

خواص و کاربرد پلیمرهای طبیعی

PROPERTIES AND APPLICATION OF NATURAL POLYMER

محمد میرجلیلی

فصل اول: سلولز

- سلولز یکی از فراوانترین پلیمر های طبیعی است که در قرن نوزدهم میلادی برای تولید **انواع الیاف ساخته بشر** مورد استفاده قرار گرفته است.
- واژه سلولز از کلمه لاتین **Cellula** به معنای سلول کوچک گرفته شده است.
- سلولز یک منبع طبیعی در تهیه الیاف است و هم اکنون حدود نیمی از این الیاف مصرفی در جهان از سلولز تولید می شوند.
- گیاهان منشاء اصلی سلولز هستند.
- سلولز یک سوم تمام گیاهان را تشکیل می دهد و تقریباً صد میلیون تن سلولز در سال از گیاهان تولید می شود.
- چوپ و الیاف کوتاه پنبه (**Cotton Linter**) منابع عمده سلولز برای مصارف صنعتی و تجارتی هستند.

-پنبه و الیاف کوتاه موجود بر روی تخمک گیاه پنبه، حدوداً متشکل از ۹۵٪ سلولز بوده و ۵٪ باقیمانده عمدتاً چربی و صمغ هستند.

-تخمک پنبه حاوی:

الیاف بلند Lint و الیاف کوتاه Linter می باشد.

- از الیاف بلند پنبه در ساخت منسوجات پنبه ای استفاده میشود،

- از لینتر هم بعد از آغشته کردن با محلول آبی ۲ تا ۵٪ سدیم هیدروکسید به منظور رفع اکثر ناخالصی ها، به عنوان منبع سلولز (با درجه خلوص ۹۹٪) برای مصارف صنعتی استفاده می شود.

- **چوپ** حاوی ۵۰٪ سلولز بوده که باقیمانده آن لیگنین و پلی ساکاریدهای سبکتر از سلولز می باشد. آغشتن خمیر چوپ با اسید و بخار آب و سپس با سدیم سولفید بازی، محصولی با ۹۲ تا ۹۸٪ سلولز بدست می دهد.

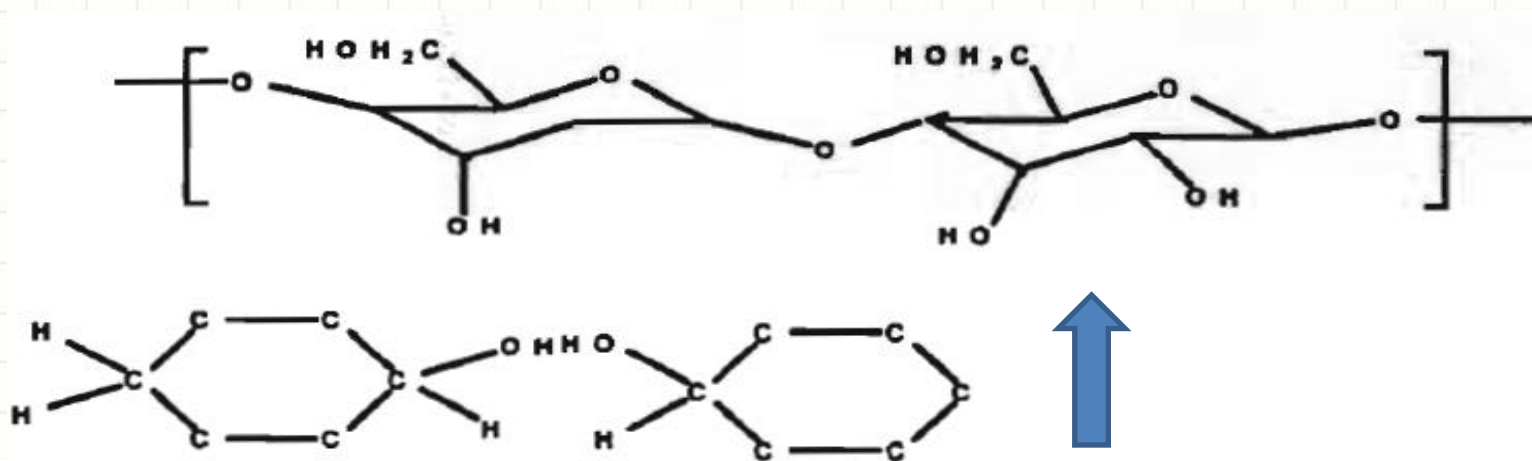
فرمول مولکولی سلولز: $(C_6O_5H_{10})$

- برای تولید سلولز:

- ابتدا با حذف یک مولکول آب (OH, H) از دو مولکول $D-\beta$ گلوکز، یک دی ساکارید به نام سلوبیوز تشکیل می شود.

- سپس این سلوبیوزها به وسیله اتصالات افزایشی گلوکز به طریق مشابه یک پلی ساکارید با زنجیر طولانی تولید می کنند که سلولز نام دارد.

واکنش دو مولکول $D-\beta$ گلوکز و تولید یک مولکول سلوبیوز:



- نام شیمیایی سلولز : پلی ۱، ۴ - $D-\beta$ گلوکز

- ساختار شیمیایی سلولز روبانی شکل است و این حالت برای تشکیل لیفچه، از راه نزدیک شدن مولکول ها به هم و ایجاد پیوندهای هیدروژنی مناسب است، بدین ترتیب زنجیرها به طور منظم بسته می شوند و نواحی کریستالی با استحکام و خواص فیزیکی عالی بدست می دهند.

- وزن های مولکولی بدست آمده برای سلولز با استفاده از روش های فیزیکی، بین ۲۵۹۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ یا بیشتر متغیر است، به نظر می رسد که احتمالاً در هر مولکول، حداقل ۱۵۰۰ واحد گلوکزی وجود دارد.

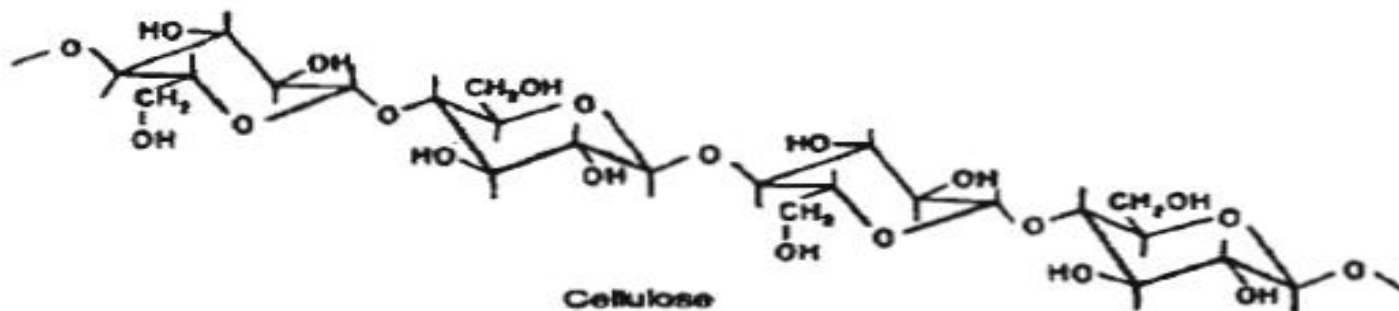
-تحلیل پرتو X و میکروسکوپ الکترونی، نشان می دهد که:

این زنجیره های بلند، پهلوی به پهلوی هم قرار گرفته اند و بدون تردید پیوندهای هیدروژنی بی شمار بین گروه های OH - مجاور، علت این آرایش است.

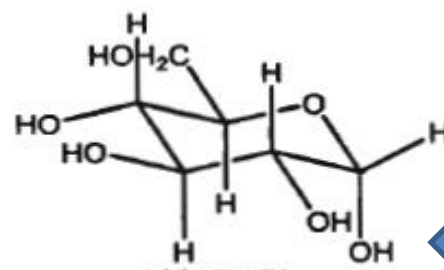
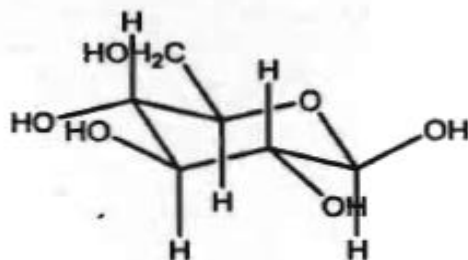
- این دسته های مولکولی به یکدیگر پیچیده اند و ساختارهای طناب مانندی را درست کرده اند، از گرد هم آمدن این ساختارها، الیاف به وجود آمده اند.

- **در چوپ**، این ساختارهای سلولزی طنابی شکل در بستری از لیگنین قرار گرفته اند و ساختاری را به وجود آورده اند که استحکام آن در حد استحکام بتون مسلح است.

بر حسب ساختار شیمیایی، **سلولز**، از ساده ترین پلیمر های طبیعی می باشد، که در آن یک واحد تکراری منفرد یعنی **D - گلوکز** وجود دارد که از طریق کربن های ۱ و ۴ با اتصال های بتا ارتباط دارند.



منوساکارید **D - گلوکز** به دو شکل حلقوی α و β وجود دارد،
 - در **شکل بتا** تمام استخلافهای هیدروکسیل و گروه هیدروکسی متیل در موقیعت استوائی قرار دارند،
 - در **حالیکه در شکل آلفا**، گروه هیدروکسیل بر روی C-۱ (گروه هیدروکسیل همی استال) در موقیعت محوری واقع شده است.



commercially sensitive

جدول الیاف سلولزی ۱:

الیاف	درصد تقریبی سلولز	موارد استعمال اصلی
۱- الیاف موئی شکل: • الیاف دانه ای		
Cotton	۸۵ - ۹۰	الیافها
(۲) Coir	۲۰	۱
۲- الیاف کوک (BAST): • الیاف ساقه ای		
Flax	۸۰ - ۹۰	الیاف (لینن)
Hemp	۷۸	نخ قند ریمان، طناب، تور، گونی، کیه
(۲) Jute	۶۵	الیافها، ریمان، طناب، گونی، مشمع کف اطاق
Ramie	۱۰۰	کاغذ (انواع ویژه)، توری گاز، ریمان، طناب
Kapok		عایقهای حرارتی و آکوستیک، تشک خواب و لوازم ایمنی زندگی
۳- الیاف برگي شکل (ورقه ای)		
(۳) Manila hemp	۶۵	کاغذ با قدرت بالا، ململ، چیت، ریمان و طناب
(۳) Sisal hemp	۶۵	طناب، نخ قند و طناب

DP سلولز کتان حدود ۱۵۰۰۰ در مقایسه با ۱۰۰۰۰ برای سلولز چوپ می باشد.

این پلیمر که به اسم سلولز بومی شناخته شده است:

۱- مولکولی خطی،

۲- کریستالی،

۳- دارای پیوند های هیدروژنی درون مولکولی و بین مولکولی بسیار زیاد.

۴- در نتیجه، سلولز ترموپلاستیک نمی باشد و قبل از ذوب شدن تجزیه می شود.

۵- با وجود تعداد زیاد گروه های هیدروکسیل، سلولز در آب نامحلول می باشد و اغلب دیگر حلالها نیز توانایی حل آنرا ندارند،

۶- محلول کمپلکسهای فلزی مانند آمونیاک که با مس (II) - آمونیاک (معرف شوایتزر) یا مس (II) - دی آمین سلولز را حل می کند،

احتمالاً به وسیله تشکیل کمپلکسهای مس (II) با گروه هیدروکسیل پلیمر این عمل انجام می شود.

سلولز بازیابی شده

بعضی محصول های تجارتي مهم از سلولز تهیه می شوند:

در مرحله اول پلیمر در حلال حل می گردد،

سپس آن را از محصول رسوب می دهند.

سلولز بازیابی شده با سلولز بومی متفاوت است،

زیرا تنزل وسیعی در وزن مولکولی در ضمن حل شدن در محلول اتفاق

می افتد و نیز محصول نهایی به طور معمول کمتر بلوری می باشد.

مورد استفاده ترین روش بازیابی به نام فرآیند گزانتات یا فرآیند

ویسکوز نامیده می شود.

سلولز قلیایی به طور معمول از خمیر چوب بدست می آید.

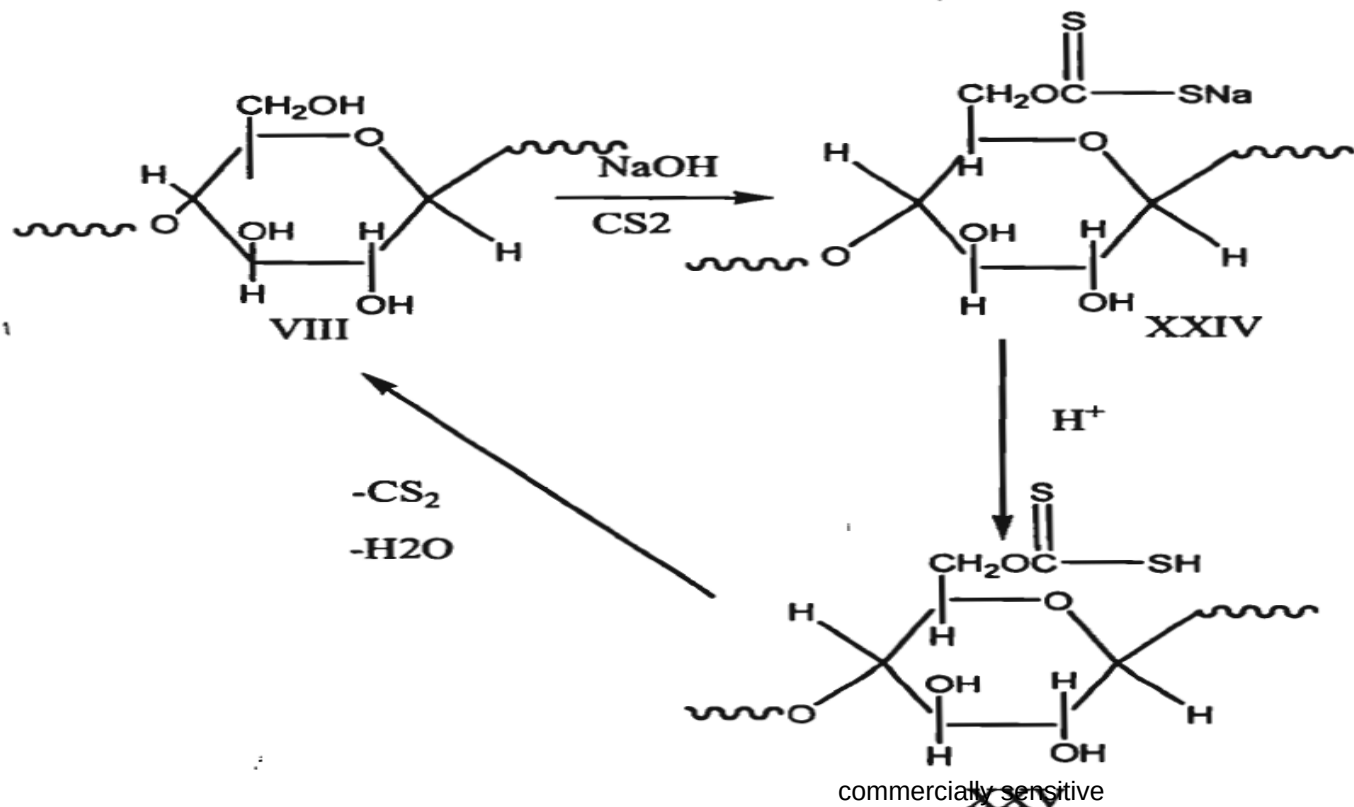
در طی عملیات تشکیل گزانتات سلولز: وزن مولکولی کاهش می یابد.

علت این کاهش در وزن مولکولی احتمالاً ناشی از تنزل **اکسیداسیونی** است.

- **افزایش کربن دی سولفید**، سپس سلولز (Cell-OH) را به گزانتات تبدیل می کند.

- تمامی گروه های OH تبدیل نمی شوند، فقط تا آن اندازه که پلیمر در محلول

قلیایی قابل حل باشد، تعویض گروه ها انجام می شود.

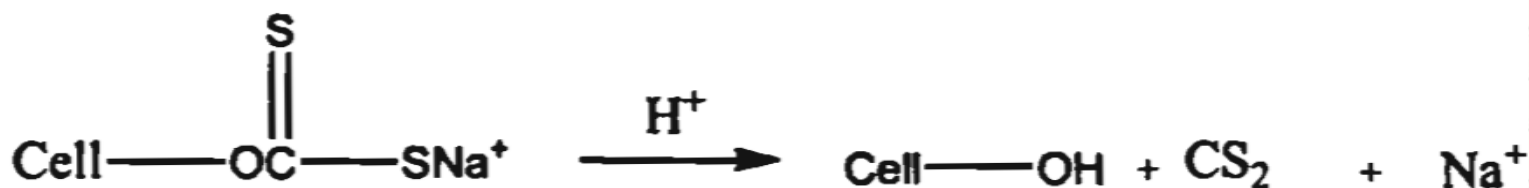


محلول بازی به نام ویسکوز شناخته شده است و رنگ پرتقالی و بویی غیر مطبوع دارد که از محصولهای فرعی گوگردی واکنش (Xanthation) به دست می آید.

- این محلول به صورت فیلامنت (رشته) به داخل محلولی شامل:

اسید سولفوریک رقیق، سدیم بی سولفیت و سولفات روی وارد

می شود (عملیات انعقاد) تا گزانتات، هیدرولیز شود و به سلولز بر گردد.



- فیلامنتهای تولیدی **کشش** داده می شوند تا مولکول ها جهت گیری نمایند و بلورینگی افزایش یابد.

- الیاف تولید شده به این روش به عنوان ریون شناخته شده اند، که محصولی مفید برای تهیه نخ و پارچه می باشند.

مشتقات سلولز:

تعداد زیادی مشتقات سلولز تهیه شده اند که شامل ترکیبات زیر است:

۱- استرهای اسیدهای آلی و معدنی سلولز

۲- اترهای سلولز

۳- کوپلیمرهای پیوندی سلولز

- اگر چه به نسبت، تعداد کمی از آنها اهمیت تجارتي یافته اند که عبارتند از:

استرهای نیترات،

استات،

پروپیونات،

اترهای متیل، اتیل و هیدروکسی اتیل

مشتقات سلولز:

۱- استرهای سلولزی

- استرهای سلولز از طریق واکنش دادن سلولز با اسید تولید می گردند.



- نیترات سلولز یکی از اولین پلیمرهای تجارتي است.

- این ترکیب ابتدا در قرن گذشته تهیه شده و سرانجام در تولید انبوه مواد منفجره (به نام پنبه تفنگ)، فیلم عکاسی، محلول ها و مایع ها، الیاف و بعضی از کاربردهای قالب گیری (به عنوان مثال: توپ های بیلیارد) به کار گرفته شده است.

این پلیمر همچنین به عنوان نیترو سلولز شناخته شده است، لیکن این یک نام گمراه کننده می باشد زیرا شامل گروه نیترو نمی باشد.

- نیترات سلولز از سلولز و نیتریک اسید در حضور سولفوریک اسید تهیه می شود. همچنین از اسید فسفریک و استیک نیز ممکن است استفاده شود.

- به طور معمول در حین این فرآیند، کاهش وزن مولکولی اتفاق می افتد، همچنین مقداری استر تشکیل می شود، اما مورد اخیر را می توان با حرارت دادن طولانی با اسید نیتریک رقیق یا الکل برطرف نمود.



- سلولزی که حاوی ۱۰ تا ۱۱ درصد نیتروژن می باشد، اساساً برای پلاستیک ها استفاده می شود، (سلولز به طور کامل نیتراته شده حاوی ۱۴/۱۴ درصد نیتروژن می باشد)

- در حال حاضر استرهای آلی خیلی بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند.

- استات سلولز که دارای درجه متفاوتی از استخلافها می باشد، به وسیله واکنش سلولز با استیک اسید، سپس تحت اثر استیک انیدرید و یک کاتالیست اسید معدنی تهیه می شود.

- محصول به طور کامل استیل دار شده به عنوان تری استات شناخته شده است،
- هیدرولیز این ترکیب یک محصول قابل حل در استون می دهد که استات نوع دوم (دی استات) نامیده می شود.

- هر دو مورد اخیر در تولید الیاف و پلاستیک استفاده می شود.

-مقدار DP استات سلولز بسیار کمتر از سلولز خام (به طور میانگین در حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰) می باشد.

- دلیل این کاهش به علت شکسته شدن اتصال های گلوکوزیدی به وسیله استری شدن اسیدی کاتالیزوری می باشد.

سلولز پروپیونات و سلولز بوتیرات یا مورد عمومی تر مخلوطهای استات پروپیونات و استات بوتیرات، تنها استرهای سلولزی هستند که از نظر تجارتي مهم می باشند.



مشتقات سلولز:

۲- اترهای سلولزی

- اترهای سلولزی به وسیله واکنش سلولز با باز (منجر به سلولز قلیایی می شود) تهیه می شوند،
- سپس این محلول با یک ترکیب هالوژن دار یا اپوکسید وارد واکنش می شود. متیل سولفات همچنین برای تهیه اترهای متیل دار استفاده می شود.
- بعضی از اترهای سلولزی مورد نظر عبارتند از:
هیدروکسی اتیل، هیدروکسی پروپیل، کربوکسی متیل، آمینواتیل و بنزیل.



کاربردهای اترهای سلولز:

- اتیل سلولز به طور وسیعی، در تهیه پلاستیکها، مشابه استات سلولز مورد استفاده قرار می گیرد.
- متیل سلولز قابل حل در آب است و به عنوان معرفهای صنایع غذایی و بخشی از فرمولاسیون چسبهای ویژه، جوهر و آهار الیاف به کار می روند.
- کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی اتر سلولز و هیدروکسی پروپیل سلولز نیز در چسبها و آهار الیاف و به عنوان امولسیون کننده (برای مثال، در رنگهای لاتکس) به کار می روند.

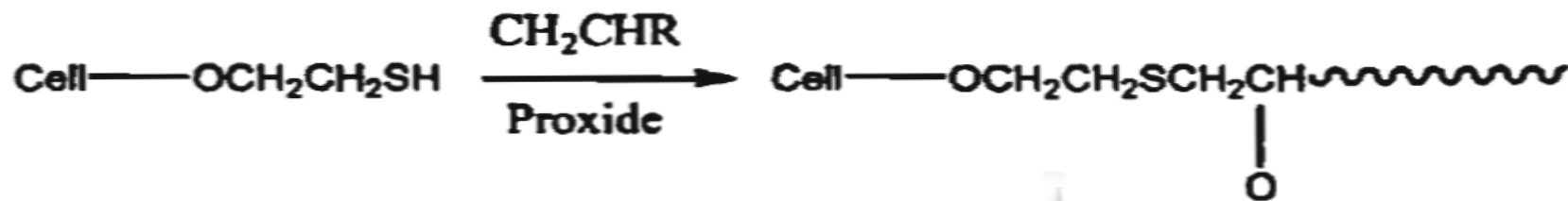
مشتقات سلولز:

۳- کوپلیمرهای پیوندی

- تعداد زیادی از کوپلیمرهای پیوندی سلولز تهیه شده اند و اگر چه فوائد تجاری کمی دارند ولی از این نظر قابل توجه می باشند که **برای تغییر در ساختار الیاف سلولزی** مورد استفاده قرار می گیرد.
- واکنش های پیوندهای وینیلی می توانند به وسیله منابع تولید کننده رادیکال آزاد معمولی مانند: پراکسیدها، ردوکسهای آغازگر، انرژی پرتو فرایند یا حتی روش های مکانیکی (خمیری کردن) آغاز شوند.

مشتق‌های سلولز نیز می‌توانند پیوندی شوند.

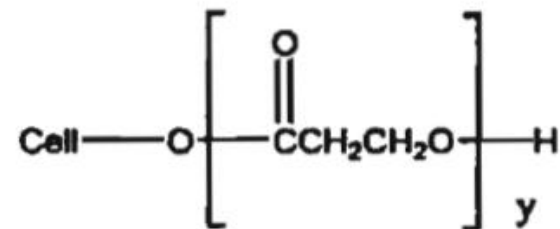
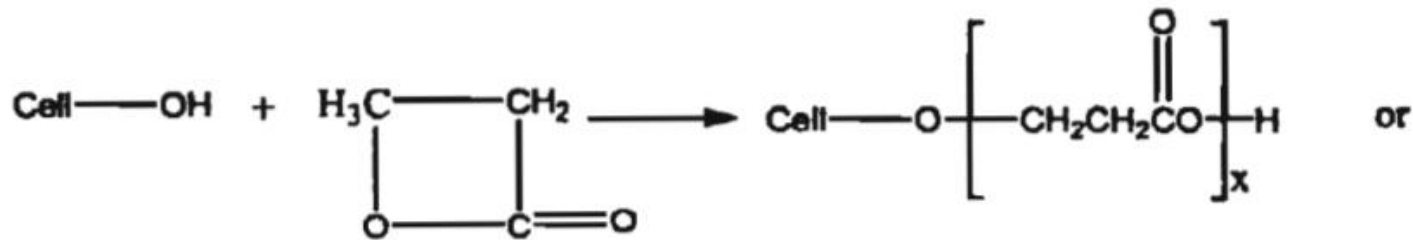
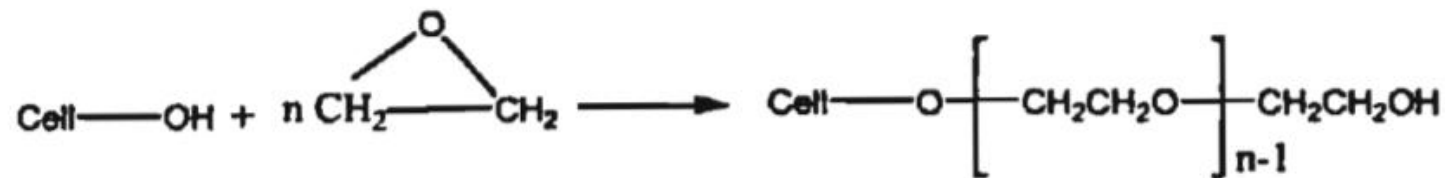
- استات سلولز با استات وینیل تحت تاثیر منبع پرتو گامای کبالت ۶۰ پیوندی می‌شود و این یک نمونه از یک کوپلیمر پیوندی است که در استفاده‌های تجارتي مطرح است.
- پیوند شدن به روش رادیکال آزاد همچنین می‌تواند با اتصال زنجیر فعال که گروه‌هایی را به اسکلت سلولزی منتقل می‌کند، انجام گیرد.
- برای مثال، مرکاپتو اتیل سلولز، تحت شرایط پلیمری شدن وینیلی، دستخوش پیوندی شدن در حضور یک مونومر وینیلی قرار می‌گیرد.



• مثالهایی از پیوند زدن های غیر وینیلی شامل:

۱- واکنش سلولز با اتیلن اکسید (که محصولی با نام تجاری اتیلوز می دهد)

۲- واکنش سلولز با بتا - پروپیولاکتون تولید مخلوطی از زنجیرهای فرعی استری و اتری می کند.



مشتقات سلولز:

۴- سلولز با اتصال عرضی (شبکه ای)

- در سالهای اخیر واکنش کتان (پنبه) با معرف های اتصال دهنده عرضی به خاطر خواص مقاومتی یا تحميل فشار در مدتهای طولانی مورد استفاده صنعتی قرار گرفته است.

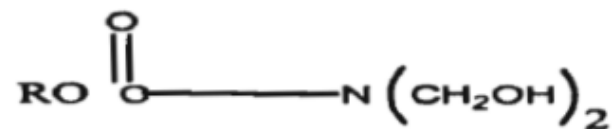
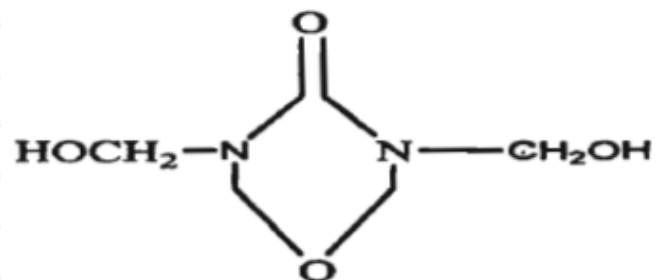
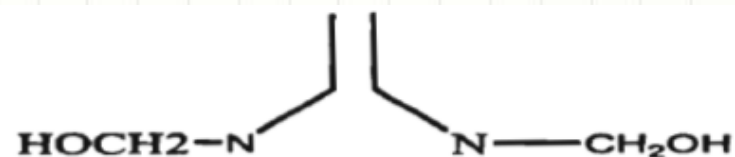
- اغلب آنهایی که در حال حاضر مورد استفاده می باشد:

- مشتقهای متیل هیدروکسی آمیدها که از فرم آلدهید و آمید به دست می آیند.

- بعضی مثالهای نمونه شامل:

- دی متیلول اوره ۱، ۳ - بیس (هیدروکسی متیل) - ۲ - ایمیدازولیدین و
- دی متیل کربامات

سلولز با اتصال عرضی (شبکه ای)



مشتقات سلولز: ۵- الیاف سلولزی

- مهمترین کاربرد سلولز در صنایع نساجی اختصاص به تولید الیاف سلولزی نظیر ویسکوز ریون، مس - آمونیوم ریون، دی استات و تری استات دارد.
- تولید الیاف سلولزی بازیافتی از سال ۱۸۸۵، بعد از ثبت اختراع تولید الیاف ابریشم مصنوعی توسط شاردونت فرانسوی (الیاف شاردونت) آغاز شد.
- امروزه دو فرآیند اصلی مس - آمونیوم و ویسکوز برای تولید الیاف سلولز بازیافتی مورد استفاده قرار می گیرند. در هر کدام از این فرآیندها از روشهای خاصی برای حل کردن سلولز استفاده می شود.

الیاف سلولزی

- امروزه برای تهیه الیاف سلولز بازیافتی از فرآیند ویسکوز به طور وسیعی استفاده می شود. تهیه الیاف ویسکوز در سه مرحله انجام می گیرد:

۱- تهیه محلول ریسندگی یا تهیه محلول ویسکوز

۲- ریسندگی و تولید الیاف

۳- عملیات تکمیلی روی الیاف

حلالهای سلولز

- غالباً برای مشخص کردن قابلیت انحلال یک پلیمر در حلال از پارامتر انحلال پذیری (دلتا) استفاده می شود که مقدار آن برای پلیمر و حلال باید نزدیک به هم باشد تا انحلال صورت گیرد.
- **پارامتر انحلال پذیری عبارت است از:**
- جذر گرمای تبخیر یا تصعید در واحد حجم که به آن چگالی انرژی همچسبی (Cohesive energy density) نیز گفته می شود.
- غالباً از این پارامتر برای تعیین قابلیت انحلال پلیمرهای آمورف در حلال های غیر قطبی استفاده می شود.
- برای پلیمرهای کریستالی ابتدا باید انرژی لازم برای ذوب کریستالها فراهم شود.

حلالهای سلولز

- در سلولز نیروهای بین مولکولی که از پیوندهای هیدروژنی حاصل می شود به حدی است که از ذوب شدن پلیمر جلوگیری می کند.
- بنابراین با گرما دادن نمی توان نیروهای بین مولکولی در مناطق کریستالی را از بین برد و باید به دنبال حلال هایی بود که بتوانند بر این نیروها غلبه کنند.
- در عمل مواد متفاوت به روش های مختلفی سلولز را حل می کنند.

طبق تقسیم بندی مناسبی که در سال ۱۹۸۰ توسط تورباک انجام گرفت، **حلال های سلولز بر** اساس نوع فعالیت گروه هیدروکسیل سلولز در چهار دسته مختلف قرار می گیرند.

