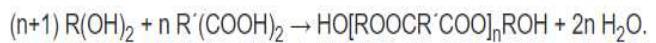


## انواع:

بر اساس ساختار شیمیایی به دو دسته ترموبلاستیک و ترموموت تقسیم می شوند. ترموبلاستیک رایج ترین آنهاست.

## روش تولید:

از واکنش پلی تراکمی یا پلی کندانسیون یک دی ال با دی اسید حاصل می شود. واکنش کلی آن به صورت زیر است:



پلی استر ها را از انواع مختلفی از واکنش ها می توان به دست آورد اما مهم ترین آنها واکنش اسید ها با الکل ها، الکلوزیس، اسیدولوزیس استر های سبک، الکلوزیس آسیل کلرید هستند. روش سنتز PET که مهم ترین پلی استر است به دو روش صورت میگیرد:

۱) اتیلن گلیکول و DMT (با واکنش ترنس استر شدن)

۲) ترفتالیک اسید (با واکنش استری شدن)

## ۱) روش اول:

مرحله اول: دی متیل ترفتالات (DMT) با مقدار اضافی اتیلن گلیکول در دمای ۱۵۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد با کمک کاتالیزگر بازی واکنش میدهند. برای القای پیشرفت واکنش رو به جلو، متابول را به روش تقطیر جدا میکنند. اتیلن

## انواع:

کومونومر های متداول عبارتند: از وینیل استات و متیل اکریلات

## روش تولید:

با روش پلیمریزاسیون رادیکال-آزاد در محلول سوسپانسیون تولید می شود. سپس برای تولید الیاف، پلیمر آن را در حلالی مانند DMF یا محلول سدیم تیوسیانات حل میکنند. سپس از اسپینره چند-حفره رد می کنند و خروجی الیاف های حاصله را در حلال اولیه می ریزند (اسپین خیس) یا حلال را با عبور جریانی از گاز بی اثر داغ خشک می کنند(اسپین خشک). در ادامه مراحل شستن، کشیدن، خشک کردن و چروکیدن انجام می شود تا تولید الیاف تکمیل شود. حاصلی الیافی نرم و پنبه مانند است با این تفاوت که به دلیل مصنوعی بودن بید های لباس قادر به هضم آن نیستند (البته قادر به هضم پارچه ترکیبی پنبه و اکریلیک هستند)، سبک، به شدت رنگ پذیر و ضد حساسیت است و نسبت به الیاف های دیگر با دوام تر است اما ممکن است ریش ریش شود و به صورت دانه های ریز در سطح پارچه جمع شود.

**کاربرد:**  
به صورت نخ کاموا در می آید (نرم و مشابه نخ حاصل از پنبه) و در بخش های مختلف صنعت نساجی کاربرد دارد از جمله: تولید جوراب، کلاه، دستکش، بلوز، پارچه های مورد استفاده در لوازم منزل، لباس بافتی، لباس بچه.

6 گفتیم اکریلیک حداقل ۸۵٪ مونومر اکریلونیتریل است، بنابراین تفاوت انواع مختلف آن در باقی مونومر های همراه آن یا کومونومر های آنها است، البته الیاف های مصنوعی دیگری با درصد کمتر اکریلیک مثل modacrylic موجود هستند که حداقل ۸۵٪ و حداقل ۳۵٪ اکریلونیتریل دارند (ضد آتش هستند و از آن پشم مصنوعی، کلاه گیس، اکستنشن مو و لباس های محافظتی می سازند) اما نمی توان نام اکریلیک تنها را روی انها گذاشت.