• انواع حلال های موجود و جای آنها در این تقسیم بندی:

گروه حلال		انواع حلالها	مسائل مهم حلال
سلولز به عنوان باز	اسیدهای پروتون دار	اسیدهای سولفوریک، فسفریک، نیتریک، کلریدریک و نری فلونورواستیک	خرده های غیر محلول، بازبازی حلال و تخریب پلیمر، تولید الیاف نامناسب و غلظت زیاد نمک
سلولز به عنوان اسید	بازهای معدنی بازهای آلی	پتاسیم هیدروکسید و هیدرازین بازهای تریتون، آمینها، آمین اکسید و $DMSO/MENH_2$	دمای بالا، فشار زیاد برای محلول سازی، تخریب پلیمر، و سمی بودن حلال، محلول سازی ناقص و ناپایداری حلال
کمپلکها	کمپلکهای معدنی کمپلکهای آلی	CUAM, CUEN کادوکسن و نیوکسن سیس (بتا، گاما هیدروکسی پروپیل دی سولفید)	بازبازی حلال، کیفیت پایین الیاف تولیدی و تخریب پلیمر، دمای بالا، محدوده کوچک DP در محلول سازی
مشتقات سلولز		زانتات، $N_2O_4/DMSO$ ، سلولز فرمات و $DMSO/PF$	بازبازی حلال، تخریب پلیمر و محلول سازی

سلولز به عنوان باز

- در نخستین گروه حلالها، سلولز نقش یک باز را دارد.
- وقتی سلولز به عنوان باز عمل می کند، می تواند پروتون دار شود یا الکترون های ناپیوندی خود را به یک اسید لوویس بدهد.
- اسیدهای پروتونی که از مهمترین آنها: اسیدهای سولفوریک، فسفریک، نیتریک، کلریدریک و تری فلوئور و استیک می باشند، سلولز را در یک محدوده غلظتی کوچک حل می کنند.
- در این میان، فسفریک اسید (۸۵٪) بهترین حلال برای خمیر چوپ و پنبه است.
- کاربرد این گونه حلال ها تخریب سلولز را به دنبال دارد.
- (۵/۵۲٪) کلسیم تیوسیانات و ۶۴٪ روی کلرید برای حل کردن سلولز مورد نیاز است.

- **حلال دیگر در این راستا:** آمونیاک و آمونیوم تیوسیانات ($\text{NH}_3/\text{SCN NH}_4$) است، که در آن محلول واقعی سلولز تشکیل می شود و بدین وسیله می توان تا غلظت ۱۴٪ خمیر چوپ را حل کرد.
- ترکیب مناسب برای حل کردن سلولز ۷۲/۱٪ تیوسیانات و ۲۶/۵٪ آمونیاک و ۱/۴٪ آب است.
- محلولی از **لیتیم کلرید در دی متیل استامید** سلولز را حل کرده و محلول همگنی تولید می کند که در آن تخریب سلولز بسیار ناچیز است، این محلول برای حل کردن پروتئین ها و پلی آمیدها نیز کاربرد زیادی دارد.

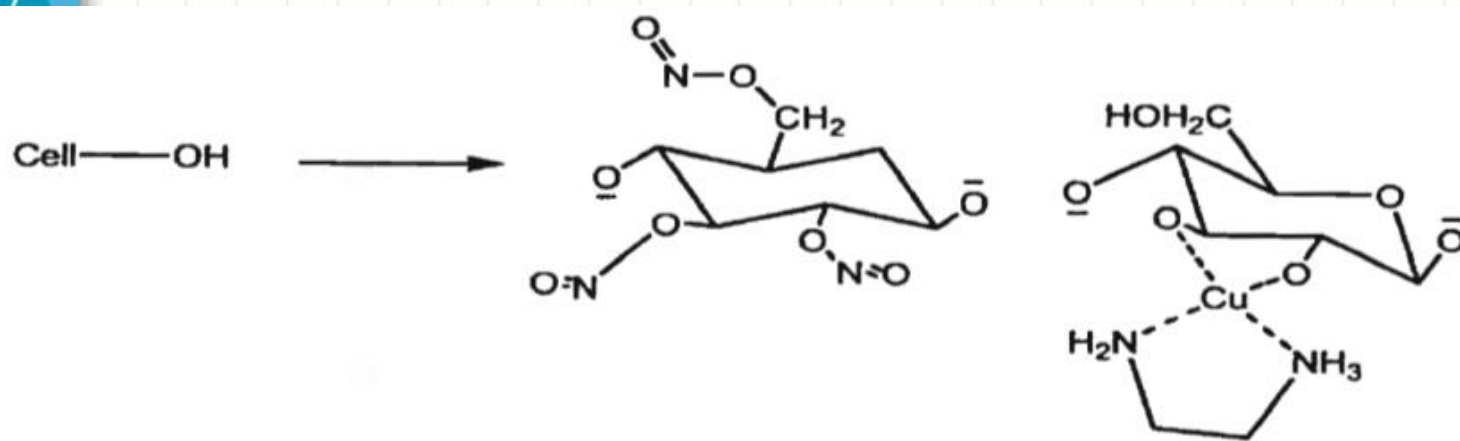
سلولز به عنوان اسید

- در دومین دسته حلالها، سلولز نقش یک اسید را به عهده دارد.
- در این دسته، گروه هیدروکسیل سلولز به راحتی می تواند با بازهای آلی یا معدنی واکنش دهد و یک نمک انحلال پذیر تولید کند.
- در میان بازهای معدنی، مطالعات زیادی روی هیدروکسیل های سدیم و پتاسیم و هیدرازین انجام شده است.
- اغلب سیستمهای قلیایی آبی به طور کامل مناطق نیمه بلوری سلولز را از بین نمی برند.
- هیدرازین، سلولز را حل می کند، ولی به دمای بیشتر از ۱۶۰ سانتی گراد و فشار ۵ تا ۶ اتمسفر نیاز دارد.

- هیدروکسیدهای آمونیوم چهار والانسی، آمین ها، آمین آکسیدها و متیل آمین - دی متیل سولفوکسید از بازهای آلی هستند.

- از بهترین حلال های ساخته شده در این خانواده عبارتست از:
N متیل مرفولین N - اکسید، NMMO

- سومین دسته، **حلال های** هستند که سلولز با آنها کمپلکس تشکیل می دهد. این نوع حلال ها با تبدیل سلولز به یک کمپلکس واسطه باعث حل شدن آن می شوند.



شکل راست تشکیل کمپلکس بین سلولز و محلول مس و اتیل آمین
شکل چپ تشکیل مشتق سلولز در محلول در مخلوط حلال N_2O_4 / DMF

مس - آمونیوم هیدروکسید، CuAm

و مس - اتیلن دی آمین هیدروکسید CuEn

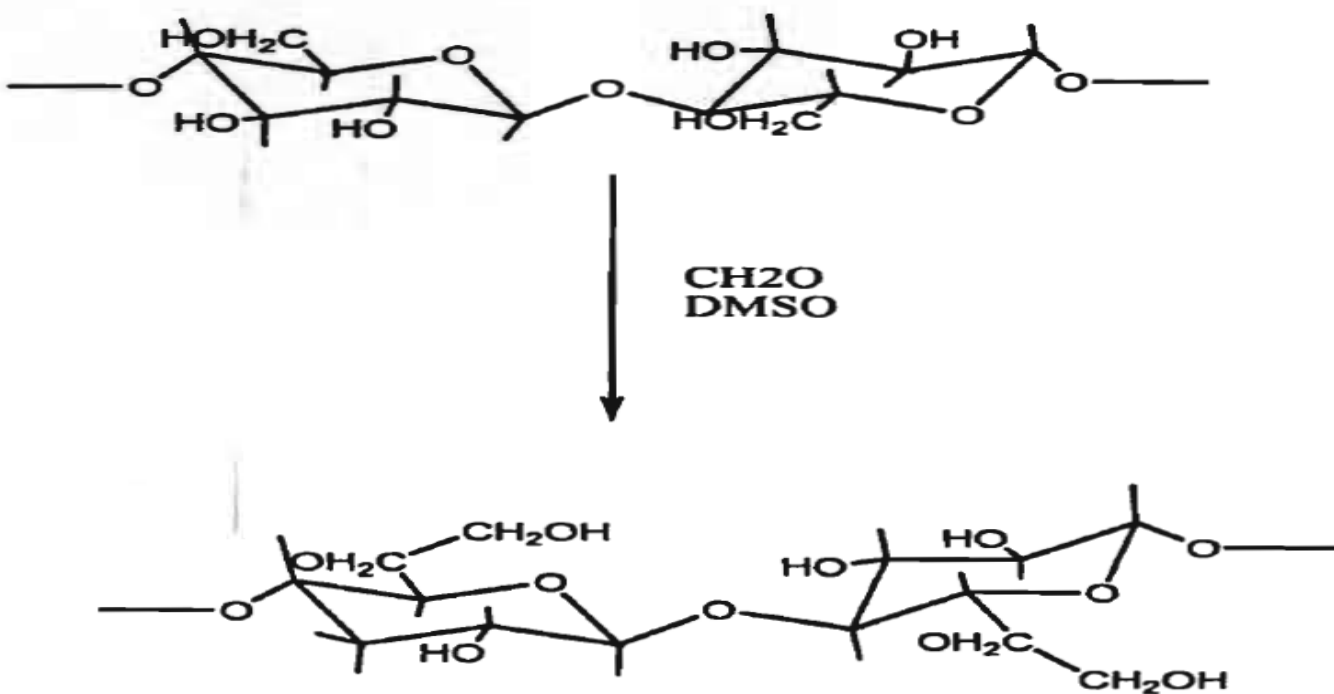
از جمله حلال های موجود در این دسته اند.

مشتقات سلولز

- چهارمین دسته حلال ها ترکیباتی هستند که سلولز در آنها به مشتق شیمیایی خود تبدیل می شود.
- تعدادی از حلال های سلولز مواد فعالی هستند که قادرند سلولز را به یک مشتق شیمیایی انحلال پذیر تبدیل کنند.
- **کربن دی سولفید** که در فرآیند ویسکوز مورد استفاده قرار می گیرد از معروف ترین این حلال هاست.

- سلولز فرمات (که از اثر فرمیک اسید ۹۵٪ بر سلولز به وجود می آید) مشتق واسطه دیگری می باشد.

- در حلال دی متیل سولفوکسید و پارافرمالدهید (PF)، سلولز در اثر تبدیل شدن به یک مشتق مناسب حل می شود. مشتق تشکیل شده در این حلال متیلول سلولز است.



شکل بالا تشکیل متیلول سلولز در حلال DMSO/PF

تولید الیاف ویسکوز از حلال های مختلف:

۱- تشکیل الیاف از طریق ریسندگی محلول (Solution Spinning) سلولز، آمونیاک و آمونیوم تیوسیانات ($\text{NH}_3/\text{NH}_4 \text{ SCN}$)

- در این روش برای تهیه محلول سلولز، ابتدا مقدار معینی گاز آمونیاک (حدود ۰/۴ مول به ازای ۰/۶ مول تیوسیانات) را به مایع تبدیل می کنند. سپس، در حالی که مخلوط حلال سرد (حدود ۱۰ درجه سانتی گراد) به هم می خورد، ذرات سلولز را وارد آن می کنند. عمل همزدن به مدت ۱۲ ساعت ادامه می یابد تا اینکه دمای محلول به دمای محیط برسد.
- در این مرحله محلول صاف شده و آماده ریسندگی میشود.

- برای تهیه الیاف از روش تر ریزی (Wet Spinning) استفاده شده است. الیاف تولید شده دارای استحکامی در حدود الیاف سلولزی معمولی و ازدیاد طول تا حد پارگی کمتری است.
- موادی که در حمام انعقاد مورد استفاده قرار گرفته اند عبارتند از:
متانول، اتانول، ۱- پروپانول، ۲- پروپانول، ۱- بوتانول و ۲- متیل ۱- پروپانول

۲- تولید الیاف سلولز بازیافتی از راه حل کردن سلولز در متیل مرفولین اکسید (NMMO)

الف- خمیر چوپ یا سلولز در متیل مرفولین اکسید، حل شده است (دارای همزن - تحت فشار ۱ mmHg - دمای ۹۰ درجه سانتی گراد)

ب- پس از کاهش مقدار آب موجود در آن به ۱۵٪، سلولز به صورت ژل به گرانول تبدیل می شود.

پ- برای دستیابی به محلول ۲۰٪ سلولز گرانول ها را تا ۱۲۵-۱۱۰ درجه سانتی گراد حرارت می دهند، (مقدار دی پلیمر در این فرآیند با افزودن مواد ضد اکسندة نظیر منیزیم سولفات یا پروپیل گالات کنترل می شود)

ت- تر ریزی محلول در حمام انعقاد آب و با سرعت ۱۵۰ متر بر دقیقه انجام می گیرد. از یاد طول تا حد پارگی این الیاف کمتر از الیاف ویسکوز معمولی، ولی استحکام آنها بیشتر است.

۳- تولید الیاف سلولز در سطح نیمه صنعتی با استفاده از مخلوط حلال لیتیم کلرید و دی استامید (LiCl /DMAC)

الف- پس از حل کردن خمیر چوپ، محلول ۱۲٪ سلولز با درجه پلیمر شدن ۵۵۰ در مدت ۴ تا ۶ ساعت به دست آید.

ب- محلول حاصل از طریق تر ریزی یا خشک ریزی به الیاف تبدیل می شود.

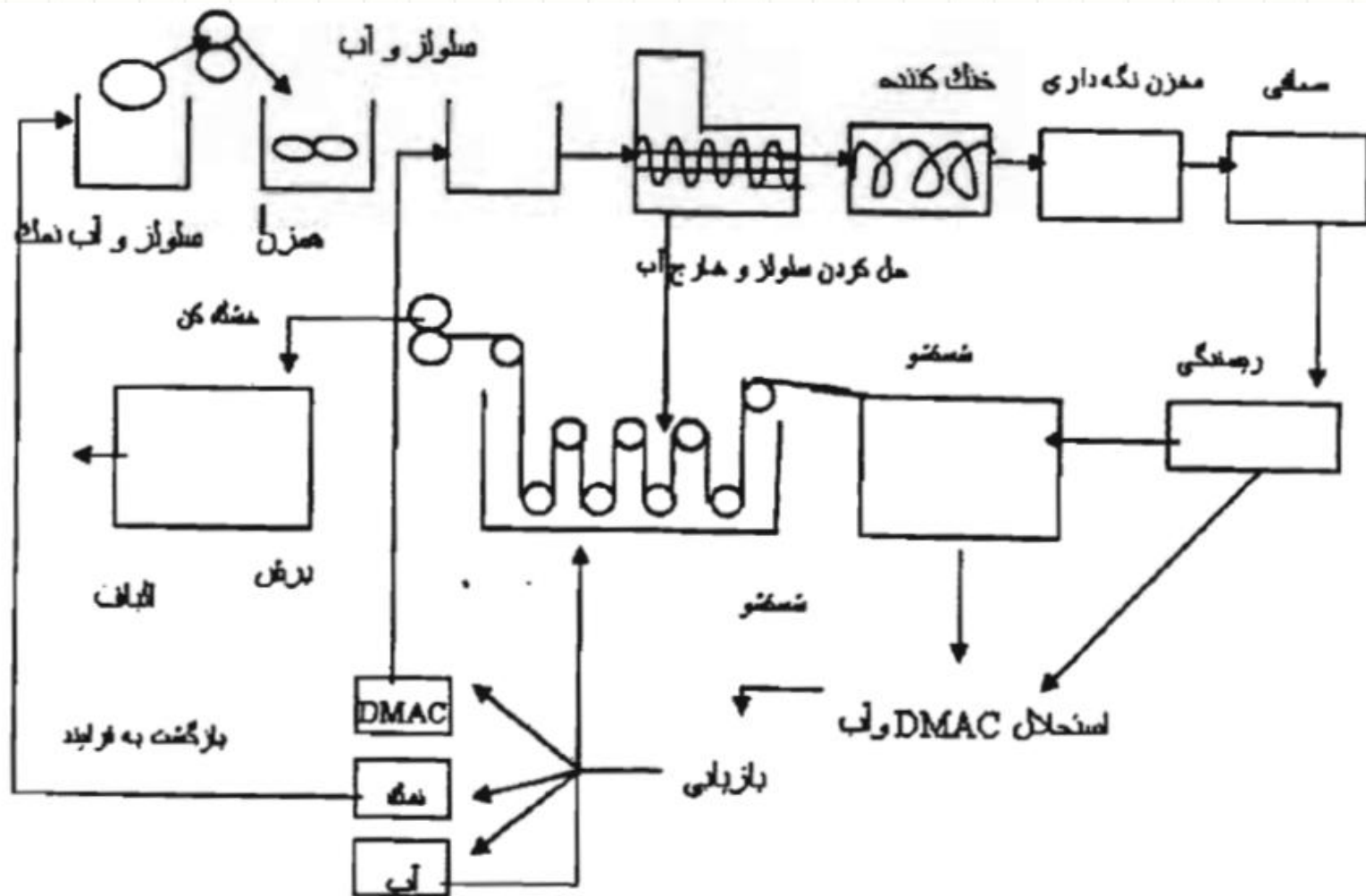
در روش تر ریزی از حمام انعقاد دارای آب، استون، استونیتریل یا متانول استفاده می شود و الیاف با کیفیت برتر و با سرعت بیشتر به دست می آید.

- در این روش، الیاف با سرعت ۱۵۰ متر در دقیقه که آخرین توان تولید در حد نیمه صنعتی است، تولید می شوند.

- بهترین الیاف از حمام انعقاد دارای استون یا استونیتریل به دست می آیند، ولی برای مقیاس صنعتی استفاده از آب نیز توصیه می شود.

- **در روش خشک ریزی** نیز الیاف با سرعت ۳۰۰ متر بر دقیقه تولید می شوند.

- الیاف پس از ریسندگی از یک ستون به طول حدود ۴ متر عبور می کنند تا عمل تبخیر حلال انجام گیرد.



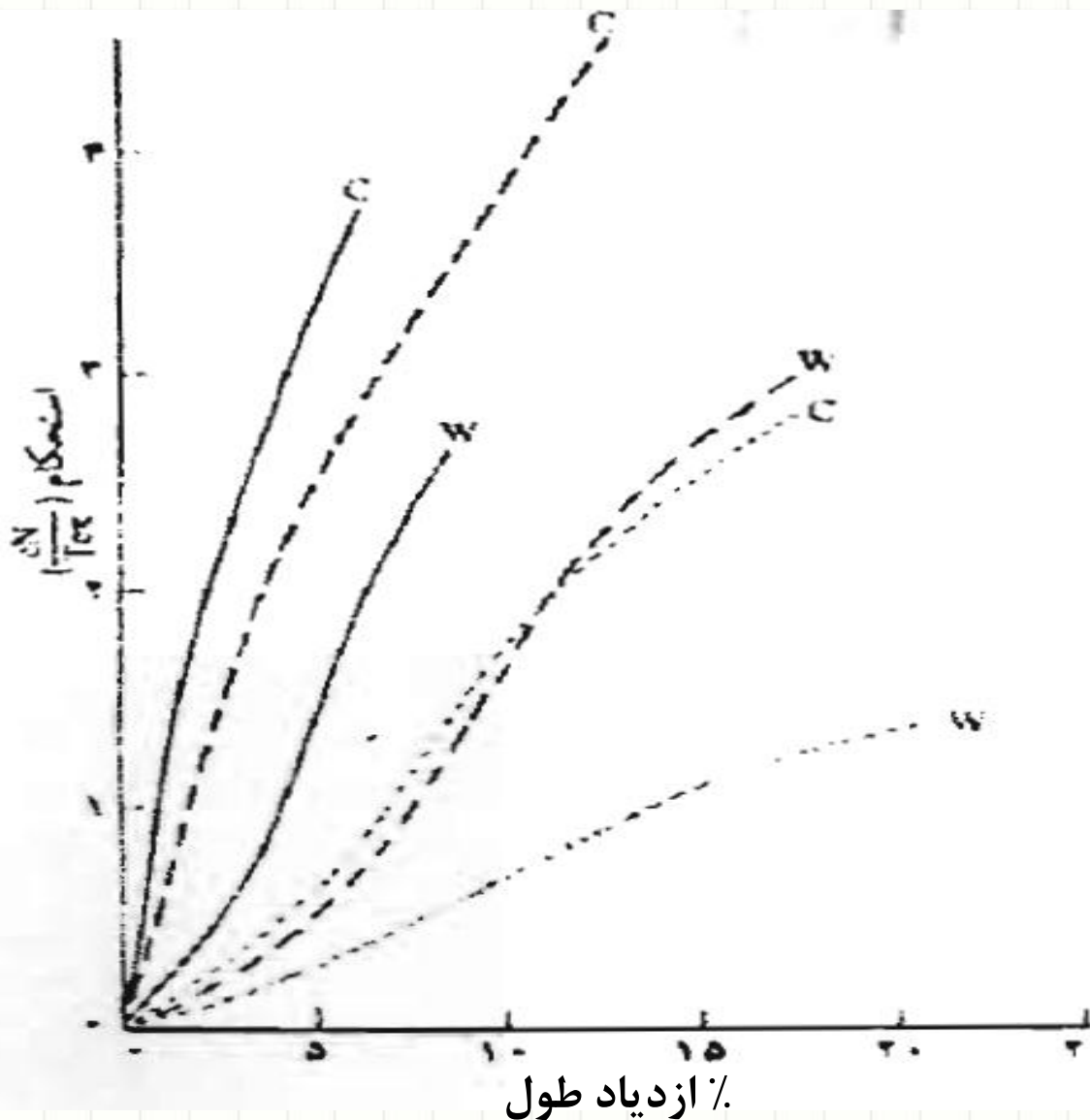
شکل فرایند تهیه الیاف توسط مخلوط حلال $LiCl / DMAS$ از سلولز.

- خصوصیات الیاف

- الیاف بدست آمده با استفاده از روش تر ریزی بهتر از خشک ریزی است. الیاف ریسیده شده از لیتیم کلرید و دی متیل استامید دارای خواصی بین الیاف معمولی و الیاف ویسکوز با ضریب کشسانی زیاد در حالت تر، HWM، است.

- این الیاف دارای استحکامی بین الیاف ویسکوز معمولی و الیاف دارای HWM هستند.

- ۴- تولید الیاف سلولزی بازیافتی با استفاده از حلال آمین اکسید:
- این الیاف با نام تجاری تنسل به بازار عرضه شده اند.
- سطح مقطع این گونه الیاف مدور است.



منحنی تنش - کرنش الیاف سلولزی تهیه شده با استفاده از مخلوط حلال LiCl/DMAC در

استونیتریل، HWM، ریون معمولی (W) حالت تر و (C) شرایط استاندارد

commercially sensitive

حلال های مهم موجود برای سلولز که در تهیه الیاف موفق بوده اند

حلال	دما °C	زمان (h)	ویسکوزیته محلول ۰.۵٪ (Pas)	غلظت ماگزیمم (%)
DMFN ₂ O ₄	۰-۲۰	۱-۳	(۷۴۰)۱۷	(۷۴۰)۱۴
NMMO	۸۰-۱۵۰	۲-۶	(۵۰۰)۴۰	(۵۰۰)۲۵
DMSCLiCl	۲۰-۶۰	۶-۱۰	(۷۴۰)۱۱۴	(۵۵۰)۱۲
NH ₄ SCNNH ₃	-۱۲-۲۰	۲-۱۵	(۱۰۱۵)۱۳۰۰	(۱۰۱۵)۷.۵

اعداد داخل پرانتز بیانگر D_p می باشند

نتیجه گیری:

برای انتخاب حلالی مناسب برای سلولز و تهیه الیاف بازیافتی باید عوامل زیادی را در نظر گرفت.

- در این میان عوامل مهمتر عبارتند از:

- سرعت حل شدن سلولز،
- حداکثر غلظت سلولز در حلال،
- تجزیه سلولز طی ذخیره سازی،
- درجه سمی بودن آن و مسائل زیست محیطی
- قابل دسترس بودن حلال و امکان بازیابی کامل آن
- کیفیت الیاف ریسیده شده.

مشتقات سلولزی - اترها

- پلیمرهای اتر سلولز دارای خواص زیادی هستند که دامنه کاربرد آنها را توسعه داده است.

- اترهای سلولز از پلیمر بعمل آمده سلولز، مشتمل بر زنجیرهای خطی، از حلقه های گلوکز بدون آب β (بتا) ساخته می شوند.

- محصولات بدست آمده به دو گروه تقسیم بندی میشوند:

الف - اتر سلولزهای قابل حل در آب که ارزش بالایی دارند.

ب - اتر سلولزهای قابل حل در مواد آلی.

اثر سلولزی های قابل حل در آب

- سدیم کربوکسی متیل سلولز (cmc)
- سدیم کربوکسی متیل ۲- هیدروکسی اتیل سلولز
- ۲- هیدروکسی اتیل سلولز
- متیل سلولز ۴-۲- هیدروکسی پروپیل متیل سلولز
- هیدروکسی بوتیل متیل سلولز
- هیدروکسی اتیل متیل سلولز
- هیدروکسی اتیل سلولز (HEC)
- هیدروکسی اتیل متیل سلولز (HEMC)
- هیدروکسی پروپیل سلولز

اثر سلولزهای قابل حل در مواد آلی

- اتیل ۲- هیدروکسی اتیل سلولز

- اتیل سلولز

- ۲- سیانواتیل سلولز

۱/ سدیم کربوکسی متیل سلولز

- سدیم کربوکسی متیل سلولز یا صمغ سلولز (CMC)، یک اتر سلولز یونی میباشد که از واکنش منو کلرو استیک اسید، بصورت اسید یا نمک سدیم، با سلولز قلیایی بوجود می آید.

- تولید کربوکسی متیل از آلمان شروع شد و بعد از آن در ۱۵ کشور دیگر توسعه پیدا کرد.

خصوصیات CMC

- سدیم کربوکسی متیل سلولز بصورت خالص، فنی، نیمه تصفیه شده و همچنین به شکل آزاد موجود و در دسترس می باشد.

- بواسطه طبیعت قطبی گروه کربوکسیل، سدیم کربوکسی متیل سلولز در آب سرد و گرم محلول می باشد.

- ویسکوزیته محلولهای CMC به کاهش دما بستگی دارد همین طور که دما افزایش پیدا می کند، تحت شرایط عادی این تاثیر بالعکس می باشد.

موارد استفاده CMC

- **CMC دارای کاربردهای زیادی می باشد.**
- در شوینده ها به عنوان یک عامل ضد ته نشین شدن مجدد نقش دارد.
- در شستن لباسهای پنبه ای،
- در صنعت چاپ پارچه به عنوان غلظت دهنده
- به عنوان آهار برای بهبود فعالیت بافندگی
- محصولات CMC خالص در بسیاری از انواع غذاها و فرآورده های داروئی مورد استفاده قرار میگیرند.
- از آنها در صنعت نفت برای جلوگیری از کاهش در جریان نفت استفاده می شود.
- **سایر کاربردها شامل:**
- **فن آرایش و زیبایی و جراحی پلاستیک، چسبهای کاغذ دیواری، به عنوان یک عامل معلق کننده در سرامیک و لعاب های شیشه ای**

۲/ سدیم کربوکسی متیل ۲- هیدروکسی اتیل سلولز

- سدیم کربوکسی متیل سلولز می تواند با یونهای فلزی از قبیل عناصر قلیائی خاکی و یونهای سنگین برای تشکیل رسوبات واکنش دهد.
- این خصوصیت ساختار یونی آن می تواند بوسیله تعویض و جایگزینی هیدروکسی اتیل بر روی ساختار CMC تعدیل شود.
- اتر سلولز مخلوط شده بعضی از خواص مفید CMC را حفظ می کند.

۳/ متیل سلولز ۴-۲- هیدروکسی پروپیل متیل سلولز

- تولید تجاری آن در سال ۱۹۳۸ در ایالت متحده گسترش پیدا کرد.
- با توسعه تجاری آن نیاز برای محصولات تغییر یافته بوسیله جایگزینی احساس شد که این جایگزینی بوسیله اکسید های آلکیلنی مثل اتیلن، پروپیلن و اکسیدهای بوتیلنی در فرآوردهای تجاری مورد استفاده انجام گرفت.

۴/ ۲- هیدروکسی بوتیل متیل سلولز

- استفاده عمده از این مشتقات متیل سلولز بعنوان غلیظ کننده در زایل کننده های رنگ های الکلی می باشد.

۵ / ۲ - هیدروکسی اتیل متیل سلولز

- مقدار کم جایگزینی هیدروکسی اتیل در متیل سلولز، بوسیله تهیه کننده‌های اروپایی برای بدست آوردن نقاط ژل گرمایی بالاتر مورد استفاده قرار گرفته اند.

کاربردهای متیل سلولز

- متیل سلولز و ۲- هیدروکسی پروپیل متیل سلولز **اترهای سلولزی غیر یونی** هستند که کاربردها و موارد استعمال آنها عبارتند از:

- (الف) چسبها
- (ب) مواد شیمیایی کشاورزی
- (ج) در سرامیکها: فرآورده های ساختاری از قبیل تهیه فرمول سیمان، دوغاب و ساروج کاشی

• کاربردهای متیل سلولز

- (د) کاربردهای اضافی در لوازم آرایشی از قبیل شامپو ها، پاک کننده ها،
- (ه) غلظت دهنده و آهار
- (و) در صنعت دارویی از متیل سلولز و تغییر و تبدیل های آن بعنوان پوشش و دانه های ریز برای قرص ها
- (ز) در انواع گوناگون سوسپانسیونها یا مواد معلق در مایع

• ۶/ هیدروکسی اتیل سلولز

- ۲- هیدروکسی اتیل سلولز یا (HEC) یک اتر سلولز محلول در آب و غیر یونی میباشد که با متیل سلولز و ۲-دی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز تفاوت دارد.
- خاصیت ژلی غیر گرمایی آن تحمل را برای نمکهای یون دار افزایش می دهد.

خواص اتیل سلولز

- با وجودی که ۲- هیدروکسی اتیل سلولز دارای یک نقطه ژل گرمایی نمیباشد، ویسکوزیته محلولهای آن با افزایش دما کاهش پیدا می کند.
- محلولهای دارای وزن مولکولی کم درجه پایینتری از حالت شبه ارتجاعی را از خود نشان می دهند و مانند سیالهای نیوتنی عمل می کنند.
- محصولات دارای وزن مولکولی بالا درجه بالاتری از حالت شبه ارتجاعی یا شبه پلاستیکی دارند.

کاربردها

- ساختار شیمیایی غیر یونی و قابلیت انحلال آن در آب سرد و گرم از عوامل مهم و عمده استفاده از HEC میباشد.
- در ساخت پوشش ها و تولیدات نفتی از HEC استفاده می شود.
- بعنوان یک کلئید محافظ در پلیمریزاسیون وینیل استات بکار برده می شود.

۷ / ۲ - هیدروکسی اتیل متیل سلولز

- هیدروکسی اتیل متیل سلولز (HEMC) از لحاظ تحمل و مقاومت در مقابل نمکها به HEC شبیه است.
- وجود گروه متیل باعث فعالیت سطحی می شود که نسبت به متیل سلولز و هیدروکسی اتیل سلولز متوسط و حد میانه است.
- HEMC مانند HEC هیچگونه خصوصیات ژل گرمایی را در آب و در دماهای جوش ندارند.
- HEMC همچنین در latex paint (شیرابه رنگ) به کار برده می شود.

۸ / ۲- هیدروکسی پروپیل سلولز

- وقتی که اکسید پروپیلن با سلولز قلیایی واکنش می دهد در تغییر و تبدیل فرآیند هیدروکسی اتیل سلولز، محصولی بدست می آید که از لحاظ خواص تفاوت زیادی با HEC دارد.

• کاربردها

- بعنوان افزودنی به مواد غذایی
- در پوششها و لعابها
- بعنوان کلئید محافظ در پلیمریزاسیون سوسپانسیون یا تعلیق،
- در لوازم آرایشی متکی به الکل، در رنگ پاکن ها،
- در مواد مربوط به داروها
- عاملی که باعث شده از هیدروکسی پروپیل سلولز در این موارد استفاده شود، قابلیت انحلال آن در الکل ها و سایر حلالهای قطبی می باشد.

استرهای آلی

- استات سلولز مهمترین استر آلی سلولز بخاطر کاربرد گسترده اش در پلاستیکها و الیاف مصنوعی می باشد.
- تولید صنعتی استات سلولز به عنوان جایگزین نیتрат سلولز که بسیار قابل اشتعال است، بصورت پلاستیک و پوشش بدنه و بال هواپیما در جنگ جهانی اول آغاز شد.
- امروزه استات سلولز با درجات مختلف جانشینی از مونو استات محلول در آب گرفته تا تری استات تولید می شود.

استرهای آلی

- اگر چه استات سلولز هنوز هم رایج ترین استر آلی سلولز بوده و عمدتاً در تولید الیاف مصنوعی استفاده می شود، ولی به دلیل حساسیت نسبت به رطوبت، سازگاری محدود با مواد تشکیل دهنده پلاستیک و سایر رزین ها و غیره، مصرف آن محدود است.
- تری استرهای ساده همچون فرمات سلولز، پروپیونات و بوتیرات سلولز تهیه و بررسی شده اند، ولی به مقدار زیاد تولید نشده اند.
- مثلاً استرهای فرمات که از واکنش سلولز با اسید فرمیک بدست می آید از نظر گرمایی و هیدرولیکی ناپایدار ذکر شده اند.

خواص فیزیکی و شیمیایی

استات سلولزهای تجاری شایع، عبارتند از **نوع اولیه (تری استات)** و

نوع ثانویه (محلول در استن - دی استات).

آنها معمولاً سفید، بی بو، بی مزه و غیر سمی هستند.

خواص استات سلولز را مقدار اسید استیک یا (استیل) و وزن مولکولی آنها تعیین می کند.

خواص انحلال پذیری عمومی استات سلولز به مقادیر مختلف استیل به قرار زیر است:

(الف) مقدار استات بالای 43% محلول در دی کلرومتان - نامحلول در استن (تری استات)

(ب) مقدار استات 42% - 37% محلول در استن - نامحلول در کلرومتان (دی استات)

(ج) مقدار استات 32% - 24% محلول در ۲- متوکسی اتانول - نامحلول در استن (منو استات)

(د) مقدار استات 14% - 13% محلول در آب - نامحلول در ۲- متوکسی اتانول

(هـ) مقدار استات کمتر از 13% نامحلول در تمامی حلالهای ذکر شده

کاربردها

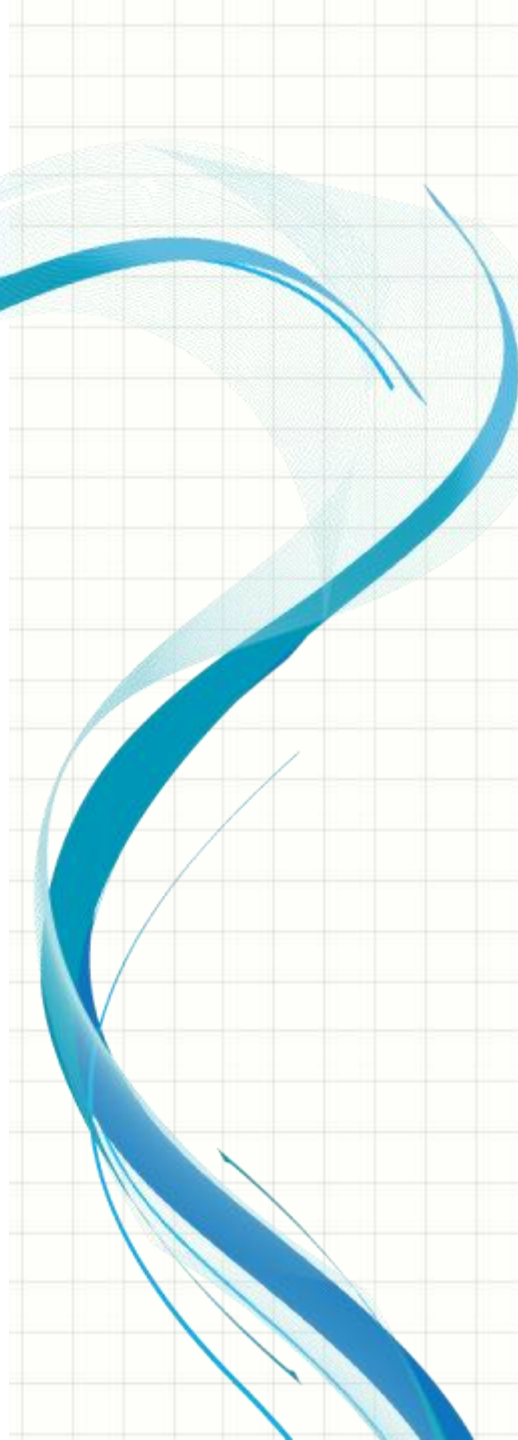
- استات سلولز به عنوان الیاف در منسوجات، پلاستیک، فیلم، روکش و لاک بکار می رود.
- فیلم استات سلولز در عکاسی و نوار ضبط صوت به کار می رود.
- استاتی که در عکاسی بکار می رود تقریباً در همه موارد تری استات است. مقادیر زیادی فیلم استات سلولز در بسته بندی به دلیل شفافیت زیاد آن بکار می رود.
- همچنین از آن به عنوان پلاستیک در قالبگیری و اکستروژن برای کاربردهای مختلف استفاده کرده اند.

- از استات با گرانروی کم در لاکها، در لایه های محافظ کاغذ، فلز و شیشه استفاده می شود.
- از استات با وزن مولکولی کم به دلیل سرعت پیوند مطلوب و مقاومت در برابر پوسته شدن مناسب آن، استفاده کرده اند.
- چسپ حساس به گرما برای منسوجات نیز از استات سلولز تهیه می شود.
- فیلم یا غشاها و الیاف تو خالی ساخته شده از استات سلولز به عنوان صافی، مثلاً در اسمز معکوس، غشاها یا غشاهای دیالیز در ماشینهای کلیه مصنوعی به کار می روند.
- سلولز پروپیونات و بوتیرات کاربردهای فراوانی از قبیل روکش، قالبگیری، پلاستیک، محصولات فیلم و فرمولهای لاک دارند.

A decorative blue wavy line that starts at the top left, curves across the top, and then spirals down towards the bottom right corner of the slide.

استرهای غیر آلی

نیترا ت سلولز

- 
- نیترات سلولز توسط براکنو تهیه شده مهمترین و تنها استر غیر آلی موجود در بازار از سلولز است.
 - سونباین اولین بار، روش ترجیھی تولید نیترات سلولز با استفاده از مخلوط اسید سولفوریک – اسید نیتریک را ابداع کرد.
 - نیترات سلولز ابتدا برای مواد منفجره نظامی (چاشنی باروت) بکار میرفت.
 - بعدها آنرا با کافور ترکیب کردند و اولین پلاستیک مصنوعی موفق یعنی سلولوئید را تولید کردند.



- لاکهای صنعتی بزرگترین بازارها برای نیتراهای سلولز به خود اختصاص داده اند و پس از آن مواد منفجره قرار دارند.

- هیچ استر غیر آلی سلولز بجز نیترات سلولز اهمیت تجاری پیدا نکرده است.

- با این وجود تلاش و توجه قابل ملاحظه ای در دو رده دیگر از مشتقات غیر آلی مبذول شده است:

استرهای حاوی گوگرد و استرهای حاوی فسفر .



خواص فیزیکی

مهمترین خواص فیزیکی نیترات سلولز مربوط به کاربرد آن در تولید لاکها، مرکبها و چسپها است که عبارتند از:

حلالیت، گران روی، سازگاری با مواد اولیه پلاستیک،
رزینها و رنگدانه ها

کاربردها

- بیشترین کاربرد صنعتی نیترات سلولز تولید لاک برای تزئین و حفاظت است.

- نیترات سلولز در انواع حلالهای آلی محلولند و فیلمهای شفاف و بادوام می دهند و با بسیاری از مواد نرم کننده (پلاستیک ساز) و رزین ها سازگارند.

- بیشترین مصرف لاکهای نیترات سلولز در تولید خودرو و مبلمان چوبی است.

- از آن در تولید مرکب نیز استفاده می شود زیرا قابلیت حل شدن سیستم حلال با الکل زیاد می باشد.



فصل دوم آزبست

طبقه بندی الیاف معدنی

از نظر مسائل بهداشتی، الیاف معدنی یا کانیهای لیفی زیان آور را می توان به دو دسته تقسیم نمود:

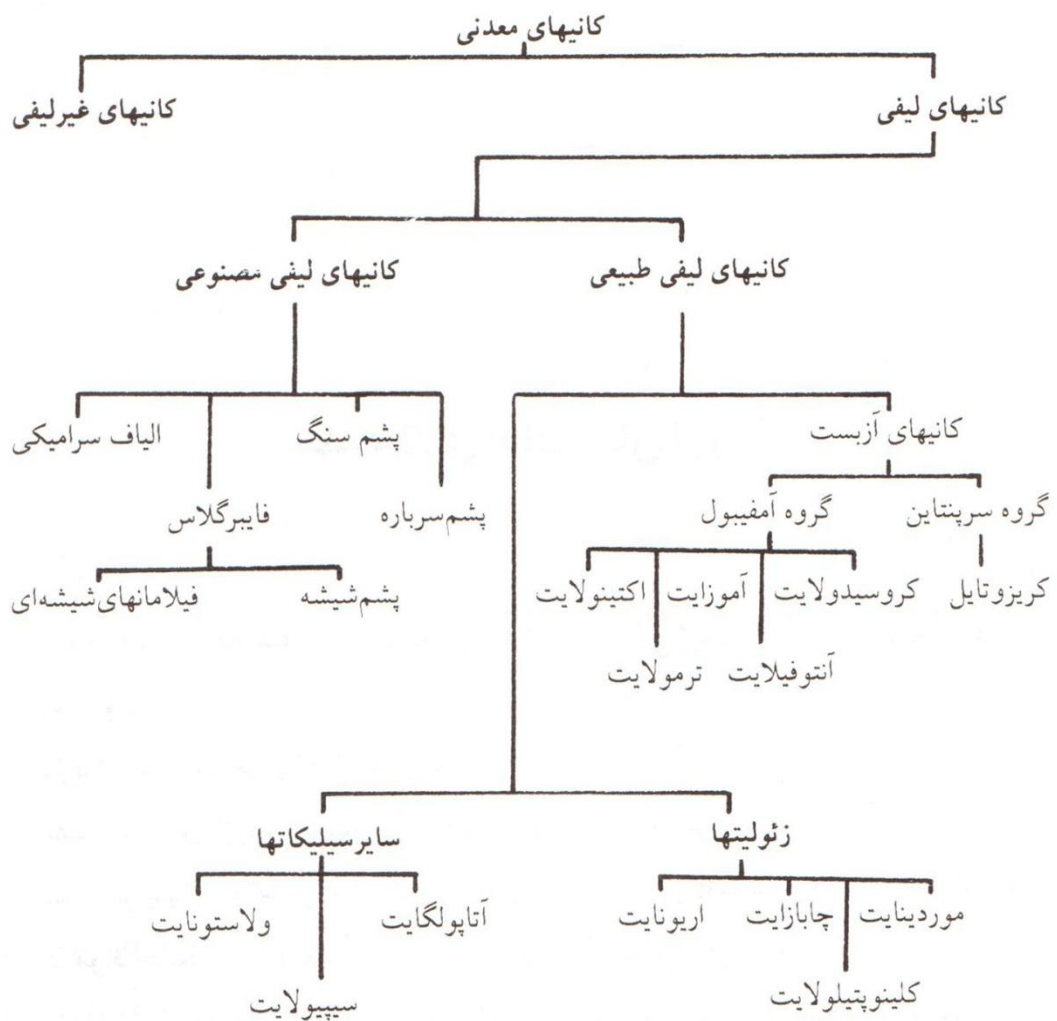
۱- کانیهای لیفی طبیعی که عبارتند از:

الف : کانیهای آزبست، شامل گروه های آمفیبول و سرپنتاین

ب: زئولیتها و سایر سیلیکاتهای لیفی شکل که در طبیعت یافت می شوند و به عنوان مواد جایگزین شونده آزبست بسیار مورد توجه قرار گرفته اند.

۲- کانیهای لیفی مصنوعی از جمله این کانیها می توان به پشم سنگ، پشم سرباره و غیره اشاره کرد.

کانیهای لیفی مصنوعی که از تولید روز افزون برخوردارند، در گروه الیاف مصنوعی طبقه بندی می شوند و امروزه بسیاری از انواع آنها به جای آزبست در تهیه محصولات گوناگون استفاده می شود.



ساختمان بلوری کانیه‌های آزبست

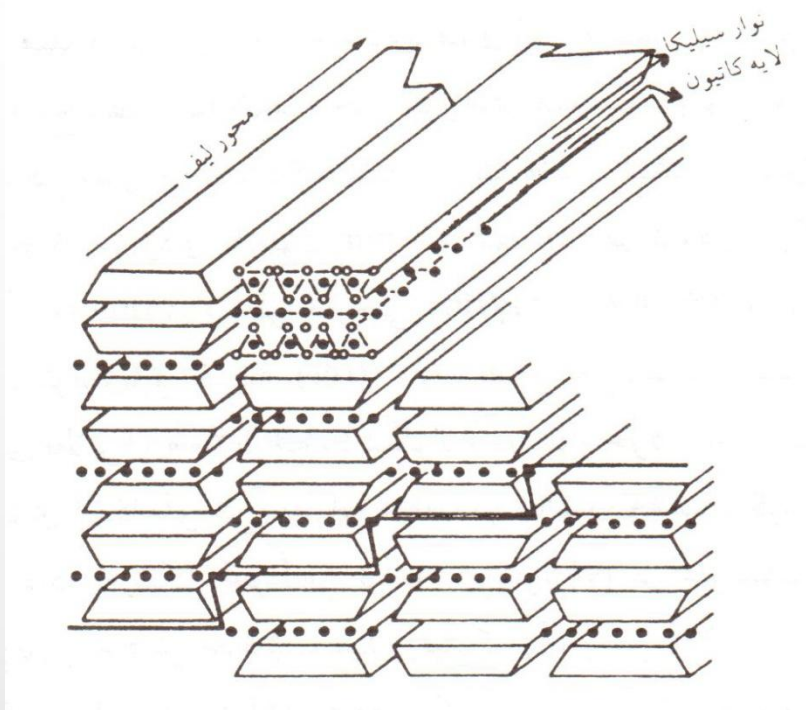
خواص استثنایی و نادر آزبست عمدتاً ناشی از:

ساختمان بلوری

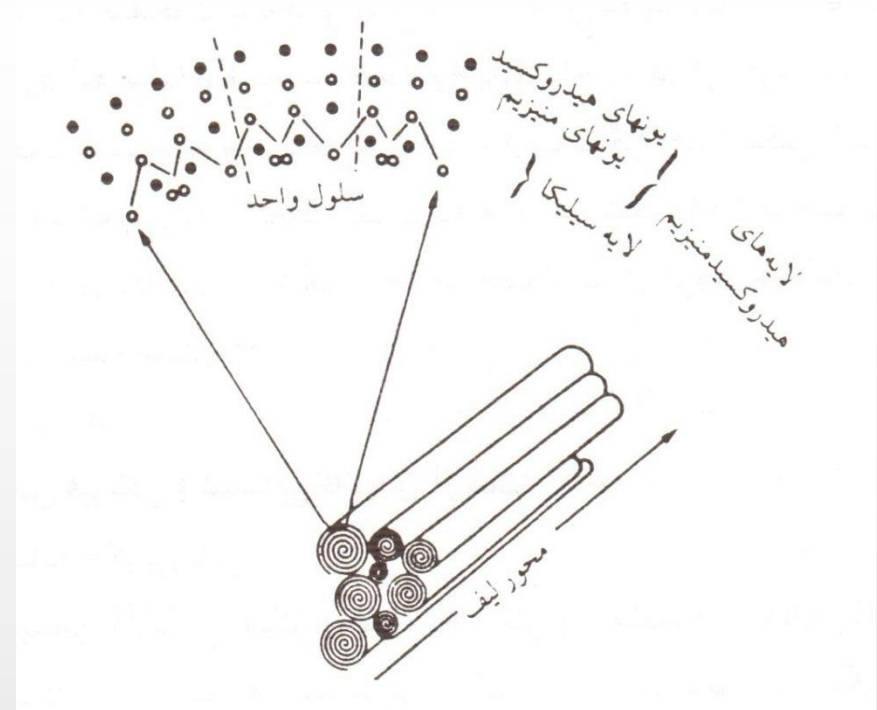
و ماهیت غیر آلی آن است.

ساختمان بلوری **کریزوتایل** کاملاً متفاوت از اعضای گروه **آمفیبول** می باشد.

آزبست



بلور کروسیدولایت (گروه آمفیبول)



بلور کریزوتایل (گروه سرپنتاین)

آزبست

فرمول شیمیایی چند آزبست تجاری

فرمول شیمیایی	نام آزبست
$Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$	کریزوتایل
$Na_2Fe_3^{++}Fe_2^{+++}(Si_8O_{22})(OH)_2$	کروسیدولایت (آزبست ریبکایت)
$Fe_7(Si_8O_{22})(OH)_2$	گرونرایت (آموزایت)
$Mg_7(Si_8O_{22})(OH)_2$	آنتوفیلایت
$Ca_2Mg_5(Si_8O_{22})(OH)_2$	ترمولایت
$Ca_2(Mg, Fe^{++})_5(Si_8O_{22})(OH)_2$	آکتینولایت

آزبست

آزبست یا پنبه کوهی یک نوع از الیاف طبیعی نسوز است که در نقاط گوناگون جهان از جمله ایران برای عایق کاری در ساختمانها و مراکز علمی به کار برده می شود.

آزبست که از الیاف سیلیکات ساخته شده است در مقابل آتش سوزی مقاوم است و دمای تا حدود ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد را تحمل می کند.

این الیاف از خود غبار و ذرات ناپیدائی در هوا منتشر می کنند که برای انسان مضر است و تنفس این ذرات بیماری های کشنده ریوی را به وجود می آورد.

آزبست

به خاطر فایده هایی که آزبست دارد متخصصین سعی دارند خطرات آن را از طریق انجام پژوهشهای علمی کم کنند.

کاربرد وسیع و روز افزون پنبه نسوز در صنعت و اجناس مصرفی و همراه با آن افزایش بیماری های شغلی ناشی از تماس با آن در دهه های اخیر، انجام

پژوهش های گسترده تری

را بر روی این ماده منجر شده است.

آزبست

اخيراً یک شرکت ژاپنی توانسته روشی را برای بی خطر کردن آزبست ابداع کند:
در این روش مخلوطی از یک اسید + یک پلیمر غیر آلی و پلیمر آلی را به الیاف آزبست
اسپری می کنند.

پلیمر پس از مدتی یک لایه جامد را بر روی الیاف آزبست ایجاد می کند و در لایه لای
آنها شکاف به وجود می آورد. اسید از طریق این شکاف ها به درون سیلیکات نفوذ
می کند و در آنجا واکنش های شیمیایی انجام می دهند.

نتیجه این عمل جسم جامدی است که به سختی در مقابل آتش سوزی مقاوم است ولی
دیگر ذرات و غبار را به هوا منتشر نمی کند.

آزبست

پنبه نسوز یا آزبست نام متداول یک گروه از سیلیکات های معدنی، آهن و منگنز است که ترکیبات پیچیده لیفی و کریستالی دارند.

انواع اصلی آن که بیشترین کاربرد را در صنایع نساجی، شیمیایی، الکتریکی، مکانیکی و ساختمانی دارند عبارت اند از:

۱- پنبه نسوز سفید (Chrysotile) نوع ابریشمی و بسیار قابل انعطاف به شکل برف سفید مایل به خاکستری، به دلیل داشتن الیاف بلند و محکم در صنایع ریسندگی و بافندگی کاربرد بسیار دارد.

۲- **پنبه نسوز قهوه ای (Amosite)** - نوع صاف و شکننده به رنگ خاکستری روشن مایل به قهوه ای، به دلیل داشتن الیاف کوتاه و استحکام زیاد در صنایع شیمیایی به کار می رود.

۳- **پنبه نسوز آبی (Crocidolite)** - نوع صاف، قابل انعطاف و بسیار ظریف و شکننده تر از سایر انواع، به رنگ آبی، این گونه در صنایع شیمیایی و تهیه محصولات سیمانی به کار می رود.

آزبست

پنبه نسوز به دلیل خواص گوناگونی که دارد در اغلب صنایع کاربردی ویژه یافته است.

- مقاومت در برابر حرارت،

- مقاومت در برابر مواد شیمیایی،

- مقاومت در برابر خوردگی،

- مقاومت در برابر رطوبت و صدا،

- ارزانی،

- سهولت دست رسی به آن.

آزبست

در صنایع آزبست - سیمان،

پنبه نسوز را به دلیل خواص:

- تجزیه ناپذیری بسیار زیاد الیاف،
 - تنش کششی معادل فولادهای مخصوص،
 - بی تفاوتی در مقابل حرارت و رطوبت
 - مهمتر از همه قابلیت زیاد اختلاط و امتزاج الیاف با سیمان،
- به عنوان آرماتور در ساخت انواع ورق ها و لوله ها با ضخامت کم بکار می رود.

آزبست

ویژگی بارز پنبه نسوز که ناشی از شکل و اندازه الیاف آن است، موجب می شود کسانی که در تماس مستقیم و مداوم با آن قرار دارند، **در معرض خطر** باشند.

کارگرانی که در معادن استخراج و تصفیه پنبه نسوز و همچنین صنایع مربوطه مثل آزبست، سیمان، لنت ترمز، پارچه ها و محصولات عایق و ضد حریق، انواع کف پوش های عایق کشتی سازی و بسیاری دیگر از این قبیل مشغول کارند، همچنین خانواده آنها، و حتی ساکنان اطراف این معادن و کارخانه ها هم در معرض خطر ابتلا به انواع بیماری های ناشی از ورود الیاف به داخل دستگاه تنفسی و گوارشی قرار دارند.

گزارش هایی از بیماری های دستگاه تنفسی در شهرنشینان نیز به دست آمده که علت آن احتمالاً وجود الیاف رها شده در اثر استهلاک لنت های ترمز و کلاچ اتومبیل هاست.

آزبست

پنبه نسوز به دلیل خواص گوناگونی که دارد: از جمله مقاومت در برابر حرارت، مواد شیمیایی، خوردگی، رطوبت و صدا، به علاوه ارزانی و سهولت دست رسی به آن در اغلب صنایع کاربردی ویژه یافته است.

در صنایع آزبست - سیمان، پنبه نسوز را به دلیل خواص تجزیه ناپذیری بسیار زیاد الیاف، تنش کششی نسبت به فولادهای مخصوص، بی تفاوتی در مقابل حرارت و رطوبت و مهمتر از همه قابلیت زیاد اختلاط و امتزاج الیاف با سیمان، به عنوان آرماتور در ساخت انواع ورق ها و لوله ها با ضخامت کم به خدمت گرفته می شوند.

آزبست

نوع بیماری و شدت و ضعف آن به عوامل متعددی از جمله:

نوع و مدت تماس، نوع و غلظت الیاف در هوا، استعمال یا عدم استعمال دخانیات، سن و شرایط جسمانی شخص بستگی دارد.

بنابر استاندارد بین المللی، الیاف بلندتر از ۵ میکرون که قطری کمتر از ۳ میکرون دارند و نسبت طول به قطرشان از ۱ به ۳ کوچک تر نباشد، به عنوان **الیاف قابل تنفس زیان آور** تلقی می شوند.

غلظت آنها به صورت تعداد الیاف در هر سانتیمتر مکعب از هوا Fibers/cm^3 نشان داده می شود. تحقیقات نشان داده اند که بیشترین خطر را الیاف ی با قطر کم تر از ۳ میکرون و طول بین ۱۰-۲۰۰ میکرون موجب می شوند.

اثرات زیان بار پنبه نسوز بر سلامتی

۱- بیماری آذیبست

این بیماری با ترشح ماده ای پروتئینی به عنوان عکس العمل دفاعی بدن در مقابل ورود اجسام خارجی (در این جا الیاف بسیار ظریف پنبه نسوز) شروع می شود که به تدریج پیرامون الیاف را فرا می گیرد و به دنبال ازدیاد آن، جدار داخلی شش ها ضخیم و سخت می شوند و گنجایش ریه ها کاهش می یابند. همزمان با این عوارض:

کار انتقال اکسیژن از حفره های هوایی به داخل مویرگ های تنفسی مختل می شود.

- تنگی نفس، متورم شدن انتهای انگشتان دست، درد در ناحیه دستگاه تنفسی، خس خس در هنگام تنفس، بی اشتهایی و کاهش وزن از جمله علائم ابتلا به این بیماری است.

اثرات زیان بار پنبه نسوز بر سلامتی

۲- **سرطان ریه** - در میان افرادی که با پنبه نسوز سرو کار دارند دیده می شود که البته امکان وقوع آن با استعمال دخانیات تشدید می شود.

۳- **Mesothelioma** - در این بیماری که به سرطان پرده جنب موسوم است، تومورهای سفید رنگی در اطراف ریه ها تشکیل می شوند که به تدریج رشد می کنند و با وارد آوردن فشار به دیواره خارجی ریه ها، از گنجایش آنها می کاهند یا به اندام های گوارشی صدمه می رسانند، و در هر دو صورت منجر به مرگ بیمار می شوند.

۴- **خطر ابتلا به سرطان های معده و روده** در اثر تماس با پنبه نسوز، تقریباً دو برابر می شود.

۵- **زگیل** روی دست ها و انگشت ها که در اثر فرو رفتن الیاف در پوست عارض می شود.

آشنایی با آزبست و مواد جایگزین شونده آن

کانی شناسی آزبست

کانیهای پنبه نسوز یا آزبست را به دو گروه تقسیم کرده اند که عبارتند از:

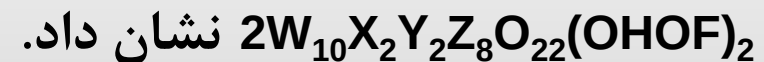
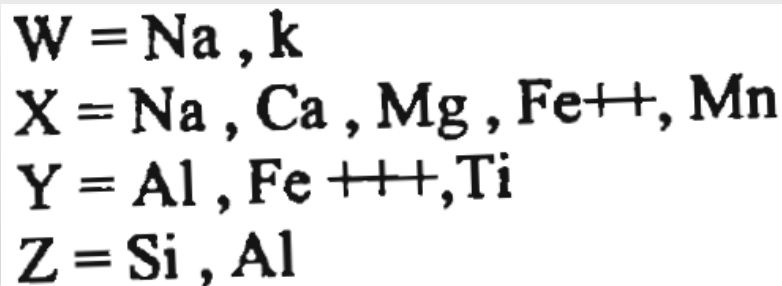
گروه سرپانتین ها و گروه آمفیبول ها

الف: گروه سرپانتین ها، سیلیکاتهای منیزیم آبدار به فرمول $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ هستند.

از کانیهای مشخص آنها می توان کریزوتایل و پیکرولیت را نام برد که

کریزوتیل (آزبست سفید رنگ) از نظر اقتصادی کانی با ارزشی است.

ب: گروه آمفیبولها، اعضای این گروه را می توان با فرمول ساختمانی:



استخراج

- برای استخراج و بهره برداری از آذیست **شکل سنگ و محل جغرافیایی معدن، کیفیت و کمیت کانسار، هزینه بهره برداری الیاف، چگونگی حمل و نقل و دسترسی به بازارهای بزرگ** در نظر گرفته می شود.

- پس از اکتشاف و نمونه برداری از مغز سنگ، بهره برداری از معادن:
به طریق روباز و زیر زمینی، با تکنیک های مختلفی انجام می گیرد.

- در هر یک از روشها امکان پراکندگی و انتشار الیاف در محیط وجود دارد، که با اعمال روشهای مناسب می توان گرد و غبار حاصله را کنترل کرد.

- بارش نزولات جوی نیز در کاهش آلودگی ایجاد شده موثرند.

استخراج

از نظر زمین شناسی کریزوتایل معمولاً همراه با توده های بزرگ و تغییر یافته سرپانتین در سنگهای اولترامافیک غنی از اولیوین یافت می شود.

- به نظر می رسد در هنگام تبدیل اولیون به سرپانتین محلولهایی در سنگ فرو رفته است و در اثر جذب زیاد آب سنگ متورم شده است، بعداً در اثر تبخیر آب جذب شده سنگ منقبض گردیده و ترکهای نامنظمی در آن به وجود آمده است. حرکاتی خاص موجب تشکیل الیاف پنبه نسوز در ترکها شده و فعل و انفعالات بعدی باعث رشد این الیاف می گردد.

استخراج

الیاف کریزوتایل معمولاً به سه شکل یافت می گردند.

الف: الیاف امتدادی:

در این حالت الیاف در امتداد دیواره رگه قرار دارند. این گونه الیاف برای رسیدن چندان مناسب نمی باشند. اما الیافی به بلندی ۱۰۶ سانتیمتر قبلاً در چین استخراج شده است.

ب: الیاف چلیپائی:

شکلی از کانسار است که در آن، الیاف عمود بر دیواره رگه قرار گرفته اند. الیاف کریزوتایل را بیشتر به این صورت می توان مشاهده نمود. این گونه الیاف طول مطلوبی برای ریسندگی دارند و با طولی حدود ۱/۹ سانتیمتر و بلندتر از نظر تجارتي ارزشمندند.

استخراج

- ج: الیاف واریزه:
- الیاف در این حالت به شکل پودر در نزدیک سطح زمین و مخلوط با سنگهای ریز و درشت یافت می گردند. این گونه الیاف را معمولاً به روش روباز و غیر انفجاری بهره برداری می کنند.
- در مقابل، آمفیبولها غالباً در بستری چند لایه از سنگ آهن فشرده و بسیار سخت، به صورت رگه هایی کاملاً بی شکل و نامنظم یافت می گردند.

خردایش و آسیاب

- کلوخه معدنی آزبست اغلب دارای ۹۰ درصد یا بیشتر لیف است.
- در آسیاب کلوخه ها تحت عملیات خرد کردن و الک کردن قرار می گیرند و سپس الیاف توسط هواکشهای بزرگ با مکیدن هوا جمع آوری می شوند.
- درجه بندی الیاف بر حسب درصد طول الیاف موجود تعیین می گردد. هر چه درصد الیاف بلند در مخلوط نهایی بیشتر باشد، مخلوط ارزش بیشتری دارد.
- الیاف به طور متوسط $1/9$ سانتیمتر یا بیشتر طول دارند و برای بافتن منسوجات آزبستی مناسب هستند.
- برای حفظ طول الیاف پنبه نسوز و حداکثر بهره برداری از کانسار، لازم است عملیات مکانیکی روی لیفها به حداقل برسد.

مواد جایگزین آزبست

- امروزه در صنعت برای دستیابی به محیطی ایمن، علاوه بر روشهای کنترل از مواد جایگزین نیز استفاده می شود به کار بردن مواد کم خطرتر به جای مواد خطرناک و زیان آوار از جمله اقدامات حفاظتی محسوب می شود.

- در انتخاب مواد جایگزین علاوه بر خواص مناسب و صرفه اقتصادی، جنبه های بهداشتی را نیز بایستی در نظر داشت.

- چنانچه در لنت ترمز های مرسوم مواد جدیدی به جای آزبست کریزوتیل به کار برده شوند، علاوه بر حفظ کیفیت محصول و کارایی آن باید توجه داشت که میزان انتشار الیاف از محصولات جدید بیشتر از انواع قدیمی و مرسوم آن نباشد و همچنین لنت های جدید میزان تصادفات را افزایش ندهند.

مواد جایگزین آزبست

امروزه از مواد مختلفی به عنوان جایگزین آزبست استفاده می شود.

– مواردی از قبیل پشم شیشه (Glass wool)، پشم سنگ (Rock wool)، پشم سرپاره (Slag wool) و الیاف شیشه (Glass fiber) در تهیه عایقهای اکوستیکی و حرارتی و اسپری های ضد آتش مورد استفاده قرار گرفته اند و محصولات آنها به بازار عرضه شده است. مواد فوق از جمله کانیهای لیفی مصنوعی می باشند.

– از دیگر مواد جایگزین باید از زئولیتها و سایر الیاف طبیعی نام برد.

– الیاف سرامیکی نیز به واسطه استحکام کششی فوق العاده شان، به عنوان عامل تقویت کننده در تهیه مواد کامپوزیت بسیار مورد توجه می باشند.

مواد جایگزین آزبست

به علاوه مواد دیگری نیز به عنوان جانشین آزبست مورد توجه قرار گرفته اند که عبارتند از:

خاک دیاتومه و میکولیت، پرلیت، چوپ پنبه (cork)، پلی استایرین (polystyrene)، پلی وینیل کلراید (P.V.C) و پلی اورتان (polyurethane).

از نظر اقتصادی با توجه به سه پارامتر قیمت تمام شده لوله، هزینه نصب لوله ها و هزینه تعمیر و نگهداری، در هر سه مورد لوله های آزبست سیمان از دو جایگزین دیگر (لوله های بتنی و لوله های چدنی) با صرفه تر می باشند.

پنبه نسوز خطرناک اما کارا

با وجود اینکه از مدتها قبل و بطور واضح ثابت شده که **پنبه نسوز برای سلامت انسان خطرناک بوده و ماده ای سرطان زا است** با این حال هنوز تولید و کاربرد آن هر چند در حجم بسیار کمی نسبت به گذشته در زمینه های مختلف و در سرتاسر جهان ادامه دارد.

– **تنوع و مقرون به صرفه بودن** کاربرد (آزبست) در ساخت سیمان و فرآورده های ساختمانی، واشرهای آب بندی و برخی لوازم خودرو از قبیل ترمز و کلاچ در کنار یک سری ویژگیهای دیگر مانند استحکام کششی بالا، ثبات شیمیایی و حرارتی، انعطاف پذیری عالی و رسانایی الکتریکی ضعیف در این میان نقش بسیار مهمی ایفا می کند.

– الیاف آزبست همچنین در برابر تغییرات شدید حرارتی و شیمیایی مقاوم بوده و کاملاً غیر قابل اشتعال هستند.

کاربردها

کاربرد اصلی آزبست:

-تولید محصولات سیمانی آزبست دار بویژه لوله و صفحات تخت سیمانی

(هرچند کاربرد آزبست در کشورهای توسعه یافته و پیشرفته محدود شده، اما استفاده از سیمان آزبست دارد در کشورهای در حال توسعه به علت مقرون به صرفه بودن آن از نظر اقتصادی و مقاومت به خوردگی آن در مناطق مرطوب و استوایی همچنان ادامه دارد).

- آسفالت کف پوشهای وینیلی، مواد عایق، ضد آتش، تقویت کننده های پلاستیک، رنگهای خاص، پوشش بام، لوازم ترمز و کلاچ خودروها، مواد بسته بندی، درزگیر و واشرهای آب بندی

خصوصیات الیاف آزیست

الیاف پنبه نسوز در مجموعه ای نادر و استثنایی از خواص فیزیکی و شیمیایی مشترک هستند. این خواص عبارتند از :

۱. مقاومت حرارتی زیاد
۲. استحکام کششی زیاد، تقریباً برابر با فولاد
۳. انعطاف پذیری مطلوب
۴. مقاومت در برابر اکسایش، خوردگی، سایش و تغییرات بیولوژیکی
۵. مقاومت الکتریکی زیاد
۶. تمایل به ایجاد سوسپانسیون با حلالها و اختلاط با انواع ماتریسها و مواد آلی

خواص شیمیایی کانیهای آزبست

اکتینولایت (Actinolite)	ترمولایت (Tremolite)	آنتوفیلایت (Anthophyllite)	آموزایت (Amosite)	کروسیدولایت (Crocidolite)	کریزوتایل (Chrysotile)	آزبست خصوصیت
$\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	$(\text{Mg, Fe})_7(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	$(\text{Fe, Mg})_7(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	$\text{Na}_4\text{FeII}_2\text{FeIII}_2(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	$\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$	فرمول شیمیایی
سیلیکات کلسیم منیزیم آهن هیدراته	سیلیکات کلسیم و منیزیم هیدراته	سیلیکات منیزیم و آهن هیدراته	سیلیکات آهن و منیزیم هیدراته (مقدار آهن بیشتر از آنتوفیلایت است)	سیلیکات سدیم و آهن هیدراته	سیلیکات منیزیم هیدراته	ترکیب اصلی
۵۱-۵۶ (۰-۳) (۰-۵) (۵-۱۵) (۱۲-۲۰) (۱۰-۱۳) (۰-۲) ۱/۸-۲/۳ - -	۵۵-۶۰ (۰-۳) (۰-۵) (۰-۵) (۲۰-۲۵) (۱۰-۱۵) (۰-۲) ۱/۵-۲/۵ ۰-۵/۰ -	۵۳-۶۰ (۰-۳) (۰-۵) (۳-۲۰) (۱۷-۳۱) (۰-۳) (۰-۱) ۱/۵-۳/۰ ۱/۰-۶/۰ -	۴۹-۵۲ (۰-۱) (۰-۵) (۳۵-۴۰) (۵-۷) (۰-۲) (۰-۱) ۱/۸-۲/۴ ۲/۰-۵/۰ ۰/۵-۲/۵	۴۹-۵۶ (۰-۱) (۱۳-۱۸) (۳-۲۱) (۰-۱۳) (۰-۲) (۴-۸) ۱/۷-۲/۸ ۲/۵-۴/۵ -	۳۸-۴۲ (۰-۲)* (۰-۵) (۰-۳) (۳۸-۴۲) (۰-۲) (۰-۱) ۱۱/۵-۱۳/۰ ۱۲/۰-۱۵/۰ -	درصد وزنی اجزای تشکیل دهنده SiO_2 Al_2O_3 Fe_2O_3 FeO MgO CaO Na_2O Na_2O^+ H_2O $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}$
به کندی خورده می شود	خیلی خوب	خیلی خوب	به کندی خورده می شود	خوب	ضعیف	مقاومت در برابر اسیدها
خوب	خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	مقاومت در برابر بازها

خواص فیزیکی کانیهای آزبست

آکینولایت (Actinolite)	ترمولایت (Tremolite)	آنتوفیلایت (Anthophyllite)	آموزایت (Amosite)	کروسیدولایت (Crocidolite)	کریزوتایل (Chrysotile)	آزبست خصوصیت
سبز کمرنگ تا سبز تیره	سفید - خاکستری، سبز، زرد، آبی رنگ	سفید متمایل به خاکستری، قهوه‌ای کمرنگ، قهوه‌ای متمایل به زرد	خاکستری، خاکستری کمرنگ تا قهوه‌ای کمرنگ، زرد تا قهوه‌ای تیره	آبی	سفید تا سبز کمرنگ، (زرد، صورتی) *، کهربایی، سبز - خاکستری	رنگ
۱۳۹۳	۱۳۱۶	۱۴۶۸	۱۳۹۹	۱۱۹۳	۱۵۲۱	نقطه گداخت °C
۳/۰-۳/۲	۲/۹-۳/۱	۲/۸۵-۳/۱	۳/۴-۳/۵	۳/۳-۳/۴	۲/۵۵	دانسیته (g/cm ^۳)
۵ -	۵ -	۲۷ -	۱۷ ۱۶۲۰	۳۵ ۱۸۶۰	۳۱ ۱۶۲۰	خواص مکانیکی استحکام کششی (۱۰ ^۳ Kg/cm ^۲) ضریب یانگ (۱۰ ^۳ Kg/cm ^۲)
زبر و شکننده	معمولاً "تردو شکننده" زبر	معمولاً "تردو شکننده" زبر، نرم	معمولاً "تردو شکننده" زبر و خشن	انعطاف پذیر تا تردو شکننده، محکم نرم تا زبر	معمولاً "انعطاف پذیر، ابریش می، محکم، نازک، نرم تا زبر	بافت لیفی
-	-	۰/۵۸	۱/۳۴	۰/۸۴	۱/۸۲	هدایت الکتریکی نسبی (micromhos)
ستونی دراز و باریک تا فیبری	ستونی □ دراز و باریک تا فیبری	منشوری، صفحه‌ای تا فیبری	منشوری Δ صفحه‌ای × تا فیبری	فیبری	فیبری و آزبستی شکل	ساختمان بلورین

Δ (prismatic)

× (lamellar)

□ (columnar)

* از ذخایر سرپنتاینی دولومیت

خواص فیزیکی کانیهای آزبست

سیستم بلوری	منوکلینیک و اورتورومبیک	منوکلینیک	منوکلینیک	اورتورومبیک	منوکلینیک	منوکلینیک
ساختمان کانی شناسی	در رگه های سرپنتاین و غیره	به شکل الیاف در سازند آهن ●	صفحه ای، فبرهای درشت تا ظریف ازبستی شکل	صفحه ای، آزبستی شکل	توده ای فبری، دراز و منشوری	الیاف و کریستالهای مشبک، بلند و منشوری
مقاومت حرارتی	خوب، در حرارتهای بالا شکننده	ضعیف، گداخته می شود	خوب، در حرارتهای بالا شکننده	خیلی خوب	نسبتاً خوب	-
نحوه قرار گرفتن الیاف در رگه	لغزشی ○ و چلیپایی □	چلیپایی	چلیپایی	لغزشی، توده درهم الیاف	لغزشی، توده درهم الیاف	لغزشی، توده درهم الیاف
جلا	ابریشمی	ابریشمی تا کدر	شیشه ای تا مرواریدی	شیشه ای تا مرواریدی	ابریشمی	ابریشمی
سختی (Mohs)	۲/۵-۴/۰	۴/۰	۵/۵-۶/۰	۵/۵-۶/۰	۵/۵	±۶
انعطاف پذیری	زیاد	خوب	خوب	ضعیف	ضعیف	ضعیف
قابلیت رسیدن	خیلی خوب	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	ضعیف	ضعیف	ضعیف
گرمای ویژه (BTU/lb/°F)	۰/۲۶۶	۰/۲۰۱	۰/۱۹۳	۰/۲۱۰	۰/۲۱۲	۰/۲۱۷
نوع بار الکتریکی	مثبت	منفی	منفی	منفی	منفی	منفی
خواص فیلتراسیون	کند	تند	تند	متوسط	متوسط	متوسط
چگالی مخصوص	۲/۴-۲/۶	۳/۲-۳/۳	۳/۱-۳/۲۵	۲/۸۵-۳/۱	۲/۹-۳/۲	۳/۰-۳/۲
رخ	کامل ۱۰۰	کامل ۱۱۰	کامل ۱۱۰	کامل ۱۱۰	کامل ۱۱۰	کامل ۱۱۰
خواص اپتیکی	biaxial + extinction parallel	biaxial ± extinction parallel	biaxial ± extinction parallel	biaxial + extinction parallel	biaxial - extinction inclined	biaxial - extinction inclined

● Iron formation

○ Slip

□ Cross

فصل سوم

آسفالت و قیر

آسفالت توسط ASTM اینگونه تعریف شده است:

- یک ماده سیمانی که رنگ آن از قهوه ای تیره تا مشکی، متغیر است و گسترده ترین اجزای تشکیل دهنده آن، قیرها هستند که یا از طبیعت حاصل می شوند و یا در خلال فرایندهایی در ارتباط با نفت به دست می آیند.

-آسفالتها آنطور که به رفتار و خصلت آنها مربوط می شود، شامل هیدروکربنهایی با وزن مولکولی زیاد هستند که آسفالتن نامیده می شوند.

(این اولین نشانه از پلیمری بودن آسفالت است)

- آسفالتنها ذاتاً و خصلتاً در کربن دی سولفید (CS_2) و هیدروکربنهای آروماتیک قابل حل هستند.

● Bitumen عمومی ترین لفظی است که توسط ASTM به معنی قیر به کار می رود.

● قیر (Bitumen) توسط ASTM اینگونه تعریف می شود:

● مجموعه ای از مواد سیمانی با خواص مشابه که رنگ آنها مشکی یا تیره است، اینان چه طبیعی باشند و یا به طور مصنوعی به دست آیند اساساً از هیدروکربنهایی با وزن مولکولی زیاد تشکیل شده اند.

● قیرها ممکن است جامد، خمیری (شبه جامد) و یا به صورت سیالاتی ویسکوز و گرانیرو باشند.

● قیر (Bitumen) از مواد اصلی و از سازندگان آسفالتها، قطرانها و نیز قیر صنعتی (pitch) است. (در صنعت از واژه pitch برای قیر استفاده می شود)

● به خصوص، قیر از مواد اصلی سازنده "آسفالتن" می باشد. کانادایی ها و اروپایی به طور متداول و نیز زمین شناسان و باستان شناسان ایالات متحده، واژه های "قیر" و "قیر آسفالتی" را مترادف با واژه آسفالت به کار می برند ولی بیشتر:

واژه "آسفالت" را برای مخلوطی از قیر و مواد غیر آلی به کار می برند.

● در روشهای تجاری معمول، قیر (pitch) از قطران (tar) به دست می آید و آن نیز به طور رایج از قطران زغال سنگ، نفت خام و بعضی مواد آلی دیگر به دست می آید.

● ASTM، آسفالتها و مواد قیری را به سه دسته **جامد**، **شبه جامد** و **سیال** طبقه بندی می کند. این طبقه بندی بر اساس رفتاری که آنها در آزمایش نفوذ از خود نشان می دهند، می باشد.

● انواع آسفالت:

- ۱- آسفالت صخره ای (Rock asphalt)
- ۲- آسفالت های دریاچه ای (Lake asphalts)
- ۳- آسفالت های نفتی (Petroleum asphalts)

آسفالت صخره ای (ROCK ASPHALT)

- آسفالت صخره ای شامل ۵ تا ۲۵ درصد قیر است. در آسفالت صخره ای، آسفالت (قیر) از یک ماده نرم به ماده ای که نفوذ در آن سخت است تبدیل می شود. محتویات معدنی این آسفالت که معمولاً ماسه - شن یا ماسه - آهک هستند، تغییرات زیادی دارند.
- مخلوط هایی از آسفالت صخره ای در انواع گوناگون برای پوشاندن سطح به کار می روند. بعضی از آنها خواص **(ضد لغزندگی)** ارجحتری برای پوشاندن سطح دارند، بویژه آسفالت هایی که حاوی ماسه و شن هستند.
- آسفالت های صخره ای در تکزاس، آلاباما، اکلاهاما، کلرادو، کالیفرنیا و کنتاکی ایالات متحده امریکا یافت می شود. ترکیب آسفالت کنتاکی به طور طبیعی برای راه سازی و روسازی مناسب است (اگر محتویات قیر آن کمتر از ۷ درصد نباشد).

آسفالت های دریاچه ای Lake asphalts

● آسفالت ترینیداد در بعضی از منابع در جزیره ترینیداد وجود دارد:

● نزدیک به سواحل شمالی ونزوئلا

● از این قیر (آسفالت) برای ساخت و سازهای پوششی و کاربردهای دیگر در نقاط مختلف جهان استفاده می شود.

● البته قیرهای دمیده (air blown) با درجه های مختلفی از سختی، از اوایل سال ۱۹۰۰ از نفت به دست آمده اند و همزمان با افزایش کاربرد قیرهای مذکور دامنه کاربرد قیرهای طبیعی رفته رفته کاهش پیدا میکند.

آسفالت های دریاچه ای

- آسفالت ترینیداد، ترکیب درصد نسبی و تقریباً ثابتی دارد:
- ۲۶ درصد آب و گاز،
- ۳۹ درصد قیر محلول در کربن دی سولفید،
- ۲۷ درصد مواد معدنی
- ۵ درصد مواد معدنی قابل جذب.
- خالص سازی و پالایش آنها، اساساً پدیده ای از "دی هیدراسیون" است که با گرم کردن آسفالت استخراج شده تا حدود دمای ۶۵ درجه سانتیگراد انجام می شود.

آسفالتهای نفتی Petroleum asphalts

- از اوایل قرن بیستم، بسیاری از آسفالتهای از خالص سازی مواد نفتی تهیه شده اند، و به طور اساسی در کارهایی مثل رو سازی راهها و پوشش کردن و نیز در پشت بامها استفاده شده اند.
- فرار رسیدن حمل و نقل موتوری به افزایش تولید وسیع آسفالت از **نفت** منجر شد، تا مواد مورد نیاز و لازم را برای پوششهایی با سطح سخت فراهم کنند.
- در مقایسه با آسفالتهای طبیعی، **آسفالتهای نفتی "آلی" هستند** اما مقادیر بسیار کمی از مواد غیر آلی هم در آنها وجود دارد.
- این آسفالتهای خصوصیات خود را از خصلت منابعی به دست می آورند که از آن به دست آمده اند، ضمن اینکه نوع پروسه تولید و پالایش هم ممکن است تغییراتی در آنها به وجود آورد و در خصوصیات آنها دخل و تصرف کند.

ترکیب و ویژگیها

- ترکیب آسفالت، سالهای محدودی است که شناخته شده است:
- یک سیستم کلوییدی در شرایط عادی و نرمال (از نظر پارامترهای ترمودینامیکی) در سال ۱۹۲۴ پیشنهاد شد.
- در این سیستم کسرهای وزنی "آسفالتن" مشخص شده اند.
- تبدیل از یک کلویید به یک سیال نیوتنی به دما، سختی، تنش برشی (shear stress)، خصلت شیمیایی و غیره بستگی دارد.
- در دماهای نرمال آسفالت ویسکوز (یعنی سیال ولی گراندرو) است.

○ یک فاز مجزا (از آسفالت) مجموعه مولکولی به هم پیوسته ای (**micelles**) از آسفالتن و نیز ترکیبات آروماتیک نفتی با وزن مولکولی زیاد است.

○ نمونه متفاوت دیگری از سیستم نیز برای آسفالتها گزارش شده است: بعضی از آسفالت‌های سیال، سیستمشان به صورت **Lgophil** است.

سیستم **Lgophil** سیستمی است که در فاز مورد نظر:

میل و تجانس زیادی بین مواد موجود است.

یعنی فاز، کاملاً یکدست و یکنواخت است به عبارتی سیستم **Lgophil** نقطه مقابل سیستم کلوییدی است.

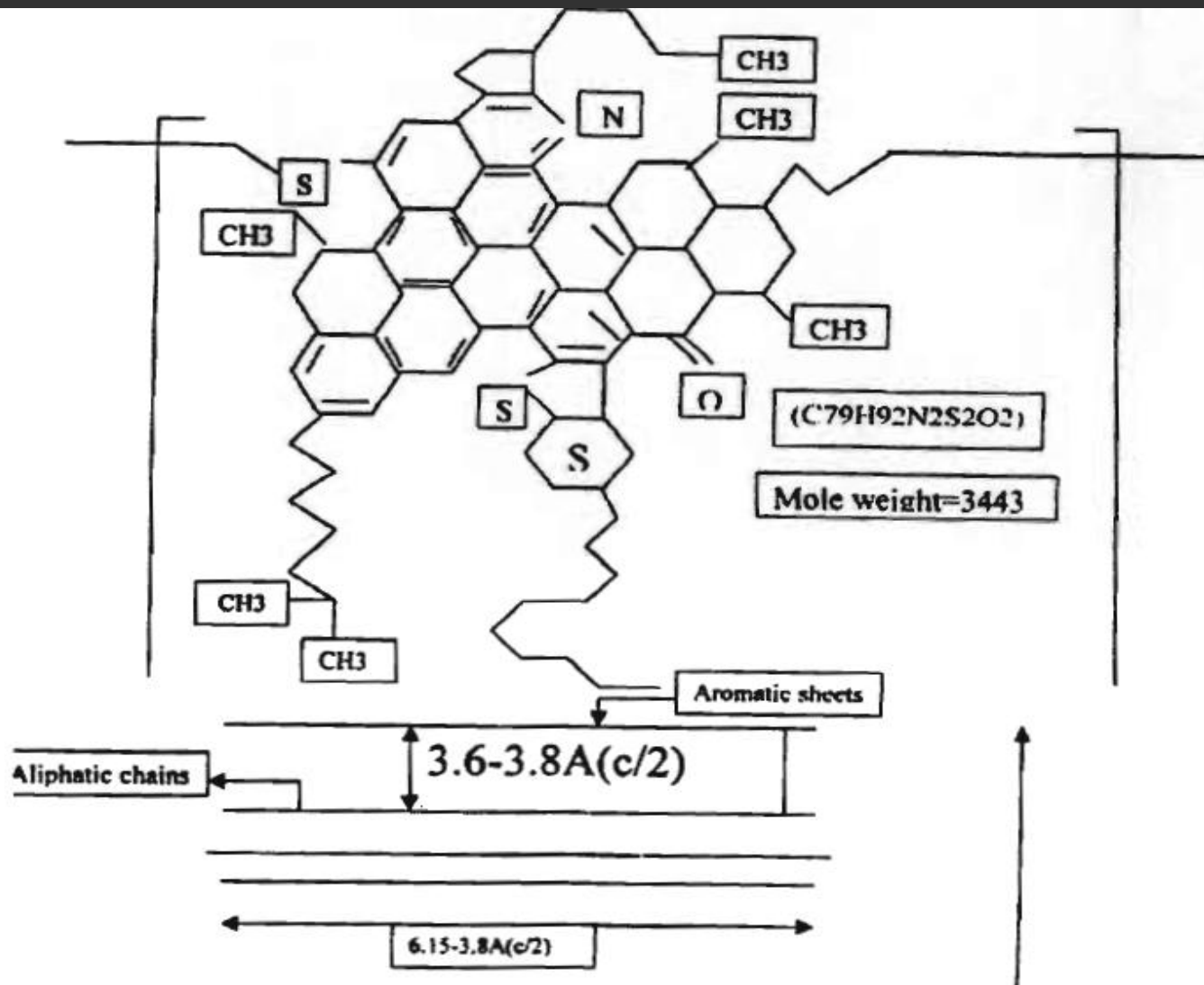
سیستم کلوییدی از اجتماع میسلها بوده و یکدست نیست.

یک ساختار فرضی

- آسفالتها مرکب از سیستمهای حلقوی سیکلو آلیفاتیک و آروماتیک چند هسته ای، به طوریکه زنجیرهای فرعی آلیفاتیک را شامل شود، می باشند.
- وزن مولکولی آنها از چند هزار تا صد هزار میباشد.
- ساختار آسفالت بر اساس منبع مربوطه به طور اصولی تغییر می کند.
- یک ساختار فرضی از نوع **لاملار** بر اساس تجزیه پرتو ایکس پیشنهاد شده است (شکل صفحه بعد).
- در ساختار فرضی آسفالت، آسفالتها یعنی همان هیدروکربنهای با وزن مولکولی زیاد و حلقه های آروماتیک را خواهیم دید.

(دلیل انحلال آسفالتها در هیدروکربنهای آروماتیک)

ساختار فرضی یک آسفالت نفتی که توسط ASTM گزارش شده است



یک طبقه بندی دیگر

● ترکیبات با بالاترین محتویات کربن، جزئی از آسفالت را تشکیل می دهند که **Carboid** نامیده می شوند. کربویدها در کربن دی سولفید نامحلول هستند.

این جزء اگر چه آلی است، اما غیر آسفالتی است
(یعنی جزو آسفالتینها نیست).

اجزای دیگر که آسفالتی هستند، **Carben** نامیده می شوند. اینها در کربن دی سولفید محلول هستند، اما در کربن تتراکلرید غیر محلول می باشند.

یک طبقه بندی دیگر

- احتمال حضور Carboid ها و Carben ها با هم و توامان در آسفالت، کم است و در مقادیر کوچکی رخ می دهد.
- Carboid ها حداکثر نزدیک به ۲ درصد از آسفالتهای حرارتی را تشکیل می دهند اما در آسفالتهای رایجتر مثل "رسوبی ۴۶" و دمیده، Carboid غایب است.
- در آسفالتهای ذکر شده، Carben ها با مقادیری حدود ۰/۲ درصد یا کمتر وجود دارد، اما ممکن است مقدار آن در آسفالتهای حرارتی یا آنهایی که بوسیله یک اکسیداسیون قوی تهیه می شوند، بیشتر باشد.

آنالیز عنصری (Elemental Analysis)

● به طور کلی، بیشتر آسفالتها دارای ترکیب درصدی مشابه

موارد زیر هستند:

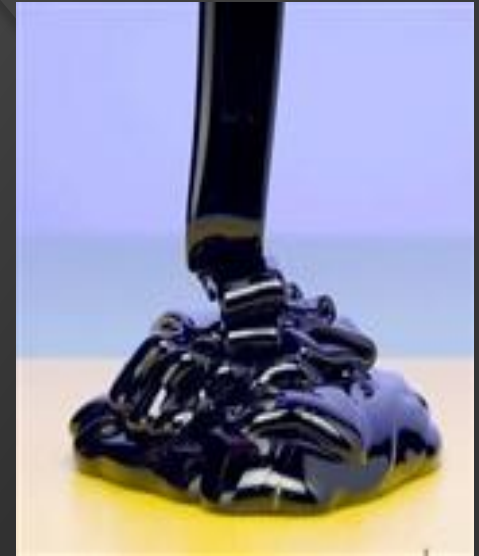
- ۷۹-۸۰ درصد وزنی کربن،
- ۷-۱۳ درصد وزنی هیدروژن،
- از مقادیر کم تا ۸ درصد گوگرد،
- ۲-۸ درصد وزنی اکسیژن،
- از مقادیر اندک تا ۳ درصد وزنی نیتروژن،
- فلزاتی همچون آهن، نیکل، وانادیم، کلسیم، تیتانیم، منیزیم، سدیم، کبالت، مس و در نفت خام با مقادیر اندکی یافت می شوند.

وزن های مولکولی **Molecular Weights** :

- آسفالتها، محدوده ی متغیری از وزن مولکولی از ۵۰۰ تا حداقل ۲۵۰۰ را دارا هستند. وزن مولکولی رزینها هم از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متغیر است.

عدد اسیدی **Acid Number** :

- آسفالت شامل مقادیر اندکی از آمیدهای آلی و مواد صابونی می باشد. آسفالتها معمولاً بر فلزات اثر خوردگی ندارند.
- گسترده ترین اسیدهای موجود در آسفالت، اسیدهای نفتیک با وزن مولکولی زیاد (به خصوص سیکلو پارافینها) هستند.
- این اسید ها به طور ریشه ای در نفت خام حضور دارند. البته آسفالت در مقایسه با نفت خام، اسید کمتری دارد: زیرا بیشتر اسیدهای نفتیک در طی فرایند تقطیر و سخت سازی آسفالت جدا می شوند.



تعریف قیر، انواع قیر و کاربردهای قیر

تعریف قیر - تاریخچه

- **BHTUMEN** عمومی ترین لفظی است که به معنی قیر بکار می رود.
- قیر مجموعه ای از مواد سیمانی با خواص مشابه می باشد که رنگ آنها مشکی یا تیره است. قیرها ممکن است جامد، شبه جامد و یا به صورت سیالاتی ویسکوز و گراندرو باشند.
- هر قدر آب و هوای یک منطقه گرمتر و یا میزان آمد و شد بیشتر باشد باید از قیر با درجه نفوذ کمتری استفاده شود.
- آسفالتهای طبیعی در زمان باستان وجود داشته اند. آن محصولی که بر روی سطح دریای مرده (بحرالمت) پیدا شد، همان چیزی بوده است که توسط مصریها برای امر مومیایی کردن به کار می رفته است.

- اینگونه تصور می شود که واژه کنونی **mummy** (یعنی مومیایی) از واژه عبری **mumiaa** (مومیا) آمده باشد که در زبان یهودیان به معنای (قیر) است.
- نمونه های استاندارد قیر را بدون شک، سومری ها شناختند. از روغن زیتون به عنوان سیال استفاده شد و با افزودن رشته ها و الیاف به آن در صورت نیاز، برای درز گیری و جلوگیری از جاری شدن سیالات موجود در ظرفها استفاده می کردند.
- مواد پوشاننده "**خشت پایدار**" برای کف پوش و ضد آب کردن سطوح به کار می رفت.
- یک منبع قابل توجه قیر و آسفالت در جزیره ترینیداد شناسایی شده است.

- آسفالت دریاچه ترینیداد به عنوان اولین کاربرد آسفالت در راهسازی و پوشاندن سطوح در ایالات متحده آمریکا گزارش شده است (سال ۱۸۷۴ میلادی).
- استفاده از آسفالت برمودز نیز به زودی مرسوم شد. این آسفالت از دریاچه برمودز در ونزوئلا به دست آمد.
- قیر جسمی است به رنگ مشکی براق که از هیدروکربنهای مختلف با وزن مولکولی بالا تشکیل شده است و به علت غیر قابل نفوذ بودن در مقابل آب، دارای خواص چسبندگی بوده و در ساختار آسفالت بکار می رود.
- ترکیبات تشکیل دهنده قیر مستقل از منبع و روش تولید آن، به دو بخش **آسفالتین و مالتین** قابل تقسیم است.

○ مطابق تعریف:

آسفالتین ها بخشی از قیر هستند که در N-پنتن حل نمی شوند،
و به بخش قابل حل، مالتین گفته می شود.

خواص قیر

- قیر در اثر حرارت به ترتیب از سختی به سفتی، خمیری، شلی و آبکی تغییر شکل داده و پس از حذف حرارت مجدداً به حالت اولیه خود بر می گردد.
- در ساخت آسفالت قیر مانند فیلم نازکی اطراف دانه ها را فرا گرفته و بدون پارگی یا ترک خوردگی آنها را به هم می چسباند.
- در مقابل نیروهای وارده به خوبی مقاومت می نماید. در ساختمان، نیروهای فشاری و کششی را تحمل نموده و پاره نمی شود.
- در عملیات راهسازی نیروهایمانند کوبیدن، مکیدن و خراشیدن را تحمل می نماید. این نیروها از طرف چرخ های وسایل نقلیه در حال حرکت، تغییر سرعت و ترمز نمودن آنها به سطح آسفالت وارد می شوند.
- قیر در مقابل، عوامل جوی، سرما و گرما و یخبندان مقاوم است.
- در مجاورت حرارت معمولی تغییر حالت نمی دهد.
- قیر خواص خود را به مدت زیادی حفظ می کند.

مشخصات عمومی قیر

- قیر ماده ایست که در سالیان دراز تغییر شکل پیدا نکرده و پایدار می ماند.
- این پایداری مربوط به **خواصی است که قیر خالص** دارا می باشد. به این معنی که هر چه پایه نفتی آن مناسب تر باشد پایداری تر خواهد بود.

○ مشخصات عمومی قابل توجه قیر:

- ❖ غیر قابل نفوذ بودن در مقابل آب و رطوبت
- ❖ مقاومت در مقابل اسیدها – بازها – نمکها
- ❖ قابلیت ارتجاعی
- ❖ چسبندگی
- ❖ محلول بودن در برخی از حلالها (بدون از دست دادن خواص خود)
- ❖ عایق بودن در مقابل جریانهای الکتریکی
- ❖ تشکیل دادن فیلم پایدار بر روی اجسام مختلف
- ❖ داشتن رنگ ثابت

در بعضی موارد قیر خاصیت خود را از دست میدهد بطوری که نمی توان از آن بخوبی استفاده کرد،

این موارد شامل اشکالات زیر می باشند:

- تجزیه شدن در حرارت زیاد و تبدیل آن به ذغال توام با اشتعال
- نداشتن خاصیت چسبندگی در محیط مرطوب و آلوده به خاک نرم
- تغییر شکل پذیرفتن در مقابل فشار و حلالها

انواع قیر از دیدگاه کلی:

● قیری که در راهسازی مورد استفاده قرار می گیرد از تقطیر نفت خام به دست می آید. در برخی کشورها از منابع قیر طبیعی نیز استفاده می شود.

● قیر طبیعی

● قیر تقطیری

قیر طبیعی

◉ منابع قیر طبیعی در طبیعت، در اثر تبدیل تدریجی نفت خام و تبخیر مواد فرار آن طی سالیان دراز تشکیل شده است. چون قیر طبیعی اکثراً مخلوطی از قیر و مصالح معدنی می باشد به آن آسفالت طبیعی نیز می گویند که در نقاط مختلف جهان از جمله محل های زیر یافت می شود:



◉ معدن آسفالت طبیعی Gard در فرانسه

◉ معدن آسفالت طبیعی Valde Travers سوئیس

◉ معدن آسفالت طبیعی Trinidad انگلستان (که بزرگترین معادن آسفالت طبیعی دنیا با سطح دایره شکل و وسعت ۴۰ هکتار و با عمق ۱۰۰ متر می باشد)

قیر طبیعی



دریاچه قیر رامهرمز - ایران

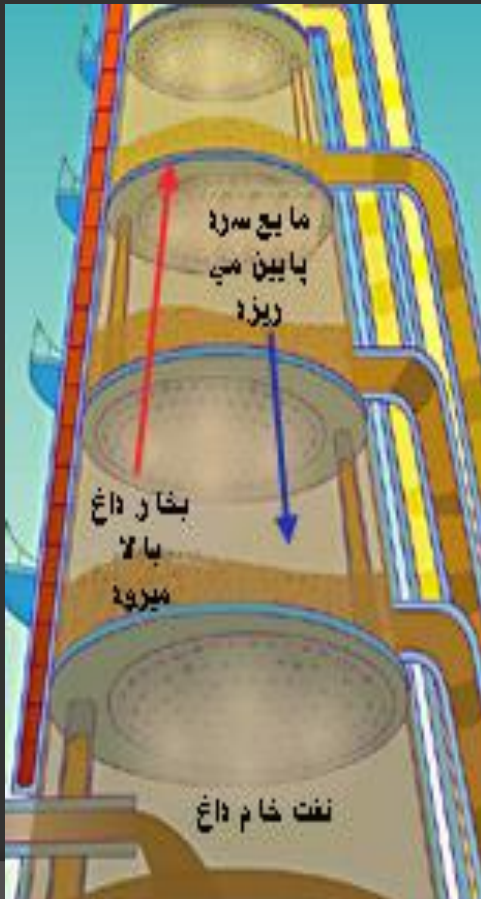
قیر طبیعی



دریاچه قیر واقع در کوبا

قیر تقطیری

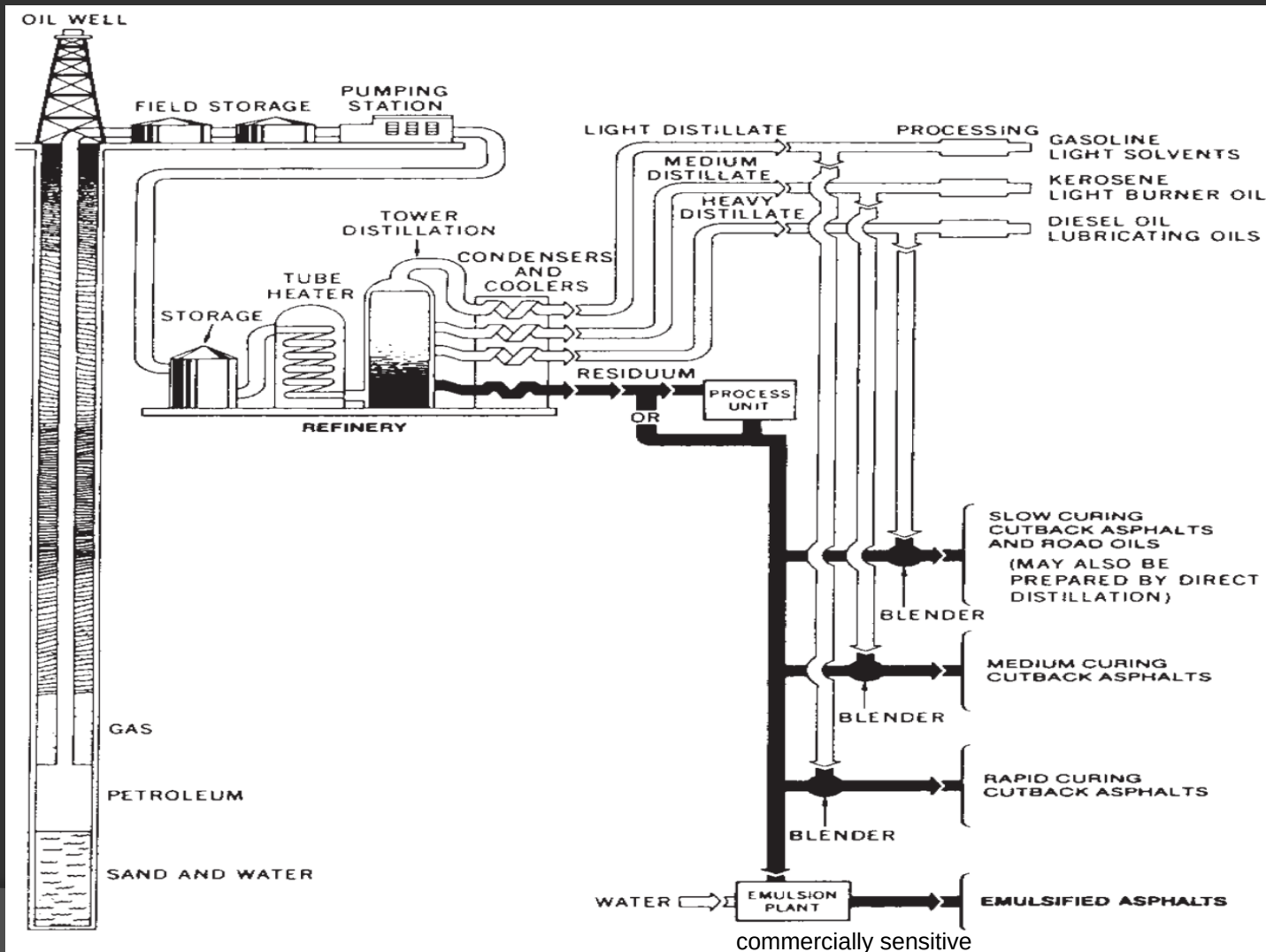
- قیر تقطیری، از **تقطیر نفت خام در پالایشگاه** به دست می آید و چون نفت خام از ترکیبات با نقطه جوش مختلف تشکیل شده است، لذا هرکدام از مواد تقطیر شده آن در هنگام تقطیر بسته به نقطه جوش خود تفکیک می شوند.



- **جهت عملیات تقطیر** در پالایشگاه ابتدا نفت خام را حداکثر تا 350°C در فشار محیط حرارت می دهند تا اجزا سبک آن مانند **نفت و گاز و نفت سفید** جدا گردند، و **قیر** که قسمت اعظم باقیمانده آن را تشکیل می دهد در ته ستون تقطیر همراه با روان کننده باقی می ماند.

فرایند تولید:

- ۱- فرآیند ناپیوسته (Batch Process)
- ۲- فرآیند پیوسته (Continues Process)



طبقه بندی انواع قیر

◎ قیرهای جامد

◎ این محصولات مستقیماً از تقطیر نفت خام بدست آمده و بر حسب درجه نفوذ نامگذاری می شوند.

قیرهای نرمتر که دارای درجه نفوذ بیشتری هستند (درجه نفوذ ۶۰ تا ۳۰) از تقطیر نفت خام و قیرهایی که دارای درجه نفوذ کمتری هستند (درجه نفوذ ۱ تا ۳۰) از هوا دادن به قیرهای فوق بدست می آیند.

قیرهای مایع

این قیرها از حل کردن یکی از قیرهای جامد در حلالهای مختلف بدست می آیند و این عمل بمنظور پایین آوردن ناروانی قیر انجام می گردد. قیرهای مایع پس از مصرف و تبخیر حلال سفت شده و بصورت اولیه در می آید.

حلال هایی که در تهیه این محصولات بکار برده می شوند ممکن است از مواد نفتی سبک متوسط و یا سنگین به ترتیب مانند نفتا، نفت چراغ و گازوئیل باشند.

اثر اصلاح کننده های خواص ترکیبات قیری

- همانگونه که اشاره شد اصلاح کننده های قیر موادی هستند که یا:
از پیش به قیر افزوده شده و یا در حین تهیه و تولید مخلوطهای قیری در واحد مخلوط کننده به آن اضافه می گردند تا بدین وسیله عملکرد و خواص آن را بهبود ببخشند.
- پلیمرها مهمترین و موثرترین جز از خانواده اصلاح کننده های قیر به شمار می روند.
- یک ترکیب اصلاح شده قیری شامل اجزا مختلفی بوده که هر یک به نوبه خود در بهبود خواص ترکیب نقشی را ایفا می کنند.



فصل چہارم
لاستیک طبیعی
Natural Rubber

مقدمه

- با پیشرفت سریع در مسیر زمان، به شواهدی بر می خوریم که کائوچو برای ساخت توپ های بازی و سایر اشیا لاستیکی دیگر در زمان های اولیه در اتیوپی بکار رفته و از آنجا نیز بازی با توپ به مصر و پس از آن به لیدی (lydians) واقع در آسیای صغیر (یعنی غرب ترکیه امروزی) گسترش یافته است.
- سرگذشت لاستیک به علت حضور درختان حاوی لاتکس در مناطق استوایی آمریکا، در آن ناحیه رقم زده شده است. نام کائوچو از زبان سرخ پوستان آمریکای جنوبی مشتق گردیده است. کا (caa) به معنی اشک و اوچو (ochu) به معنی چوب که کلاً معنی اشک چوب را می دهد، بیان مناسبی به نظر می رسد.
- تمدن بزرگی که حدود ۱۴۰۰ سال پیش در **پرو** وجود داشته و کاوش های دقیق تر دشت آلتو در پرو مسلماً دانش ما را از موارد استفاده اولیه کائوچو توسط بشر افزایش خواهد داد.

- در دنیای جدید چهار تمدن اصلی که از وجود لاستیک مطلع بودند عبارت بودند از:
- بخش هایی از کشور هند
- آزتک ها در مکزیک جنوبی
- تمدن موشیکا که پیش از قرن یازدهم در شمال پرو مستقر بودند
- تمدن اینکا در جنوب پرو
- **خارج از این محدوده** در آمریکای مرکزی، کائوچو از مشرق در برزیل و از شمال در آنچه که امروز موسوم به تگزاس غربی است شناخته شده بوده است.
- کریستف کلمب طی سفر دوم خود در سال های ۹۶-۱۴۹۳ به همراه کارکنان کشتی، اولین اروپائانی بودند که کائوچو را به شکل توپ های بازی در دست **بومیان هائیتی** مشاهده نمودند. عبارت لاستیک هند (**India Rubber**) بعدها با توجه به این حقیقت که کریستف کلمب فکر کرده بود به هند رسیده است مشتق گردید.

لاستیک در اروپا

- در قرن شانزدهم **اسپانیائیه‌ها** و **پرتغالیها** دانش لاستیک را توسعه دادند،
- **شارل ماری دولاکوندامین** (Charles Maria De Condamine) فرانسوی در سال 1745 اولین بررسی‌ها را انجام داده و به طور علمی اولین بار لاستیک را مطالعه نمود.
- **دن خوزه** (Don Jose) پادشاه پرتغال در سال 1755 چکمه‌هایش را جهت واتروپروف کردن به پارا (**برزیل امروزی**) فرستاد، اتفاقاً عبارت پارا رابر (لاستیک پارا) بمانند ایندیا رابر (لاستیک هند) هنوز استفاده می‌شود و هر دوی این نام‌ها در اسامی شرکت‌ها کاربرد تجاری پیدا کرده‌اند.
- چند سالی بعد از انتشار نوشته‌های کوندامین، فرانسوی‌های دیگری در **گینه** گیاهانی کشف نمودند که حاوی لاتکس بوده و بدین ترتیب ثابت گردید که کائوچو تنها به یک ناحیه از منطقه استوا محدود نمی‌باشد.

- **در دهه ۱۷۶۰** دانشمندان فرانسوی استفاده از تربانتین را بعنوان حلال لاستیک مورد ارزیابی قرار داده و این امر پوشش لاستیک روی پارچه را بهبود بخشید.
- **ساخت انواع:** تیوپ، کشهای لاستیکی، تشک قابل باد و پاک کن در این سال رواج یافت.
- دانش و کاربردهای کائوچو رفته رفته افزایش یافته و در سال 1780 **جولیانس** اولین کتاب مختص به لاستیک را منتشر کرد.
- اولین اختراع در زمینه لاستیک طبیعی به وسیله **روبرتز** و **دایت** در بریتانیا ثبت شد که به وارنیش لاستیک مربوط می شود و به عنوان ماده ای جهت بهبود سطح کرباس مورد استفاده قرار گرفت.

• **پیل در سال 1791** فرآیندی را بنام خود ثبت نمود، که در آن لاستیک حل شده در **تربانتین** را می توانست جهت تهیه و آماده سازی پارچه اندوده شده با لاستیک و غیر قابل نفوذ به وسیله آب (واترپروف) بکار گیرد.

• **در سال 1823 ماکینتاش** اولین فردی بود که واترپروف کردن پارچه را با استفاده از لاستیک حل شده در نفتای حاصل از قطران زغال سنگ در مقیاس تجاری مطرح ساخت. بارانی هائیکه با این سیستم تهیه گردیدند تحت نام ماکینتاش موسوم شدند.

طبقه بندی کائوچوها

• کائوچوها از دیدگاه های مختلف به گروه های متفاوتی تقسیم بندی

می شوند:

(۱) دیدگاه تجاری

(۲) دیدگاه مقاومتی

(۳) تهیه و فرآوری

انواع کائوچوها از دیدگاه تجارتي

• از دیدگاه تجارتي کائوچوها را به دو دسته بزرگ تقسیم می کنند:

I. کائوچوهائی که حجم مصرف بالا و قیمت نسبتاً پائینی دارند را کائوچوهای با

مصرف عام (General purpose) می نامند.

II. کائوچوهائی که حجم مصرف پائین و قیمت نسبتاً بالائی دارند را کائوچوهای

ویژه (Special purpose) می نامند.

انواع کائوچوها از دیدگاه تجارتي

کائوچوهای ویژه	کائوچوهای با مصرف عام
NBR = کائوچوی نیترييل	NR = کائوچوی طبيعي
MQ = کائوچوی سليکون	SBR = کائوچوی استايرن- بوتادين
CFM = کائوچوی حاوی فلونور	BR = کائوچوی پلی بوتادين
CR = کائوچوی کلروپرن	

انواع کائوچوها از دیدگاه مقاومتی

• از دیدگاه مقاومتی کائوچوها را به سه دسته تقسیم می کنند:

I. **گروه R:** این گروه به منظور انجام خدماتی که برای آنها **مقاومت مخصوص در**

تماس با سیالات با پایه نفتی ضرورت ندارد به کار می روند.

II. **گروه S:** (مقاومت در برابر حلال ها) - این گروه به منظور انجام خدماتی که برای

آنها **مقاومت مخصوص با سیالات پایه نفتی** ضرورت دارد به کار می رود.

III. **گروه T:** (مقاومت در برابر حرارت) - این گروه به منظور انجام خدماتی که برای

آنها **مقاومت مخصوص در حرارت بالا و یا روغن های نفتی داغ و یا هر دو لازم است**

به کار می روند.

انواع کائوچوها از دیدگاه مقاومتی

گروه T	گروه S	گروه R
کائوچوی سیلیکون	کائوچوی پلی سولفاید (تیولها)	کائوچوی طبیعی
کائوچوی پلی اتیلن کلرو- سولفونه (هیپالون)	کائوچوی نیتریل	کائوچوی استایرن- بوتادین
کائوچوی پلی اکریلاتها	کائوچوی کلروپرن	کائوچوی بیوتیل
کائوچوی حاوی فلونور	کائوچوی پلی اروتان	کائوچوی اتیلن- پروپیلین
	کائوچوی پلی استر	کائوچوی پلی بوتادین
	کائوچوی پلی اتر	کائوچوی ایزوپرن
	کائوچوی اپی کلروهیدرین	
	کائوچوی اپی کلروهیدرین اکساید	

انواع کائوچوها از دیدگاه فراوری و تهیه

• از دیدگاه فراوری و تهیه کائوچوها را به سه دسته تقسیم می کنند:



• الف : کائوچوهای طبیعی

• ب : کائوچوهای مصنوعی

• ج : کائوچوهای بازیافته

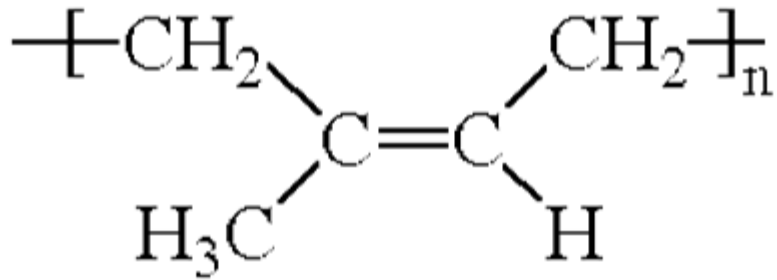
انواع کائوچو از دیدگاه فرآوری و تهیه

کائوچوی طبیعی

- کائوچوی طبیعی تقریباً ۴۰٪ کل مصارف کائوچو را در بر می گیرد،
- در واقع کل کائوچوی طبیعی جهان از یک نوع درخت بنام **هویا برازیلینس** یا درخت لاستیک که بومی جلگه های آمازون بوده ولی کشت شده در مناطق دیگر استوایی است، فراهم آمده است.
- بطور کلی ۹۵٪ مصرف فعلی این کائوچو از باغستان های جنوب شرقی آسیا تامین می شود.

انواع کائوچو از دیدگاه فرآوری و تهیه

- به طور کلی کائوچوی طبیعی از بیوسنتز **کربوهیدراتها** توسط درخت کائوچو حاصل می شود.



- سیس - ۱،۴ - پلی ایزوپرن

- منبع اصلی:

- درخت هویا بزیلی (Hevea Brasiliensis)

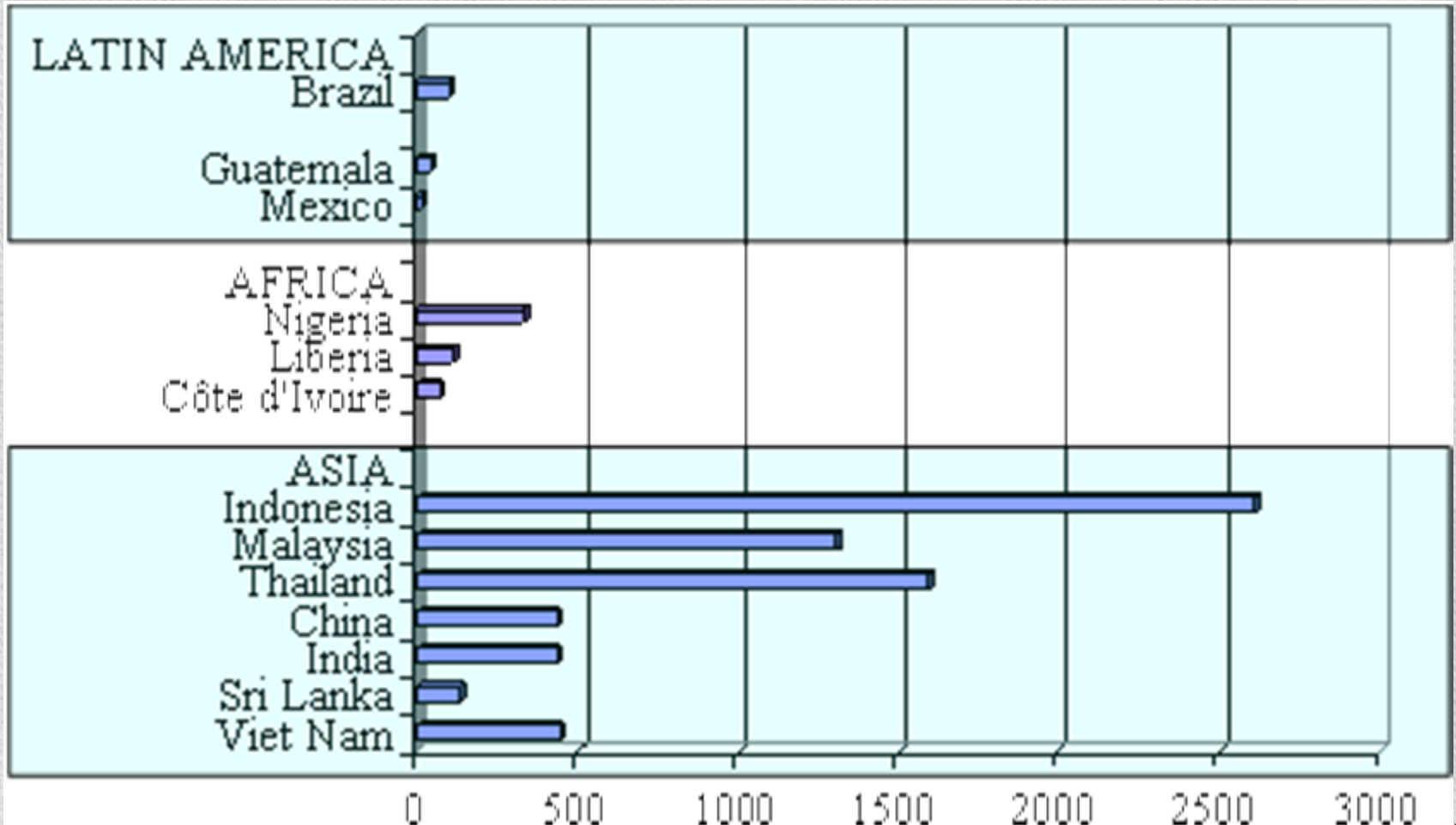


لاستیک طبیعی



- پرورش درخت کائوچو
- - بارندگی سالانه ۲۰۰۰-۳۰۰۰ میلی متر
- روز بارانی در سال ۱۵۰-۱۲۵
- - دمای بین ۲۰-۳۵ درجه سلسیوس
- حداقل ۶ ساعت آفتابی در روز
- مناطق فاقد بادهای شدید
- خاکی با قابلیت نگهداری رطوبت
- مدت زمان رشد کامل درخت بسته به شرایط: ۵-۹ سال
- عمر مفید اقتصادی درخت: ۳۵-۳۰ سال

- لاستيک طبيعي
- پرورش درخت کائوچو



انواع کائوچو از دیدگاه فرآوری و تهیه

کائوچوی طبیعی

- معمولاً درخت هویا باید حداقل حدود ۵ الی ۶ سال عمر داشته باشد تا برای شیره گیری (Tapping) آماده شود.
- باید دانست که تا سن ۱۲ الی ۱۵ سالگی به ماکزیمم مقدار شیره دهی نمی رسد.
- کائوچوی طبیعی از شیره گیری درخت کائوچو به دست می آید.

- شیرابه (Latex)
- يك سوسپانسیون کلوئیدی از لاستیک طبیعی در آب
- ترکیبی از مواد آلی و معدنی:

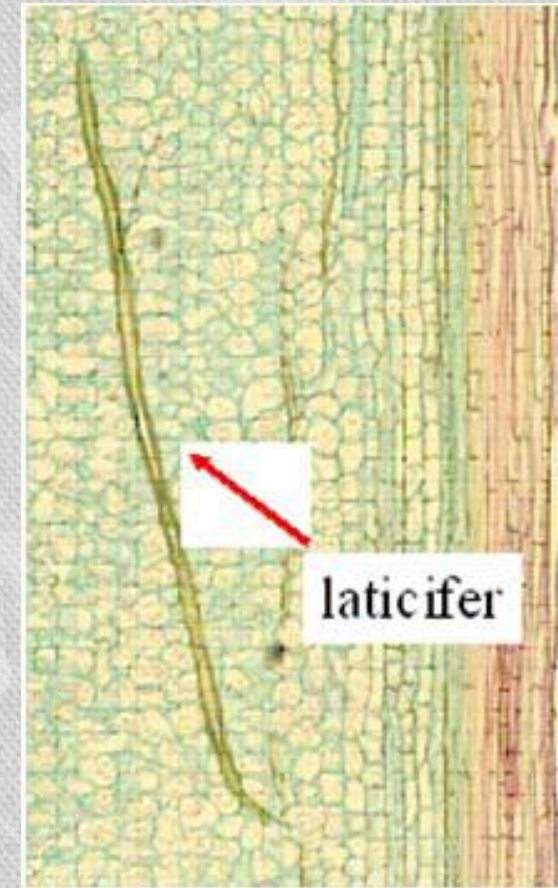
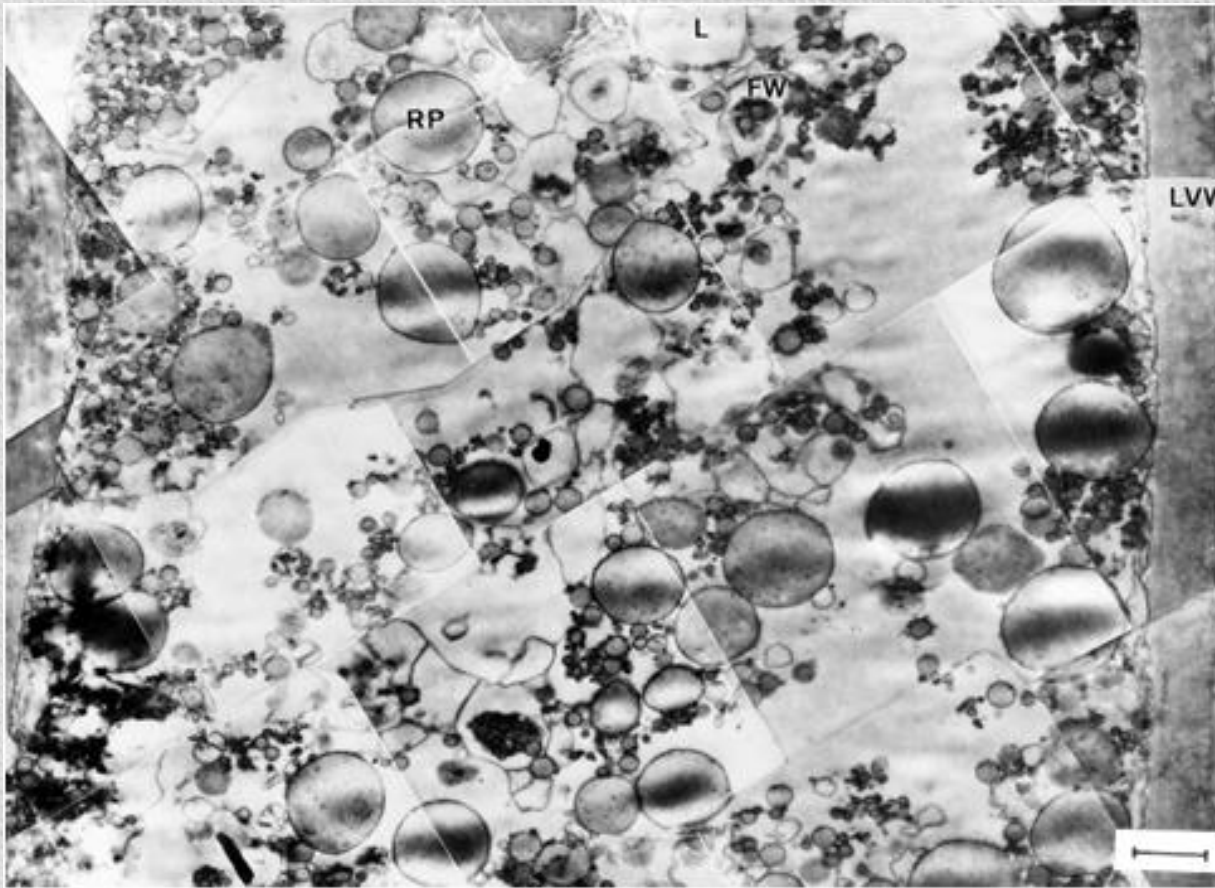
Rubber	30-40%	Resins	1-2.0%
Proteins	2-2.5%	Sugars	1-1.5%
Ash	0.7-0.9%	Water	55-65%



عملیات شیره گیری از درخت کائوچو:

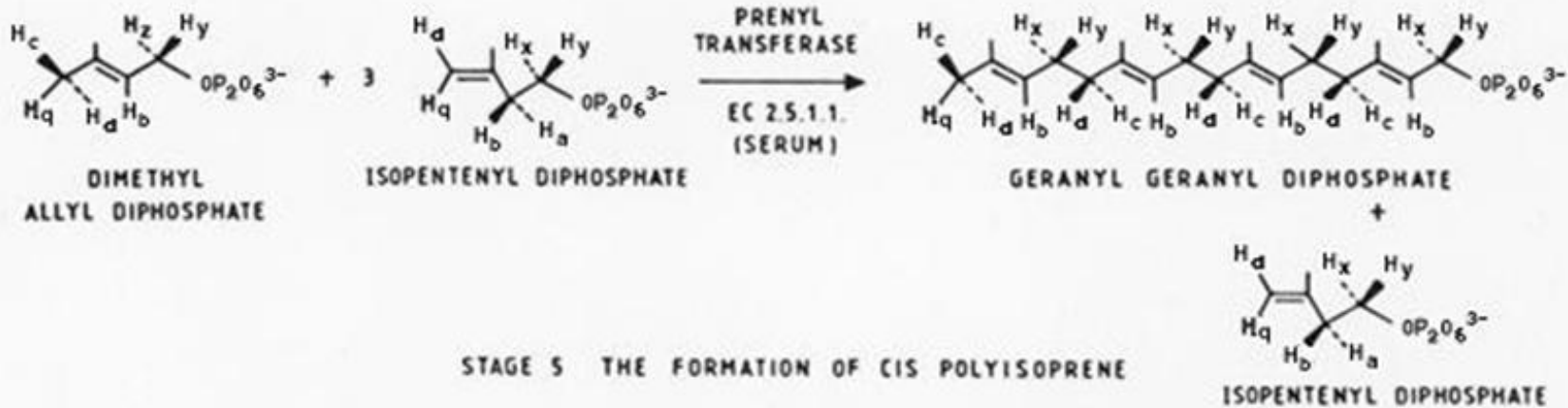
- **لاتکس (Latex)** از درخت کائوچو با برش یا قطع آوندهای حاوی لاتکس در تنه درخت تحت شرایط و عملیات کنترل شده ای که شیره گیری نام دارد به دست می آید.
- **سیستم های شیره گیری**، سیستمی که خیلی معمول و متداول است سیستم زخمی کردن تنه درخت بشکل نیمه مارپیچ است.
- **بخشی از لاتکس** که به **صورت تغلیظ شده** مورد استفاده واقع می شود با آمونیاک یا فرمالین
- **و بخشی** که برای تهیه **کائوچوی خشک** مصرف می گردد با سولفیت سدیم محافظت می شود.

روند تولید شیرابه در گیاه:

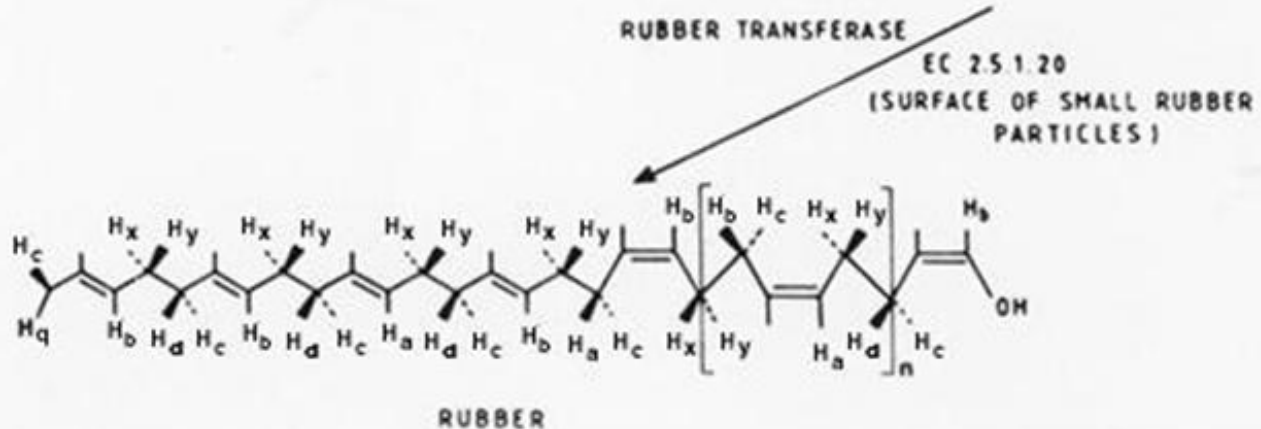


روند تولید شیرابه در گیاه:

STAGE 4 THE FORMATION OF THE ALL-TRANS PRENOL DIPHOSPHATE PRIMER



STAGE 5 THE FORMATION OF CIS POLYISOPRENE



فرآیندهای تهیه کائوچوی خشک

- تهیه کرپهای خاکستری و ورقه های دودی عاجدار:
- بعد از ورود لاتکس به کارخانه ابتدا آن را با افزایش آب به دو صورت رقیق می کنند:
- الف: رقیق کردن تا ۱۵ درصد برای تولید کائوچوهای ورقه ای
- ب: رقیق کردن تا ۲۵ - ۲۰ درصد برای تولید کائوچوهای کرپ
- هر یک از گروه های فوق را با افزایش اسید فرمیک یا اسید استیک رقیق منعقد نموده،
- سپس توده منعقد شده را شسته و آن را در هوای گرم خشک می سازند (برای تولید ورقه های دودی).

• به طور کلی دو روش برای خشک کردن ورقه های کائوچو به کار می رود:

۱- ورقه های حاصل از لاتکس ۱۵٪ را در دود حاصل از سوختن چوب که حرارتی معادل ۶۰ درجه سانتیگراد دارد در مدت ۴ روز خشک می کنند.

• رنگ ورقه ها در این حالت قهوه ای بوده و به اسم ورقه های دودی معروف است.

• ورقه ها نسبتاً ارزان بوده و از مرغوبیت زیادی برخوردار نیست.

• به علت شکل خاص ورقه آنها را **ورقه های دودی عاجدار** (RSS (Ribbed Smoked Sheet می نامند که انواع زیادی دارد.

• روش دوم برای خشک کردن ورقه های کائوچو:

• ۲- ورقه های حاصل از لاتکس ۲۵-۲۰٪ در هوای گرم 40°C در مدت ۷ روز خشک می شوند.

• توده پلیمری در این حالت مرغوب تر و **کِرپ خاکستری** نامیده می شوند. رنگ آنها از حالت قبل روشن تر بوده و به علت مشکل و پرهزینه بودن برقراری شرایط فرآیند، گرانتر می باشد.

• ورقه های خشک شده را پرس می کنند تا به صورت عدل درآیند.

• لاستیک طبیعی

• فرآورده ها:

• ۱- شیرابه تغلیظ شده (۶۰ %)

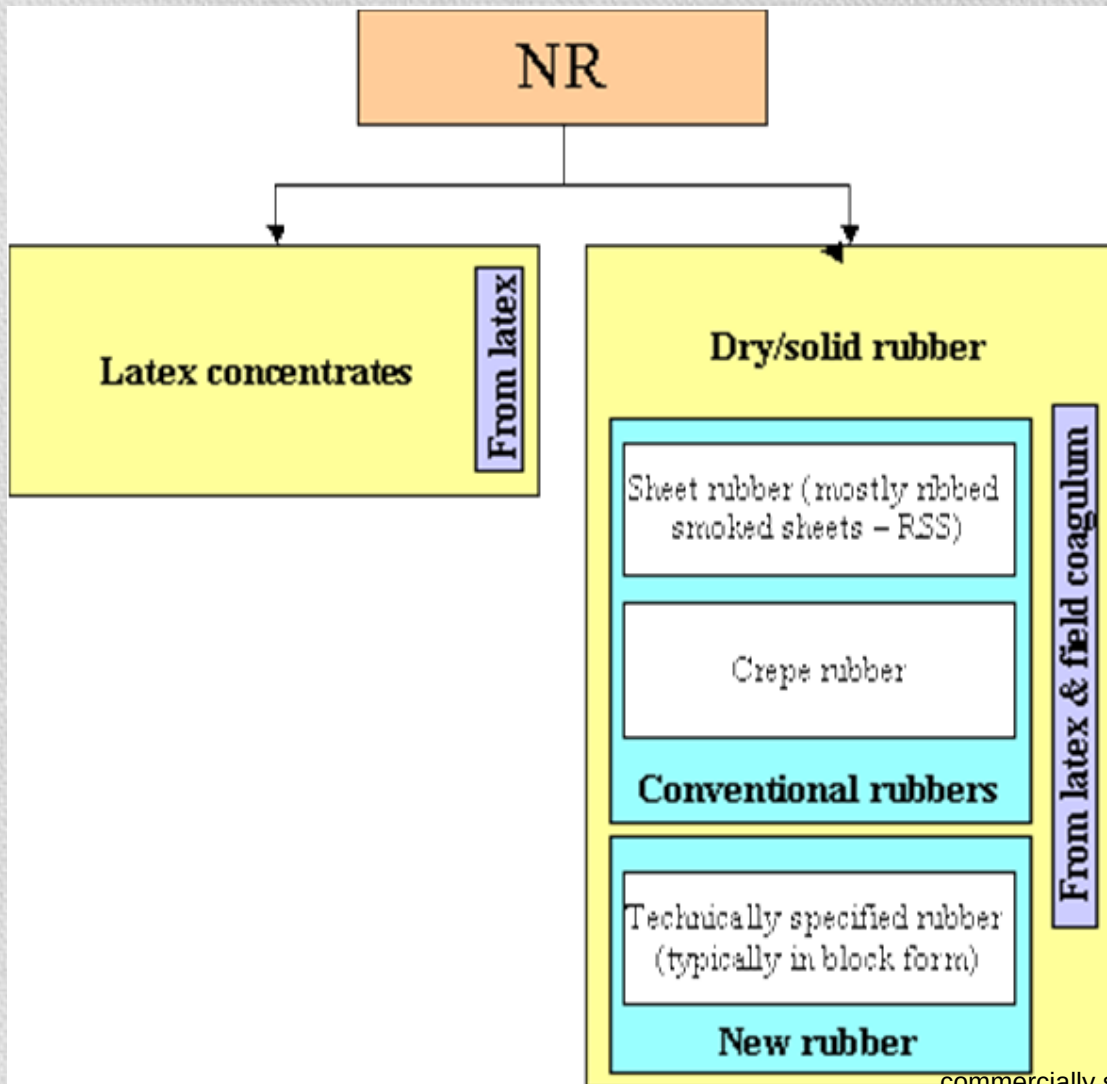
• ۲- لاستیک خشک شده:

• کرپ

• ورقه ای

• RSS

• ADS



• لاستیک طبیعی

• شیرابه تغلیظ شده:

• ویژگی های شیرابه:

• $\text{pH} = 6-7.5$

• فعالیت آنزیم ها و باکتری ها در

مجاورت هوا

• pH کاهش

• انعقاد شیرابه

• افزودن آمونیاک برای جلوگیری از انعقاد

فرآورش شیرابه :

- افزودن آمونیاک

- سانتریفوژ کردن

- دو فازی شدن شیرابه

شیرابه تغلیظ شده (غنی از کائوچو)

فاز کم کائوچو

- جدا کردن شیرابه تغلیظ شده

- پایدارسازی با آمونیاک

• به طور کلی کائوچوهای خشک و قابل مصرف به ۷ نوع و ۲۴ گونه بین المللی استاندارد شده تقسیم می شوند و بسته به چگونگی تهیه کائوچو و منبع آن نامگذاری شده و هر نوع با توجه به کیفیت آن به گونه های زیادی تقسیم می شوند.

• کیفیت گونه ها تنها توسط پارامترهای زیر مشخص می شود:

- رنگ،

- درجه خلوص (عاری بودن از آلودگی ها، پوست و دیگر مواد خارجی)

- عاری بودن از لک و نایکنواختی معمولی

• لاستیک طبیعی

• کرپ ها (Crepes)

• افزودن سدیم سولفیت به شیرابه

• رقیق کردن شیرابه تا ۲۵٪ وزنی

• انعقاد شیرابه با استیک اسید

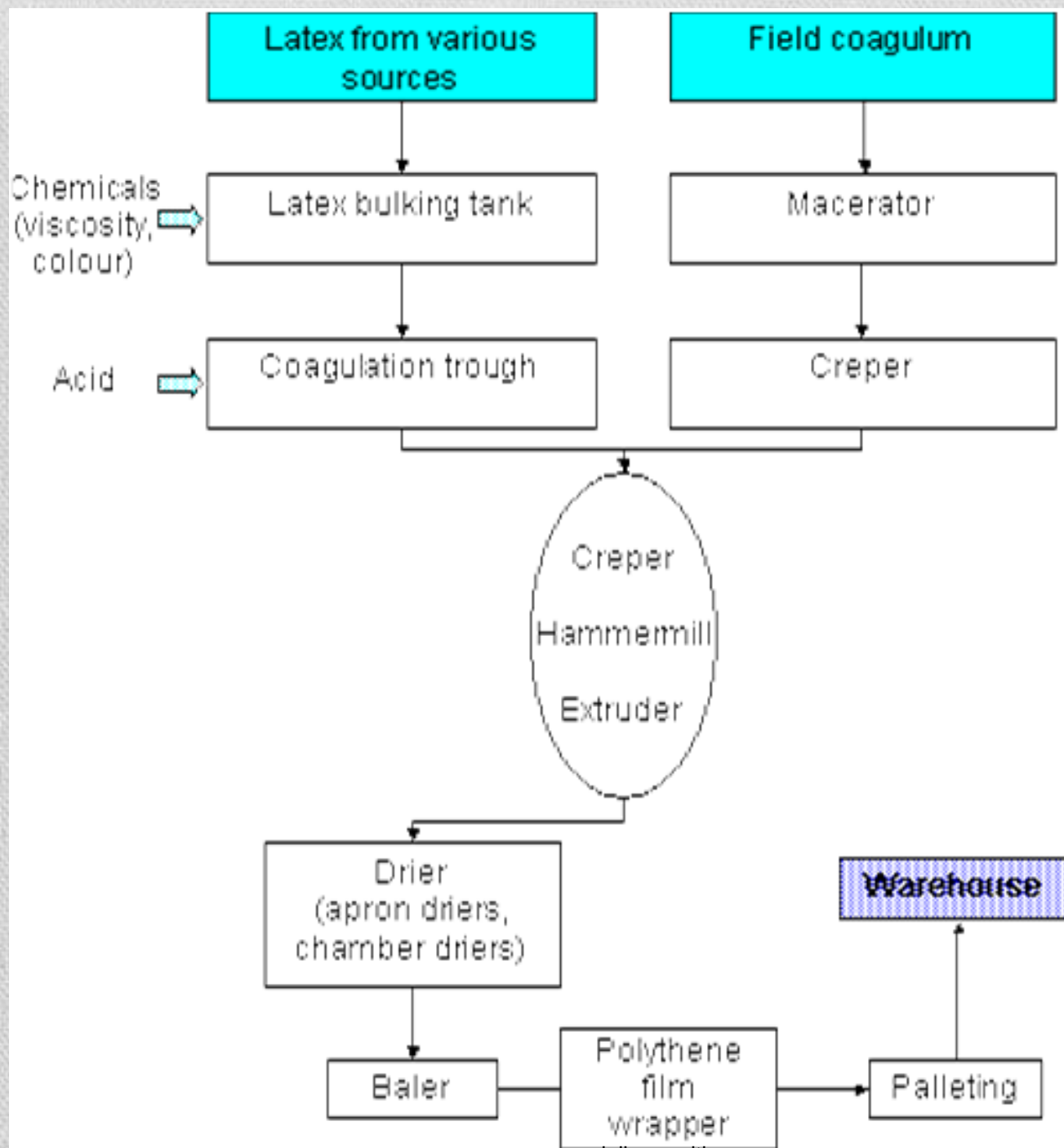
• تغلیظ شیرابه

• عبور دادن شیرابه از غلطک ها

• خشک کردن ورق ها

• فشرده کردن ورق ها

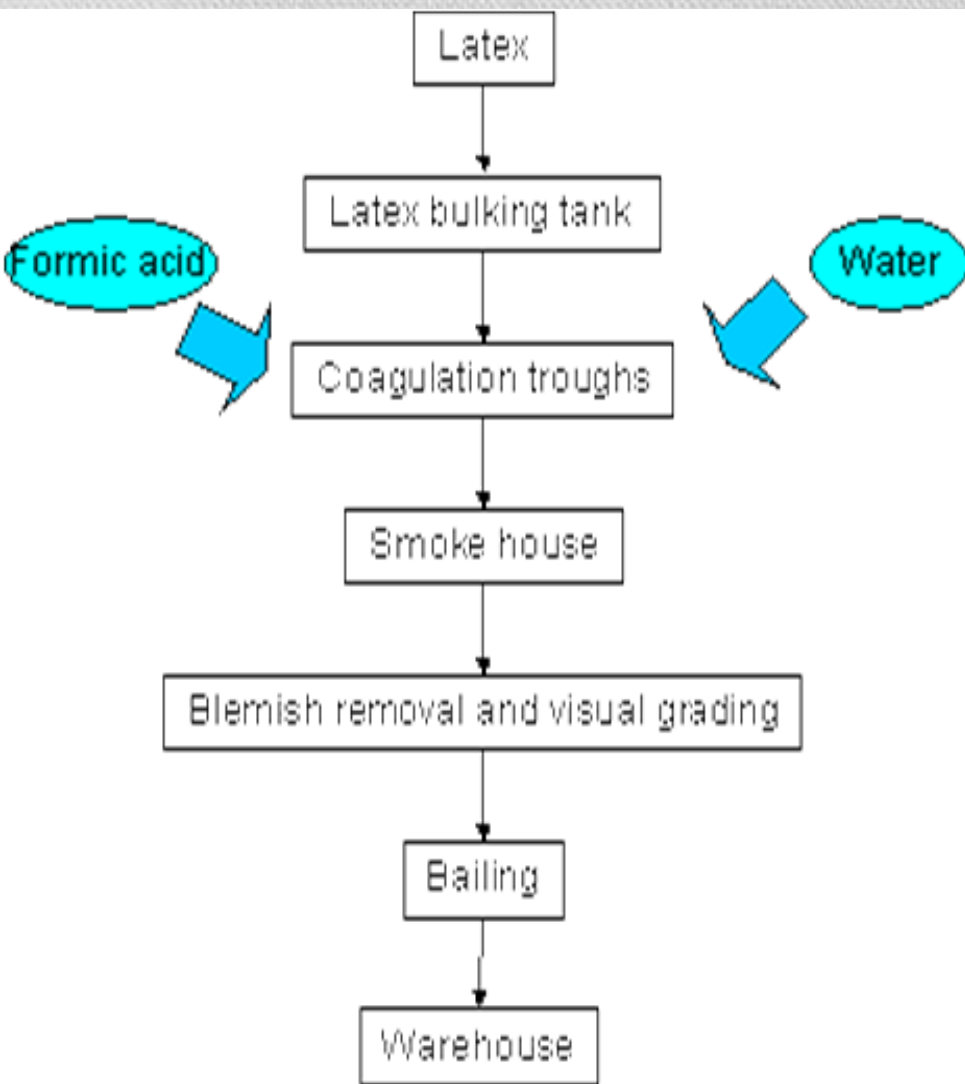




• لاستیک طبیعی

• ورق های دودی آجدار (Ribbed Smoked Sheet - RSS):

- رقیق کردن شیرابه تا ۱۵٪ وزنی
- انعقاد شیرابه با فرمیک اسید
- عبور دادن شیرابه از غلطک ها
- خشک کردن ورق ها در اتاق دود
- درجه بندی چشمی ورق ها
- فشرده کردن ورق ها



لاستیک های استاندارد استانداردهای فنی (TSR)

نام استاندارد	نشانه‌ی اختصاری
کائوچوی طبیعی استاندارد هند	ISNR
کائوچوی سریلانکا	SLR
کائوچوی استاندارد اندونزی	SIR
کائوچوی استاندارد مالزی	SMR
کائوچوی استاندارد نیجریه	SNR
کائوچوی استاندارد تایلند	STR
کائوچوی استاندارد ویتنام	SVR

لاستیک های استاندارد استانداردهای فنی (TSR)

- TSR CV •
- TSR L •
- TSR 5 •
- TSR 10 •
- TSR 20 •

Parameters	Grades					
	TSR CV	TSR L	TSR 5	TSR 10	TSR 20	TSR - 50
Dirt (max) %wt	0.05	0.05	0.05	0.10	0.20	0.50
Ash (max) %wt	0.60	0.60	0.50	0.75	1.00	1.50
Nitrogen (max) % wt	0.60	0.60	0.50	0.60	0.60	0.60
Volatile matter (max) % wt	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Initial wallace plasticity Po (Min)		30	30	30	30	30
Plasticity Retention Index PRI (Min)	60	60	60	50	40	30
Colour Lovibond Scale (individual value, max)		6				
Mooney viscosity (ML, 1+4, 100°C)	60±5					

جدول، انواع و گونه‌های کائوچو طبیعی

انواع	بین المللی	گونه‌ها R.M.A نیویورک	سنگاپور
ورقه‌های دودی عاجدار	1*RSS, 1RSS, 2RSS,RSS 3RSS	4RSS,5RSS	4RSS,5RSS
کرب خاکستری ضخیم	1*,1,2,3		
کرب خاکستری نازک	1*,1,2,3		
کرب قهوه‌ای اقطاع (Estate) ضخیم	1*,2*,3*		
کرب قهوه‌ای اقطاع نازک	1*,2*,3*		
کرب بلانکت (Blanket) ضخیم	2,4	3	C
کرب قهوه‌ای نازک	1	2,3,4,	2,3,4
کرب حاصل از ضایعات پوست درخت	Standard Hard		
کرب بلانکت	standard		

- اختلاف اساسی بین ورقه های دودی در میزان کپک زدگی و ناخالصیها می باشد،

- به این ترتیب که در RSS1 کپک زدگی و نقصهای چشمی وجود ندارد.

- در صورتیکه در RSS5 میزان کپک زدگی می تواند در بیش از ۳۰٪ عدل ها نیز وجود داشته باشد.

- وجود ذرات دیگر مانند رنگ، لک، ذرات پوسته درخت و حباب ها نیز باید با مقادیر ذکر شده در نمونه های مرجع مطابقت داشته باشد.

- روش معمول برای درجه بندی یک محموله کائوچو در کشورهای خریداری شده بر اساس انتخاب یک قطعه کائوچو از ۱۰ درصد عدل ها می باشد.

- تمام درجه بندیها بر اساس بازرسی چشمی می باشد و نمونه های مرجع ارائه شده قبل از اینکه تصمیمی گرفته شود، مورد بررسی دقیق قرار می گیرند.

انواع کائوچو طبیعی SMR ها

Standard Malaysian Rubber

• معرفی کائوچوهای مصنوعی و توجه به این حقیقت که این کائوچوها از نظر:

• نحوه تهیه،

• درجه بندی،

• بسته بندی و غیره

از امتیازات خاصی برخوردار بودند، تهیه کنندگان کائوچوی طبیعی را با این فکر واداشت که توجه بیشتری به فرآیندهای تولیدی خود کرده و به ویژه در نحوه درجه بندی این نوع کائوچوها با توجه به تمایل مصرف کنندگان در زمینه نحوه بسته بندی، وزن عدل ها و همینطور تاکید بر تقلیل تعداد انواع و گونه های این نوع کائوچو اقدام نمایند.

انواع کائوچو طبیعی SMR ها

Standard Malaysian Rubber

- معیار درجه بندی کائوچوهای طبیعی در سیستم سنتی:
- رنگ و ظاهر کائوچوها بودند نه خصوصیات فنی آنها
- و از همین رو بود که تغییر پذیری قابل توجهی در کیفیت کائوچوهای درجه بندی شده با سیستم سنتی مشاهده می گردد.
- در تهیه گونه های مختلف SMR دو روش عمده وجود دارد:
- الف - روش چرخ کردن یا ریز کردن (Comminution process)
- ب - روش خرده هوائ (Hevea Crumb process)

گونه های مختلف کائوچوی SMR

• **SMR-CV** : ماده اولیه که برای تهیه این نوع SMR به کار می رود، از نوع لاتکس نهالستان (Field latex) بوده که به آن برای ثابت ماندن گرانیروی، مواد شیمیای خاصی اضافه می کنند. این کائوچو از نظر خصوصیات مرغوبتر از SMR-5 بوده و در حین انبار کردن تغییر گرانیروی نمی دهد و به همین جهت آنرا با علامت CV (constant viscosity) مشخص می کنند.

• **SMR-L** : این نوع SMR نیز از لاتکس های نهالستان تهیه شده و خصوصیات فنی آن مجموعاً برتر از SMR-5 می باشد. ویژگی این نوع SMR ها روشن بودن رنگ آنها در قیاس با SMR های هم درجه یا به عبارتی مشابه خود می باشند. به عنوان مثال SMR-5L همه خصوصیات SMR-5 را دارا می باشد جز آنکه از رنگ روشن تری نسبت به آن برخوردار است.

• **SMR-WF** : این نوع SMR همان SMR-L بوده با این تفاوت که از نظر رنگ تیره تر ۳۷ می باشد.

گونه های مختلف کائوچوی SMR

- **SMR-10** : این نوع SMR از ضایعات از پیش انعقاد یافته لاتکس تهیه شده و حداکثر میزان آلودگی برابر با ۱/۰٪ است. SMR-10 مشابه RSS-1 یا RSS-2 در سیستم درجه بندی قدیمی است.
- **SMR-20,25** : سیستم تهیه آنها مشابه با SMR-10 بوده و لیکن حداکثر میزان آلودگی مجاز آنها به ترتیب برابر با ۵٪ و ۲٪ می باشد. این نوع SMR مشابه RSS-3، RSS-4 یا RSS-5 قدیم است.
- **SMR-GP** : این نوع SMR از امتزاج کائوچوی حاصل از لاتکس های محافظت شده و کائوچوی از پیش انعقاد یافته معمولاً به نسبت 60 به 40 تشکیل یافته و ویژگی اصلی آن بهبود خصوصیات ولکانش و همینطور یکنواختی در خواص پردازشی آن می باشد.

انواع لاتکس

۱- لاتکس نهالستان

- لاتکس طبیعی شیرابه ای است که از درخت کائوچو و برخی از گیاهان تولید کننده کائوچو طبیعی به دست می آید.
- pH لاتکس تازه اخذ شده بین ۵/۶ تا ۷
- دانسیته لاتکس در حدود ۰/۹۸ گرم بر سانتیمتر مکعب
- محتوای جامد لاتکس نهالستان بین ۳۰ تا ۴۰ درصد وزنی بسته به منطقه کشت، عوامل جوی و تعداد دفعات شیره گیری تغییر می کند.
- سه درصد وزنی جامد مذکور، بخش غیر کائوچوئی لاتکس را تشکیل می دهد که در حقیقت شامل پروتئین ها، رزین ها و شکر است.

• امروز مشخص گردیده است که لاتکس نهالستان به سه فاز کاملاً مجزا تقسیم می شود:

• ۱- فاز کائوچوئی ۲- فاز آبی ۳- فاز لوتوئیدی (Lutoid)

• ۱- فاز کائوچوئی:

• ۹۶ درصد وزنی هیدروکربور کائوچو، ۱٪ پروتئین و ۳٪ لیپید است.

• در این فاز همچنین مقادیر جزئی از فلزات منیزیم، پتاسیم و مس یافت می شود.

• ۲- فاز آبی (سرم C): یک محلول آبی رقیق با دانسیته کمی بیشتر از یک گرم بر سانتیمتر مکعب است که از مواد جامد موجود آن می توان، کربوهیدراتها، پروتئین ها، آمینو اسیدها، آنزیم ها و بازهای نیتروژنه را نام برد.

• ۳- فاز لوتوئیدی: که اساساً از آب و مقادیر کمی از پروتئین های محلول، پروتئین های غیر محلول و فسفولیپیدها تشکیل شده است.

۲- لاتکس تغلیظ شده (Latex Concentrate)

- همانگونه که ذکر شد لاتکس نهالستان ۳۰ الی ۴۰ درصد وزنی کائوچوی خشک دارد. با تغلیظ این لاتکس و رساندن کائوچوی خشک آن حداقل به میزان ۶۰ درصد، لاتکس تغلیظ شده طبیعی حاصل می شود.
- لاتکس تغلیظ شده بایستی به دقت محافظت شود تا کیفیت آن به هنگام انتقال و انبار کردن بدون تغییر باقی بماند.
- **لاتکس طبیعی مصارف زیادی دارد از جمله :**
- الف- در ساخت محصولات حاصل از فرآیند دیپ
- ب- تهیه کش حاصل از لاتکس
- ج- استفاده در پشت قالی، تهیه فوم و

- لاتکس طبیعی تغلیظ شده به صورت تنها و یا ممزوج با لاتکس های مصنوعی به دلیل زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

- قدرت ژله ای شدن عالی

- مقاومت در مقابل پارگی

- خواص کششی و چسبندگی خوب آن در حالت مرطوب

- لاتکس نهالستان دارای pH بین ۵/۶ الی ۷ می باشد.

- به محض اینکه لاتکس از آوندهای درخت یا گیاه خارج و در مجاورت هوا قرار گیرد، تغییراتی در ترکیب شیمیائی آن شروع می شود.

- آنزیم ها و باکتری ها روی لاتکس اثر کرده و pH آن را کاهش می دهند (مگر اقدامات حیاتی لازم انجام شود) و لاتکس در زمان کوتاهی منعقد می شود.

- معمولاً از آمونیاک به عنوان محافظت کننده پایداری لاتکس (در حالت کلوئیدی) استفاده می شود. روش عمل به این ترتیب است که در ظرف جمع آوری لاتکس از درخت، مقداری آمونیاک می ریزند و آنگاه در ایستگاه های جمع آوری گاز آمونیاک اضافی وارد لاتکس می کنند. همراه آمونیاک تعدادی از محافظت کننده های ثانویه نیز مورد استفاده واقع می شوند.

- **لوتوئیدها و ذرات فری ویسلینگ پس از افزودن آمونیاک به لاتکس در سرم حل می گردند. بنابراین لاتکس حاوی آمونیاک تنها دو فاز دارد:**

- ۱- فاز کائوچوئی ۲- فاز سرم

- آمونیاک به عنوان یک تامپون قلیائی عمل نموده pH را افزایش و گرانیروی لاتکس را کاهش داده، رشد و توسعه باکتری ها را مانع شده و اسید آزاد تشکیل شده در لاتکس را خنثی می کند.

- آمونیاک هیدرولیز پروتئین ها و فسفولیپیدهای موجود در لاتکس را افزایش می دهد.

لاتکس حاصل از عمل سانتریفیوژ (Centrifuged Latex)

- معمولی ترین روش برای تغلیظ لاتکس نهالستان، عبور آن از یک دستگاه سانتریفیوژ پس از یک مرحله تثبیت اطمینان بخش می باشد.
- به لاتکس نهالستان تا ۴/۰٪ وزنی کل وزن مرطوب، آمونیاک افزوده می شود.
- سانتریفیوژ لاتکس را به دو بخش کاملاً مجزا تقسیم می کند:
 - ۱- بخش تغلیظ شده دارای ذرات کائوچوئی زیاد
 - ۲- سرم دارای ذرات کائوچوئی یا بخش اسکیم.
- پس از عمل سانتریفیوژ مقدار آمونیاک بر مبنای فاز آبی در بخش تغلیظ شده تا ۱/۶ درصد وزنی تنظیم می شود. این نوع لاتکس تحت عنوان لاتکس ASTM نوع ۱ یا لاتکس طبیعی دارای آمونیاک زیاد معرفی می شود.

خواص کائوچوی طبیعی

- کائوچوی طبیعی، بصورتی که در بازار عرضه می شود شامل مقدار کمی عناصر و اجسام دیگر علاوه بر هیدروکربور لاستیکی است این مواد علاوه بر غلظت بسیار کمی که نسبت به هیدروکربور لاستیکی دارند، اثر عمیقی روی ولکانش کائوچو و خواص فیزیکی جسم و لکانیزه دارند.

- مواد قابل استخراج با استن در کائوچوب شامل:

اسیدهای چرب، استرولها و استرها و تعدادی عناصر دیگر کم اهمیت

- حضور اسیدهای چرب مهم است زیرا بر روی ولکانش کائوچو تاثیر می گذارند.

بررسی های زیادی در رابطه با محتوای غیر هیدروکربوری کائوچو انجام شده است. به عنوان نمونه نتیجه آنالیز ۳۵ نمونه ورقه های دودی عاجدار و ۱۰۲ نمونه کرب خاکستری در جدول نشان داده شده است.

جدول، خواص فیزیکی کائوچوی طبیعی	
۰/۹۲	چگالی
۱/۵۲	ضریب شکست
۰/۰۰۰۶۲/°C	ضریب انبساط حجمی
۶۳/۷ Cal/cc	چگالی انرژی چسبندگی
۱۰۷۰۰ Cal/g	گرمای احتراق
۰/۰۰۰۳۲ Cal/sec.cm ² .°C	هدایت گرمایی
۲/۳۷	ثابت دی الکتریک
۰/۱۵-۰/۲	فاکتور توان
۱۵	مقاومت حجمی
۱۰۰۰ Vol+s/mil	استقامت دی الکتریک

- ضد اکسان های طبیعی که کائوچو ی خام را در مقابل اکسایش و نرم شدگی در انبار حفاظت می کنند، استرول ها هستند که در آب قابل حل بوده خواص ضد اکسانی از خود نشان می دهند.
- مقدار و حالت پروتئین در کائوچوی طبیعی بر سرعت ولکانش و برخی پارامترهای دیگر اثر می گذارد.
- محتوای خاکستر کائوچوی طبیعی جز مواقعی که دارای مس و منگنز است خیلی مهم نیست.
- این مواد (مس و منگنز) کاتالیزورهای خیلی قوی برای اکسایش کائوچو توسط اکسیژن هوا هستند. حداکثر مقدار این مواد در کائوچو های بسیار خوب حداکثر ۰.۰۱/٪ یا کمتر می باشد.

خواص فیزیکی کائوچوی طبیعی

۰/۹۲	چگالی
۱/۵۲	ضریب شکست
۰/۰۰۰۶۲/°C	ضریب انبساط حجمی
۶۳/۷ Cal/cc	چگالی انرژی چسبندگی
۱۰۷۰۰ Cal/g	گرمای احتراق
۰/۰۰۰۳۲ Cal/sec.cm ² .°C	هدایت گرمایی
۲/۳۷	ثابت دی الکتریک
۰/۱۵-۰/۲	فاکتور توان
۱۵	مقاومت حجمی
۱۰۰۰ Vol+s/mil	استقامت دی الکتریک

• وجود شبکه های عرضی و نیز پلیمرهای شاخه ای سبب تغییر میزان حلالیت کائوچوی طبیعی می گردد.

• برش های مکانیکی نظیر غلطک کاری و نیز فروشکنی این کائوچو توسط گرما و اکسیژن سبب از بین رفتن حالت ژل می گردد.

• جرم مولکولی و توزیع آن

• جرم مولکولی کائوچوی طبیعی در محدوده ۵۰۰۰۰۰ - ۲۰۰۰۰۰ می باشد.

بلوری شدن

- کائوچوی طبیعی به دو صورت سیس و ترانس وجود دارد.
- کائوچوهای استاندارد مانند ورقه ها و کرپ ها به شکل سیس پلی ایزوپرن هستند.
- در حالیکه گوتاپرچا و بالاتا به صورت ترانس پلی ایزوپرن می باشند. شکل دوم از نظر تجاری اهمیت چندانی ندارد و امروزه در پوشش های توپ گلف و چسب های مخصوص به کار برده می شود.
- بالاتا و گوتاپرچا موادی سخت و غیر شفاف هستند و دارای مقاومت زیادی در برابر ضربه و شکنندگی می باشند.

بلوری شدن

- کائوچوی خام در درجه حرارت محیط بصورت آمورف می باشد، ولی وقتی که این کائوچو (با ازدیاد طولی حداقل ۷۰۰٪) کشیده می گردد، حالت بلوری به خود می گیرد.
- اگر نمونه کائوچو به سرعت تا نزدیکی نقطه پارگی کشیده شود و سپس به سرعت نیز سرد گردد، ساختمانی شبیه به الیاف در آن به وجود می آید که کاملاً سخت و محکم می باشد و در حقیقت چنین الیافی در اثر کشش می توانند دارای ازدیاد طولی بیش از ۱۰۰۰٪ گردند.

مصارف کائوچوی طبیعی

- قبل از جنگ جهانی دوم، کائوچوی طبیعی تنها کائوچوی موجود و عملاً ۱۰۰٪ مصرف کل کائوچو در همه محصولات را تشکیل می داد.
- ولی امروزه این کائوچو حدوداً ۴۰٪ درصد کل مصرف کائوچوها را در بر می گیرد.

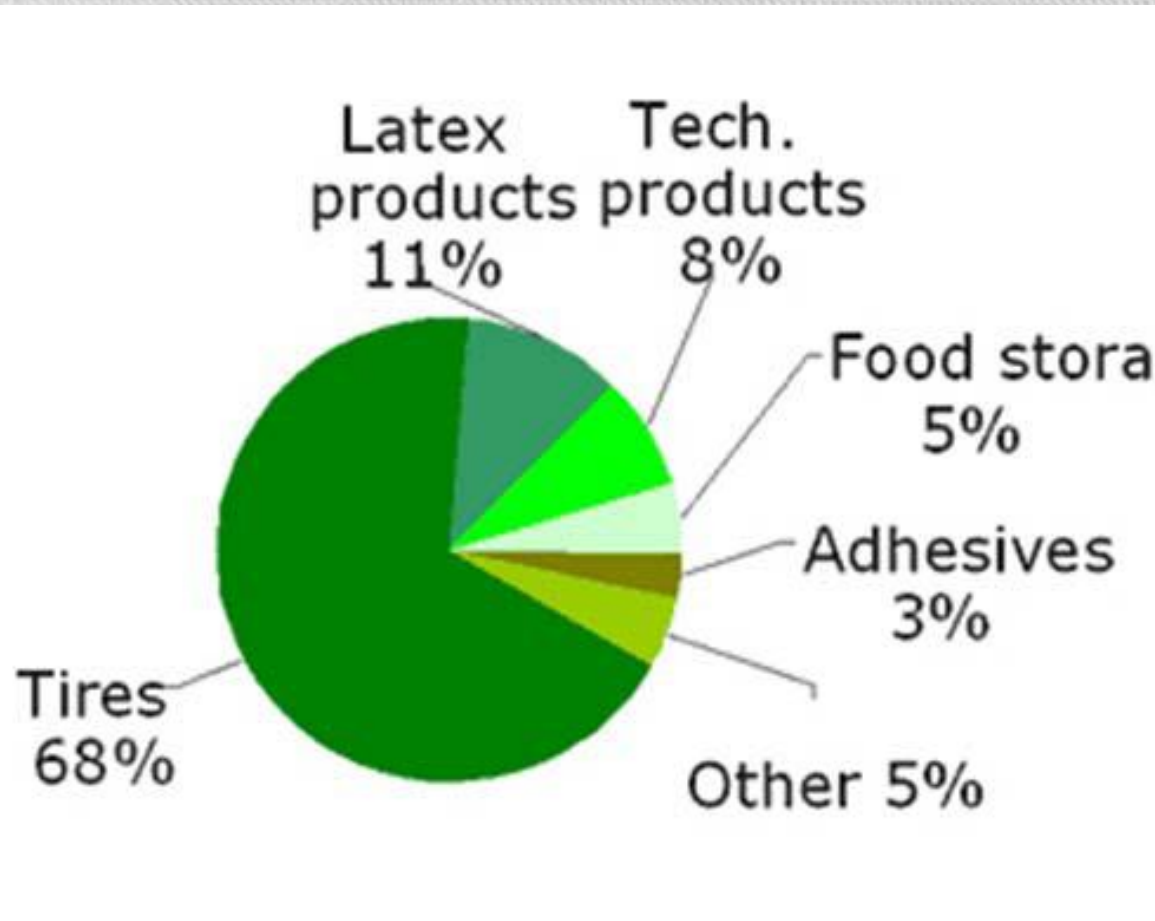
مصارف کائوچوی طبیعی

- برخی از خصوصیات کائوچوی طبیعی که کاربرد آن را در محدوده وسیعی امکان پذیر ساخته است عبارتند از:
- مقاومت انباری خوب کائوچوی خام،
- فرآیند پذیری بهتر،
- مقاومت زیاد در کالاهای حاوی پرکننده های غیر دوده ای،
- مقاومت پارگی در حالت داغ،
- تداوم قدرت در درجه حرارت های بالا،
- برجهندگی زیاد،
- پسماند حرارتی پائین،
- خواص دینامیکی عالی و غیره.

مصارف کائوچوی طبیعی

درصد	نام محصول
۶۸/۰٪	تایر و محصولات تایر
۱۳/۵٪	قطعات مکانیکی لاستیکی
۹/۵٪	محصولات بدست آمده از لاتکس
۵/۵٪	کفش
۸/۰٪	چسبها
۲/۵٪	ترکیبات مختلف
۱۰۰٪	کل

کاربردهای کائوچو طبیعی:



تایرها
دستکش
تسمه ها
کفش
انواع قطعات لاستیکی
چسب





فصل پنجم

الماس و گرافیت

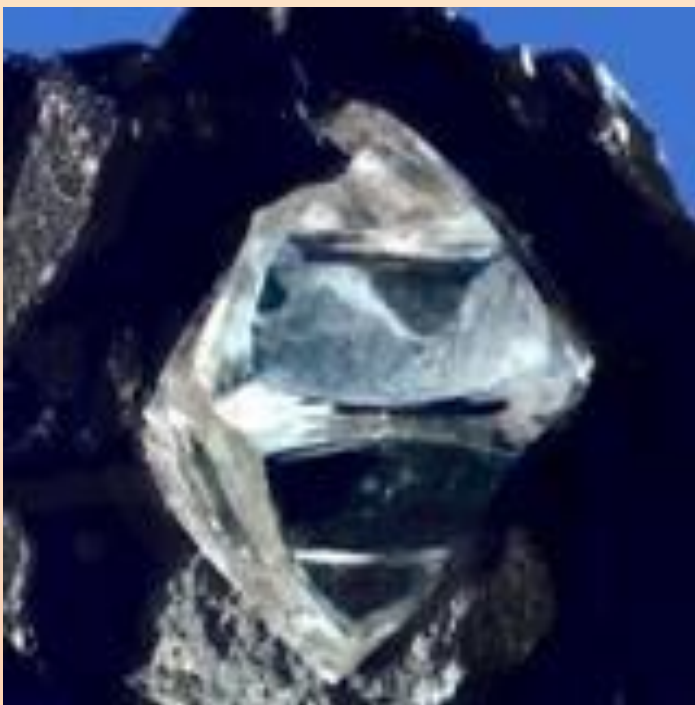
افسون الماس

عنصر کربن در طبیعت به سه حالت مختلف یافت می شود:

۱. بلورهای شفاف و بی رنگ الماس

۲. توده های تیره رنگ گرافیت

۳. ندرتاً به صورت کانی لانسدولایت (lansdoleite)



Rough Octohedral Diamond Crystal

– افسون و جاذبه الماس به عهد عتیق بر می گردد.

– خواص منحصر به فرد، درخشش و فناپذیری ظاهری آن، موجب شده بود حتی افلاطون فیلسوف نام آور یونان تصور کند که الماس خالص ترین فرم از طلای ناب است.

– دانشمندان قدیم منشاء وجودی الماس را در کرات آسمانی می دانستند و تصور می کردند که بلور الماس هم مانند گیاهان از زمین می روید.

- اکتشاف اولیه الماس تا حدود قرن هیجدهم منحصر به کشور هندوستان بوده و بدین جهت فرهنگ مردم آن سرزمین با نگین جواهری به نام الماس آشنایی کامل داشته است.
- در نظر هندوها بلورهای الماس حاوی قدرتی آسمانی و فوق بشری بوده و بدین جهت به هنگام بیماری اشخاص ثروتمند از پودر آن به عنوان دارویی شفابخش استفاده می نمودند.

-امروزه یکی از مطمئن ترین طرق سرمایه گذاری به مدت طولانی خرید و نگهداری برلیان یا الماس تراشیده شده است،

زیرا به تجربه ثابت شده که به موازات بالا رفتن هزینه استخراج قیمت آن سیر صعودی خواهد داشت.

- **واژه الماس در یونانی به معنی تسخیر ناپذیر است.**

- الماس از فراوان ترین عناصر موجود در طبیعت یعنی از کربن ساخته شده و سخت ترین و پاک ترین را روی زمین تشکیل می دهد.

- به عبارت دیگر در الماس دو صفت متضاد، معمولی ترین و نادر ترین در کنار هم یافت می شوند.

- الماس، سلطان سنگ ها، انرژی های درونی را تقویت می کند، تردید و دو دلی و بی ثباتی را از بین می برد، باعث تحرک و شادابی شخص می شود و عزت نفس او را افزایش می دهد.

سختی زیاد آن به دلیل: دارا بودن شبکه اتمی بسیار فشرده از عنصر کربن می باشد.

پاک ترین ماده: به خاطر شفافیت و درخشندگی که این عنصر نسبت به کانی های دیگر دارد، می باشد.

-الماس از کربن خالص تشکیل شده و ترکیبی است متبلور.

-وزن مخصوص الماس $3/5$ ،

-ضریب شکست آن $2/42$ است.

-الماس به رنگ های مختلفی یافت می شود.

-الماس با سنگ های کیمبرلیتی که از اعماق زیاد منشاء گرفته اند همراه است. در رسوبات رودخانه ای نیز یافت می شود.

بیشترین پخش الماس طبیعی جهان امروز از معادن الماس واقع در کشورهای آفریقایی استخراج می گردد.

سختی الماس به حدی است که فقط گرد الماس می تواند آن را تراش و پرداخت بدهد.

ویژگی های الماس:

۱- درخشندگی آن که ناشی از خواص نور شناختی استثنایی آن می باشد

۲- ضریب شکست آن که معادل $2/4$ است

(در مقایسه با ضریب شکست هوا که $1/0002$ ، آب $1/3333$ و شیشه $1/5$ تا $1/6$ است). ضریب شکست نوری هر

محیط برابر است با نسبت سرعت نور در خلاء (300000 کیلومتر در هر ثانیه) بر سرعت نور در محیط مورد نظر.

ضریب شکست در حقیقت میزان شکست پرتو نورانی را به هنگام گذر از محیطی به محیط دیگر مشخص می کند.

نور در الماس با سرعت 125000 کیلومتر در هر ثانیه انتشار می یابد که تا حدودی کند است.

۳- جذب نور کم: این سنگ مقدار بسیار کمی از نور مرئی را جذب می کند، عملاً همه نوری که به الماس تراش

خورده، وارد می شود، از وجوه آن بازتاب پیدا می کند.

نور خورشید که سفید به نظر می رسد در حقیقت شامل همه رنگ هاست و هنگام تابیدن به الماس تراش خورده، به

رنگ های رنگین کمانی خود تجزیه شده، زیبایی بی نظیری را فراهم می سازد و در نتیجه آن را به صورت گوهر

گرانیهایی جلوه می دهد.

- الماس های رنگی هم وجود دارند: آبی، صورتی، سرخ، زرین، زرد، لیمویی، سبز و ..

- الماس های طبیعی همواره بی رنگ نیستند، ولی می توان حدس زد که این رنگ ها مربوط به رگه های **ناخالصی** در درون الماس است.

رنگ الماس، مانند بسیاری دیگر از سنگ های قیمتی در اثر پرتو دهی یا گرم کردن که جذب انرژی در طیف مرئی را باعث می شوند، تغییر پذیر است و گاهی به رنگ های دور از انتظاری می انجامد.

ساختار شبکه الماس

در شبکه اتمی الماس هر اتم کربن توسط چهار اتم دیگر در یک نظم هندسی چهار وجهی احاطه شده،

- حد فاصل مابین اتم های کربن برابر $1/55^{\circ}A$

- هیبریداسیون آن SP^3

- زاویه پیوندی $109/5$ درجه

همچنین ساختار مولکولی الماس باعث پدید آمدن بلورهایی با شکلهای زیر شود:

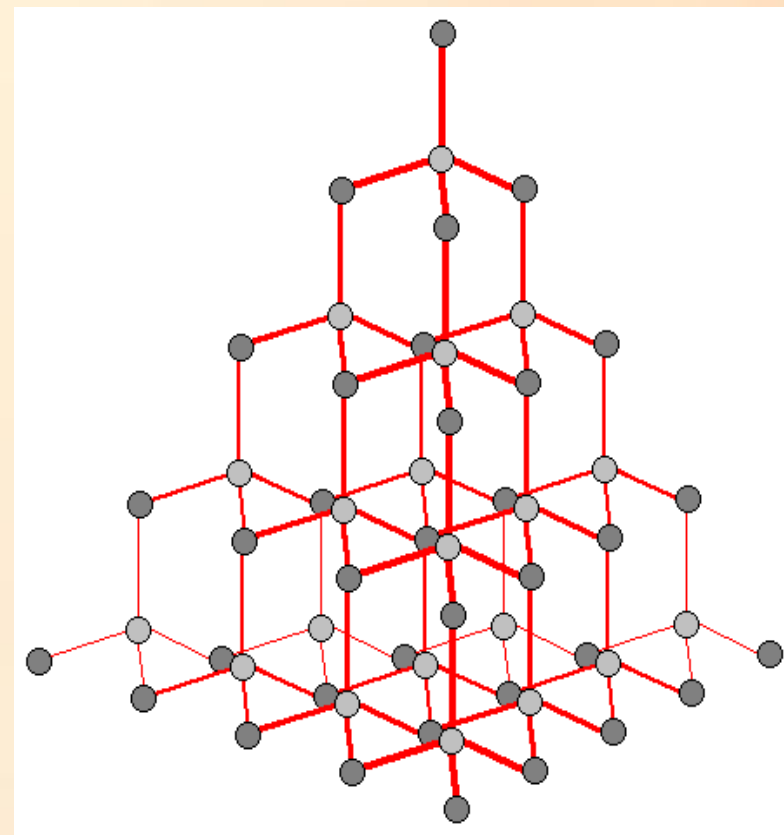
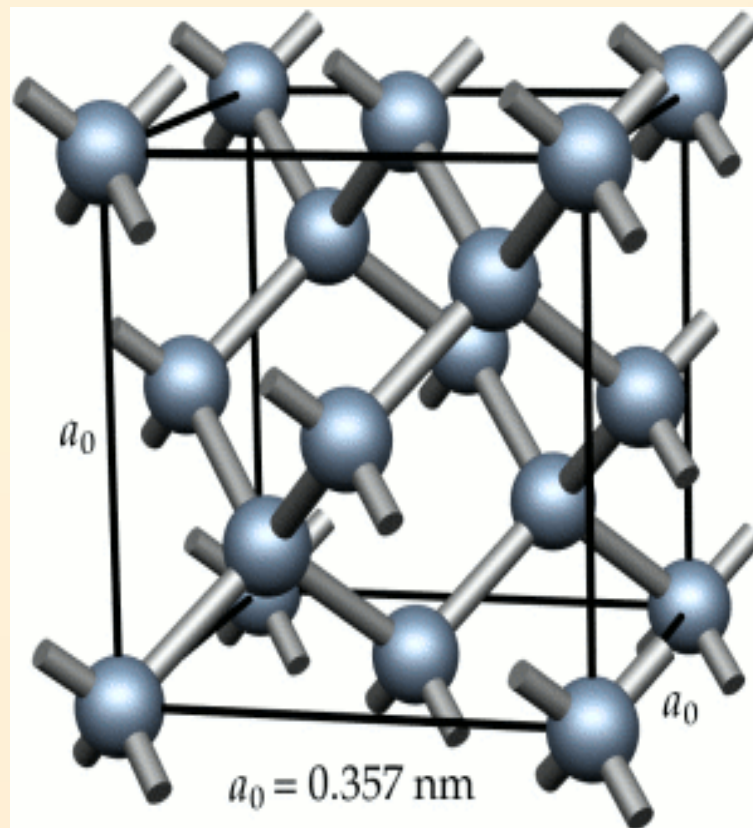
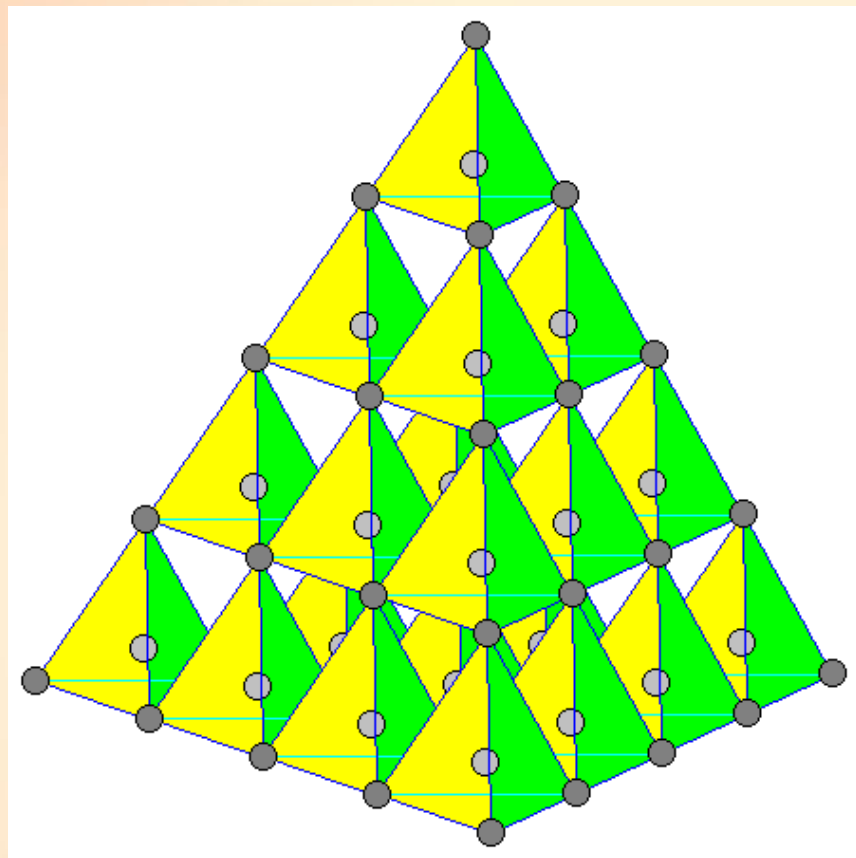
- (Habit) جامع هشت سطحی با دو هرم مضاعف (Octa hedron)،

- دوازده سطحی با صفحات متساوی الاضلاع (Dodecahedron)

- مکعب ساده (Cube) و ندرتاً به شکل اکتا هدرن، هگزا اکتا هدرن و تترا هدرن

الماس به ندرت با شکل جامع اکتا هدرن دیده می شود و دلیل آن تداخل نفوذ بلورها در یکدیگر و یا کمبود فضا برای رشد مطلوب است.

ساختار شبکه الماس



خواص فیزیکی الماس

سخت ترین ماده متبلور شده در پوسته زمین است که مقاومت فیزیکی فوق العاده ای در برابر ضربات دارد.

سختی آن در جدول موس برابر با ۱۰ تعیین شده است. اساس مقایسه ای این جدول بر این قرار است که هر رده بالاتر بتواند تمام کانیهای واقع شده در رده های پایین تر از خود را خراش بدهد بدون آنکه آسیبی به خود آن برسد.

در این جدول کانی تالک نرم ترین و الماس سخت ترین کانی هاست.

کوارتز در این جدول سختی برابر ۷ دارد.

الماس (۱۰) – کروندوم (۹) – توپاز (۸) – کوارتز (۷) – ارتوز (۶) – آپانیت (۵) – فلوئوریت (۴) – کلسیت (۳)

– ژیپس (۲) – تالک (۱)

با استفاده از این داده ها می توان مقاومت بعضی از اشیاء مورد استفاده در زندگی روزمره را تعیین نمود.

ناخن با سختی ۲/۵، سکه مسی با سختی ۳/۵، تیغه چاقو با سختی ۵/۵

- در مورد **ساختار اتمی الماس** میزان تراکم در جهات مختلف یکسان نبوده و در برخی جهات فشرده تر است و این اختلاف در تراکم اتمی باعث نابرابری در خواص فیزیکی در جهات مختلف می گردد، که به آن اصطلاحاً **Anisotropy** می گویند.
- **میزان سختی** نه تنها در **جهات مختلف** بلکه در **صفحات مختلف** در فرم های جامع گوناگون نیز یکسان نمی باشد، مثلاً در فرم اکتاهدرون میزان سختی در نقاط برخورد صفحات از سایر نقاط بیشتر است.
- چگالی الماس برابر $3/25$ گرم بر سانتی متر مکعب است که همیشه بر خلاف سایر کانی ها ثابت می باشد.
- طرز تعیین وزن مخصوص توسط مایعات سنگین انجام می شود.

خواص شیمیایی الماس

الماس از نقطه نظر وجود عناصر کمیاب در آن به دو گروه تقسیم می شود.

این دو گروه نه تنها از نظر شیمیایی بلکه از لحاظ خواص فیزیکی، شکل بلور، نوع تورق، رنگ کریستال با یکدیگر تفاوت هایی دارند.

گروه اول دسته a : در این گروه عنصر نیتروژن به فراوانی موجود بوده که پراکندگی آن کاملاً تصادفی است و هیچ نظمی در آن دیده نمی شود.

- بلورهای الماس متعلق به این دسته خاصیت پارامغناطیسی دارند که هم سو با قدرت میدان مغناطیسی موجود در آن است و می توان گفت که قسمت اصلی الماس های یافت شده در جهان جزء این گروه است و از نقطه نظر شیمیایی از حدود یک در میلیون تا یک در هزار اتم نیتروژن به جای کربن در شبکه اتمی آنها دیده می شود و رنگ این گروه از بلورهای الماس **زرد و زرد متمایل به سبز** می باشد.

گروه اول دسته b: در این دسته تمرکز عنصر نیتروژن در شبکه اتمی دیده نمی شود و پراکندگی نیتروژن

به صورت بی قاعده و نامنظم است. یک دهم درصد از بلورهای یافت شده و نیز بلورهای الماس مصنوعی در لابراتوارها جزء این گروه اند.

گروه دوم دسته a: شامل بلورهایی است با مقدار بسیار جزئی و یا بدون عنصر نیتروژن.

گروه دوم دسته b: در این گروه بلورهایی یافت می شوند که **عنصر بُر** به جای **نیتروژن** در شبکه اتمی آنها جایگزین شده است.

عنصر بُر از نقطه نظر شیمیایی سه ظرفیتی می باشد در نتیجه در ازای جایگزینی هر عنصر بُر یک الکترون آزاد در شبکه اتمی یافت می شود که دلیل نیمه هادی الکتریسیته بودن بلور می باشد.

– تمام بلورهای الماس با زمینه آبی جزء این دسته می باشند.

خواص اپتیکی الماس

- اکثر بلورها و تکه های الماس یافت شده نه تنها شفاف نیستند، بلکه غالباً کدر و مات می باشند، البته در بلورهای شفاف نیز گاهی نقاطی کدر دیده می شوند. امروزه الماس های کدر و نیمه مات را «الماس های خاکستری رنگ» می نامند، که این عبارت بیانگر کاهش میزان شفافیت بلور می باشد.
- **جای الماس گونه (Adamantine luster)** به بالاترین درجه از جلا و درخشش موجود در یک کانی اطلاق می شود.
- در حقیقت به دلیل همین جلای آدامانتین اشخاص متبحر با یک نگاه قطعه های الماس را از ده ها بلور بی رنگ سایر کانی ها تشخیص می دهند.
- کیفیت و میزان جلای آدامانتین بستگی به میزان ضریب شکست نور در الماس و بازتاب کامل پرتوهای نور از درون بلور دارد.

تقسیم بندی الماس ها بر حسب شکل ظاهری

۱. بلورهایی که شکل هندسی کامل دارند (ایدیومورف)
۲. بلورهای شکسته شده یا ناقص (آلومورف)
۳. بلورهای دوقلو که غالباً نازک و دارای سطوح سه گوشه هستند (ماکل)
۴. بلورهای الماسی که متورق شده و غالباً اشکالی غیر هندسی نازک دارند و اضلاع آنها با یک دیگر موازی هستند (فلات)

انواع الماس ها

۱- برلیان یا الماس تراشیده ۲- الماس های صنعتی

حداقل ۷۵ درصد از بلورهای الماس به دست آمده از معادن دارای کیفیت مناسب برای تراش و استفاده در جواهر سازی نیستند که از این گونه بلورها مخصوصاً در صنعت حفاری استفاده می کنند و تقاضا برای آنها در سطح جهان به قدری زیاد است که سالیانه حدود صد میلیون قیراط به طریق مصنوعی تهیه و مورد استفاده قرار می گیرد.



فرم تراش الماس

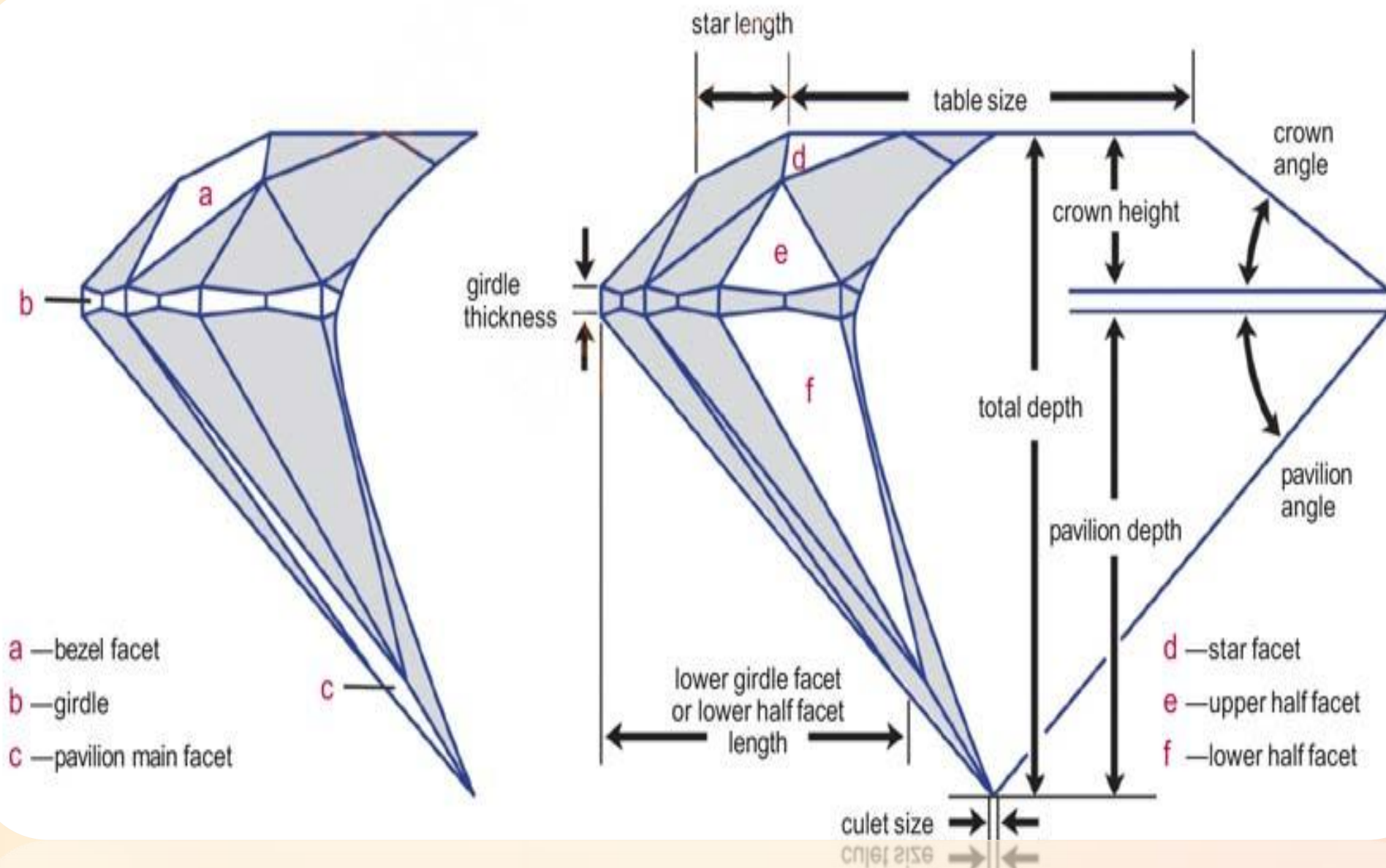
این تراش برلیان گونه است و برای
سنگ های دیگر هم به کاربرده
می شود.

در این تراش ۵۸ سطح ایجاد میشود.

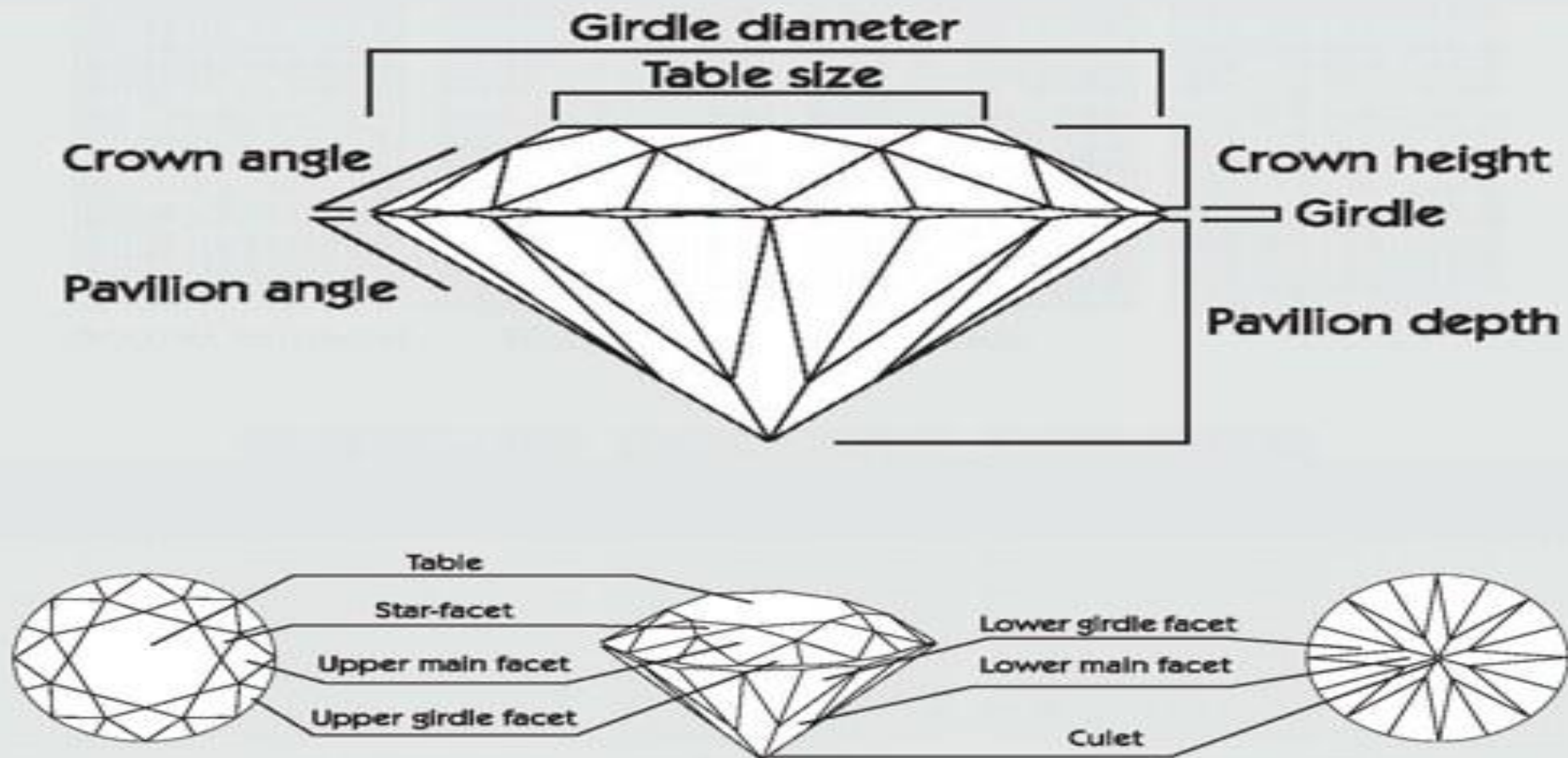
تراش برلیان

- ❖ ۳۲ صفحه شیبدار (پخ)
- ❖ یک صفحه مسطح در قسمت فوقانی
- ❖ حلقه کمربندی یا صفحه مسطح تحتانی
- ❖ ۲۴ صفحه (پخ) در قسمت پاولیون

تراش برلیان گونه



تراش برلیان گونه



دیگر تراش های الماس:

۱. تراش ۸ صفحه ای

۲. تراش پله ای

۳. تراش زمرد گونه

۴. تراش کابوشن

انواع
تراش
الماس:



Round Brilliant



Marquise



Pear



Heart



Oval



Emerald



Princess

شرایط ایجاد الماس:

- ✓ فشار ۷۰۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع
- ✓ دمای بالای ۱۳۰۰ درجه سانتی گراد
- ✓ در عمق ۱۵۰ کیلومتری از سطح زمین
- ✓ نحوه استخراج: معادن (منابع اولیه)

رنگ الماس ها

الماس نه فقط به صورت شفاف و بی رنگ بلکه اغلب رنگین نیز یافت می شود،

رنگ های موجود در بلورهای الماس گوناگون بوده و به آن دسته از رنگ های سیر و غیر متداول
مانند:

سبز،

قرمز

و آبی

در الماس «رنگ های فانتزی» گفته می شود.

الماس های مصنوعی

الماس های مصنوعی فراورده هایی هستند که توسط **فرآیندهای شیمیایی** تولید شده و از نظر ترکیب شیمیایی، خواص و ساختار اتمی کاملاً با الماس های یافت شده در طبیعت یکسان می باشند.

کاملترین روش تولید الماس مصنوعی توسط **شرکت جنرال الکتریک** پیشنهاد شد. دانشمندان این شرکت موفق شدند در حرارتی معادل ۱۶۰۰ درجه سانتی گراد و فشاری برابر با ۳۵۰۰۰ بار در زمانی معادل یک دقیقه بلورهای الماسی به بزرگی ۰/۰۱ میلی متر تا ۱/۶ میلی متر سنتز نمایند.

بلورهای الماس در برابر مواد شیمیایی بسیار مقاوم اند ولی **پتاسیم بی کرومات و سولفوریک اسید** به تدریج آن را به CO_2 تبدیل می کند.

در روش جدید که توسط ژاپنی ها ابداع گردیده بخار کربن بر روی یک صفحه سرد جمع آوری می شود. ابتدا CH_4 و H_2 در دمای بیش از ۲۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده می شود و بخار کربن بر روی یک صفحه سرد متمرکز می شود.

تقسیم بندی موارد مصرف

مصارف عمده الماس در صنعت جهت برش مواد بسیار سخت نظیر فولادها، سائیدن و اره کردن سنگ و بتن در حفاری ها.

تقسیم بندی الماس بر حسب کاربرد صنعتی آنها:

۱. الماس صنعتی که به علت شکل و رنگ آن مصرف زیستی ندارند .
۲. الماس هایی که در قطعه های کوچک هستند و شکل نامناسب دارند.
۳. الماس های کربوران که مخلوطی از الماس، گرافیت و کربن بی شکل آمورف است.
۴. الماس بالاس

۱۲/۵ درصد الماس تولیدی جهان به مصرف ساخت مته های چاله زنی می رسد.

۱۲/۵ درصد دیگر در تولید ماشینهای برش

۷۵ درصد به صورت پودر و یا مواد سائیده شامل مصارف مته های الماسی، اره های الماسی، لوازم جراحی و دندان پزشکی و دستگاه های برش مورد استفاده قرار می گیرد.

– دانشمندان موفق به تهیه لایه های نازکی از الماس مصنوعی در مقیاس " نانو " شدند که می تواند به سطح فلزات متصل شود.

تهیه الماس از CCl_4

دانشمندان چینی به روشی دست یافته اند که به کمک آن می توان در دمایی بسیار پایین تر از روش های معمول گرد الماس مصنوعی را بسازند. برای این منظور:

ترکیب کربن تترا کلرید و سدیم

در حضور کاتالزور نیکل – کبات در اتوکلاوی از جنس فولاد ضد زنگ،

در دمای 700°C درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت واکنش دادند.

– آنها در صددند با استفاده از کاتالیزگرهای فلزات واسطه دیگری مانند نیکل، کبالت، منگنز، آهن یا پلاتین و

هیدروکربن های هالوژنه دیگر مانند هگزا کلرواتان یا تترا برمومتان بهره محصول را به بیش از ۲ درصد برسانند.



گرافیت

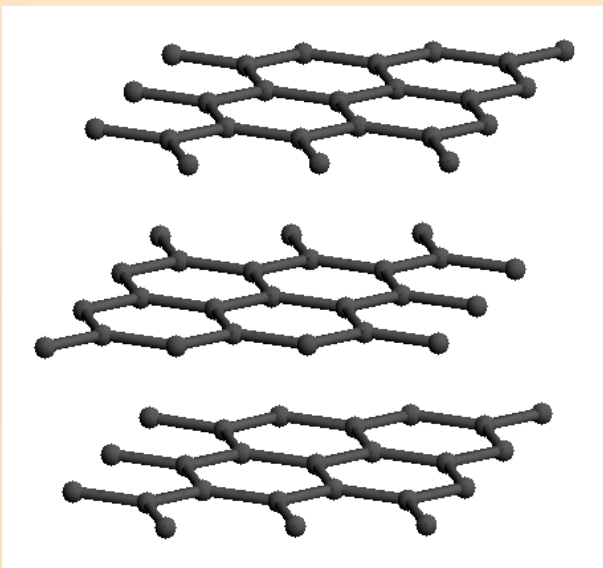
- یکی از فرم های کربن است با دانه های بسیار ریز میکروسکوپی.
- کانی گرافیت دارای نظم هگزا گونال می باشد و بر خلاف الماس تیره رنگ یا سیاه رنگ است.
- سختی آن بسیار کم بوده به گونه ای که حتی با ناخن می توان آن را خراش داد.
- با وجود این که الماس و گرافیت هر دو از یک نوع اتم اند وزن مخصوص گرافیت نسبت به کربن بسیار پایین تر است.

- در ساختار شبکه ای گرافیت هر اتم کربن در هر لایه با سه اتم کربن دیگر پیوند یافته،

- در هر لایه فاصله بین دو اتم کربن ۰/۱۴۲ نانومتر

- هیبریداسیون SP^2

- زاویه پیوندی برابر ۱۲۰ درجه می باشد.



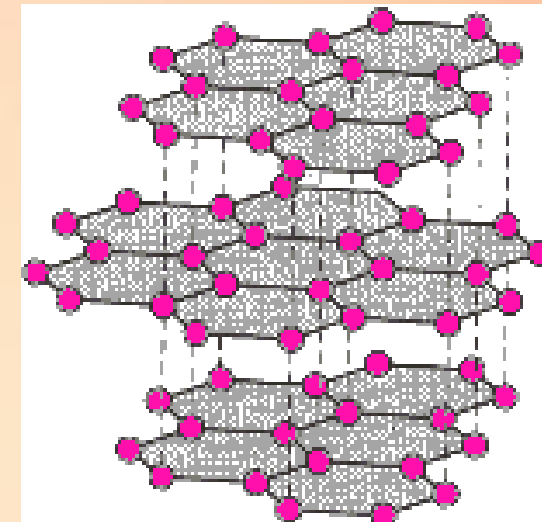
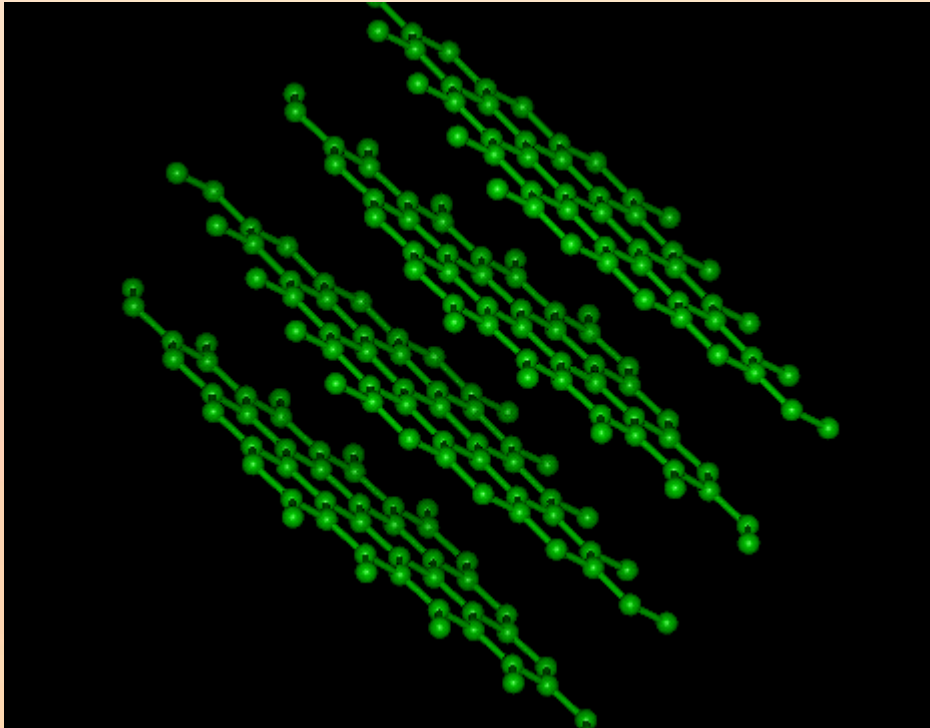
گرافیت

- بین لایه های مختلف یک پیوند ضعیف π وجود دارد.

گرافیت طبیعی در طبیعت به ۲ فرم هگزاگونال و یا به فرم متوازی الاضلاع با هم پیوندی ایجاد کرده اند.

البته به طور کلی ۳۰٪ به فرم متوازی الاضلاع است که احتمال افزایش این حالت با ایجاد شکاف، خرد کردن،

حرارت دادن زیاد و سپس سرد کردن ناگهانی افزایش می یابد.



گرافیت طبیعی

-گرافیت تنها کانی موجود در طبیعت می باشد که منشأ آلی دارد.

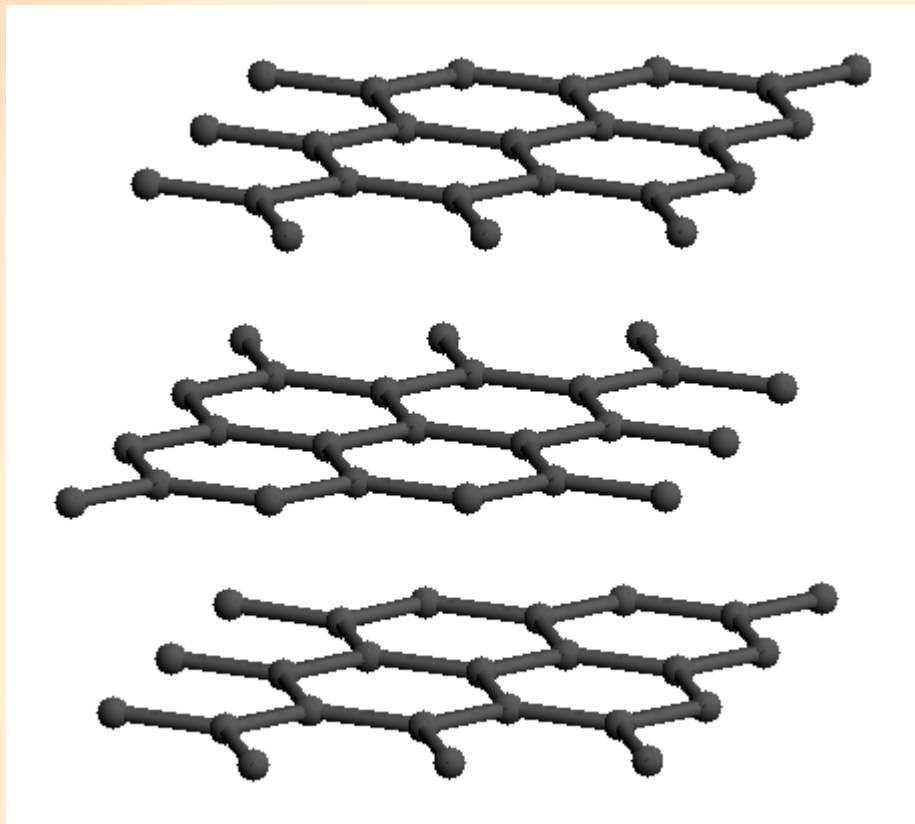
- گرافیت ماده نرمی است که به آسانی قابل ورقه شدن می باشد و به صورت لایه های موازی لایه اصلی به وجود می آید، و در هنگام برداشت لایه جدید این لایه یک جلای فلزی دارد.

-اغلب مواد معدنی مهم همراه با گرافیت شامل:

کوارتز، میکا، فلدسپات

مواد فرعی همراه شامل:

پیریت، ماگنتیت و گلسیت



کاربردهای گرافیت:

ورقه های گرافیت طبیعی دارای کاربردهای فراوانی هستند که به علت اندازه، سختی نسوز و مقاوم بودن احتیاجات

زیادی را در صنعت برآورده می کنند از جمله:

۲۴٪ مورد استفاده در ریخته گری، ۲۴٪ در صنعت فولاد، ۱۵٪ در ساخت بوته های ذوب فلز،

۱۲٪ در زمینه های الکتریکی، ۸٪ در صنایع نسوز، ۵٪ در روان کننده ها، ۴٪ در مدادها، ۳/۵٪ در باتری ها.

گرافیت طبیعی در صنعت متالوژی، در پلاستیک ها، مواد منفجره، لاک های رسانا و صاف کاری استفاده می شود.

در پلاستیک ها و سرامیک ها از گرافیت برای چسباندن اجزاء مورد استفاده قرار می گیرد.

ورقه های گرافیتی تصفیه شده به عنوان تعدیل کننده ها در واکنش های شکاف هسته ای به کار می روند.

کشورهای عمده تولید کننده گرافیت: چین، روسیه، سریلانکا، آلمان، نروژ، کره، مکزیک و مالزی

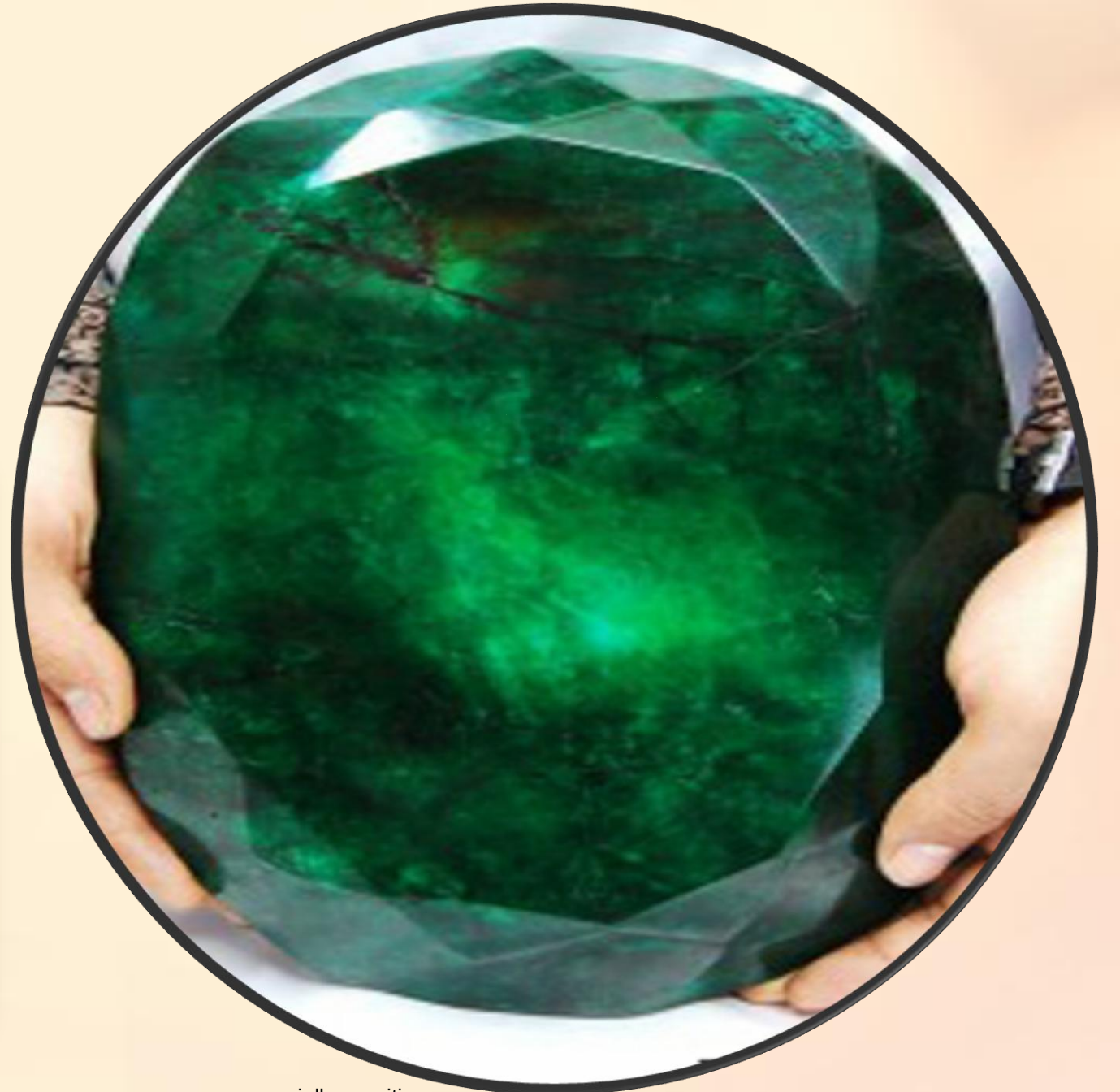
بزرگترین زمرد جهان:

"هدیه خدا (God's gift)

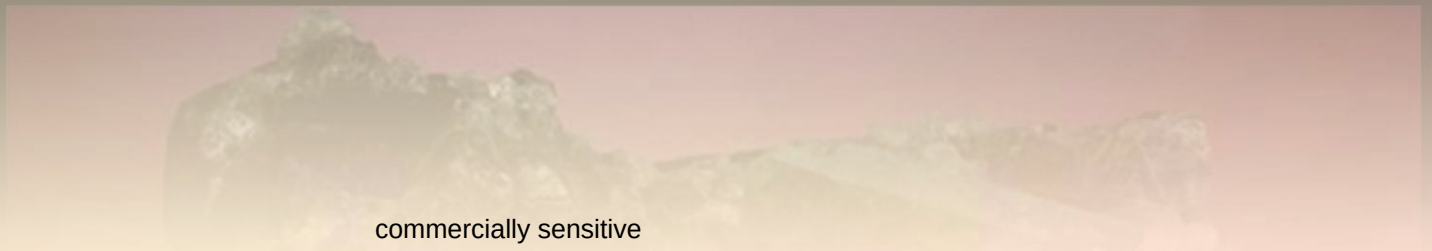
❖ وزن: ۱۱ کیلوگرم

(۵۷ هزار قیراط)

❖ محل استخراج: برزیل



زفر



commercially sensitive

فصل ششم

آلکلید رزین

مقدمه

آلکلید که از دو قسمت ال (مخفف الکل) و کید (مخفف اسید) درست شده است به پلیمرهای از خانواده پلی استرها گفته می شود که از ترکیب اسیدهای چند عملی با یک الکل چند عملی بوجود آمده باشند.

واکنش میان الکل های چند عاملی و اسید های چند عاملی از نوع پلیمریزاسیون تراکمی (Condensation Polymerization) می باشد. تولید پلی استر با خواص رزینی سالهای زیادی است که مورد بررسی قرار گرفته است در سال ۱۸۴۷ برزیلیوس نحوه ساخت یک محصول رزینی از راه ترکیب اسید تارتاریک با گلیسرول را گزارش کرد که در سال ۱۸۵۳ بارتلت (Berthelet) موفق به تهیه گلیسرول استر از اسید کامفوریک شد.



در سال ۱۹۰۱ در انگلستان شخص به نام واتسون اسمیت از ترکیب گلیسرول با انیدرید فتالیک یک پلیمر سخت و شکننده بدست آورد. در همین سال دانشمندان آلمانی موفق شدند برای اولین بار رزینهای آلکیدی را تولید کنند ولی ارزش فوق العاده آنها تا زمان پیدایش گلیسرید فتالات های حاوی اسیدهای چرپ غیر اشباع ناشناخته مانده بود. کاینل (Kinle) در سال ۱۹۲۷ موفق به انجام این واکنشها شد و فن آوری تولید انبوه آلکیدها آغاز شد.



شناخت آلکلید رزینها

ماهیت شیمیایی آلکلید رزینها :

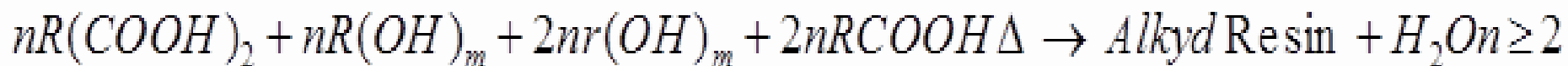
یک آلکلید ، نوعی پلیمر درشت مولکول است که از ترکیب شیمیایی تعداد زیادی مولکولهای کوچکتر به وجود آمده است. این واکنش، واکنش پلیمریزاسیون است.

می توان تصور کرد که واکنش از نوع پلیمریزاسیون تراکمی بنابراین چون واکنش تولید آلکلید رزین یک واکنش تراکمی است محصول آلکلیدی تولید شده نیز یک پلیمر تراکمی است .

واکنش میان یک گروه کربوکسیل COOH و یک گروه هیدروکسیل OH انواع واکنشهای استری شدن است واکنش مبنای تولید ، آلکلید رزینها می باشد .



الکلید رزینها بایستی دارای وزن مولکولی بسیار زیادی باشد البته نه به آن حد ژل شود و نه آن حد که نتوان آنرا پلیمر نامید، آلکلید رزینها در مقایسه با پلیمرهای دیگر از وزن مولکولی کمتری برخوردارند که میانگین وزن مولکولی پلیمرهای دیگر از قبیل رزینهای آکریلیک و وینیلی ۵۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ می باشد. فرمول عمومی یک آلکلید رزین بلند روغن به صورت زیر است :





پدر ذیل پلیمرهایی که جهت اصلاح خواص فیزیکی و شیمیایی
رزینهای آلکیدی به کار می روند آمده است .

پلیمرهایی که جهت اصلاح فیزیکی آلکیدها به کار می روند :

۱- نیتروسلولز ۲- ملامین فرم آلدئین ۳- یوریا فرم آلدئید ۴- کلریتد رابر

پلیمرهایی که جهت اصلاح خواص شیمیایی آلکیدها به کار می روند :

۱- وینیلی (استایرن ، وینیل تولوئن ...) ایزوسیانات (اورتان) - فنلی -

سیلیکونی - اپوکسی



انواع رزینهای مصنوعی در صنایع رنگسازی



الف : رزینهای ترموپلاست و یا تغییر و تبدیل ناپذیر (non-convertible) رزینهای ترموپلاست از نوع پلیمرهای خطی هستند که هیچگونه انشعاب یا کراس لینکی نداشته و از آنجایی که تحت فشار و حرارت به شکل دیگری در می آیند بدون اینکه خواص فیزیکی و شیمیایی آن تغییر نماید به آنها تبدیل ناپذیر گویند عبارتند از رزینهای نیتروسلولزی - رزینهای وینیلی - رزینهای سخت - رزینهای آکریلیک ترموپلاست - رزینهای کلرنیتد رابر یا کائوچو کلره - رزینهای نفتی از قبیل پترو - کومارون - قیر و ...



انواع رزینهای مصنوعی در صنایع رنگسازی



ب : رزینهای ترموست و یا تغییر و تبدیل پذیر (**convertible**) رزینهای ترموست از نوع پلیمرهای انشعابی شاخه دار یا کراس لینک بوده و از آنجایی که تحت فشار و حرارت خواص فیزیکی و شیمیایی آنان تغییر می یابد به آنها ترموست یا تغییر و تبدیل پذیر می گویند و عبارتند از :

رزینهای آلکلیدی - رزینهای آکریلیک ترموست - رزینهای پلی استر غیر اشباع - رزینهای اپوکسی - رزینهای آمینی (یوریا و ملامین فرمالدئید) - رزینهای پلی اورتان - رزینهای سیلیکونی .



نقش رزینها در رنگ



نقشی که اصولاً در رنگ ایفا می کنند عبارتند از :

۱. تشکیل فیلم
۲. خشک شدن فیلم
۳. شفافیت یا براقیت و حفظ آن
۴. چسبندگی
۵. انعطاف پذیری
۶. ضربه خوری
۷. مقاومت در برابر آب ، اسید و بازو ...
۸. کاهش قیمت نهایی رنگ حاصل



طبقه بندی آلکاید رزینها

برحسب مقدار و نوع روغنی که در ساختمان آنها به کار رفته است (

الف - رزینهای کوتاه روغن (دارای ۲۵ الی ۴۵ درصد روغن) : **Short oil Alkyd Resins**

آلکاید رزینهای کوتاه روغن که معمولاً حدود (۲۵ الی ۴۵ درصد وزنی و یا اسید چرب در ساختشان به کار رفته است. بیشتر در ساخت رنگهای صنعتی به کار می روند تا ساختمانی، این نوع رزینها معمولاً سریع خشک می شوند و از آنجایی که میزان روغن در آنها کم است، سیالیت خوبی ندارند و از آنجایی که سریع خشک می شوند جریان و یا فلوی آنان کنده بوده و در نتیجه خاصیت برس خوری ضعیفی دارند.

Short oil Alkyd Resins رزینهای کوتاه روغن

آلکیدی‌هایی که به عنوان رزین پایه در رنگهای کوره‌ای (Storing Paints) و نرم کنند ها (Plasticizers) به کار می‌روند همگی از نوع آلکیدی‌های کوتاه روغن هستند .

. این آلکیدی‌ها در حلالهای زنجیری (Aliphatic) کمتر و در حلالهای حلقوی بیشتر حل می‌شودن . مزایا : زمان خشک شدن سریعتری دارند . به فیلم رنگ سختی بیشتری می‌دهند - گرانیروی بالایی دارند

معایب : انعطاف پذیری کمتر - مقاومت در برابر ضربه کمتر .

آلکید رزینهای متوسط روغن

Medium oil Alkyd Resins



دارای ۴۷-۵۶ درصد روغن به علت خواص وسیعی که دارند هم رنگهای صنعتی وهم ساختمانی به کار می روند اگر با در نظر گرفتن درصد روغن به رزینهای کوتاه روغن نزدیک باشند جهت مصارف صنعتی استفاده می شوند و در حلالهای حلقوی به خوبی حل شده و اگر به رزین بلند روغن نزدیک باشند جهت مصارف ساختمانی به کار می روند و در حلالهای زنجیری بهتر حل شده و اگر در حد کاملاً وسط یعنی نه نزدیک به رزینهای بلند روغن و نه کوتاه روغن باشند قابلیت برس خوری نسبتاً خوبی داشته و در رنگهای هوا خشک و یا بیشتر در رنگهای کوره ای که در حرارت پایین سخت می گردند از قبیل رنگهای مصرفی بر سطوح تراکتور ، اتومبیل ، ابزار آلات و غیره به کار می برند .



آلکید رزینهای بلند روغن

. Long oil Alkyd Resins



آلکید رزینهای بلند روغن دارای بیش از ۵۶ درصد روغن یا اسید چرب می باشند . این رزینها در حلالهای زنجیری مثل حلال معروف (مانییرال اسپریت) (**A w 402white** **spirite**) قابل حل می باشند . از آنجایی که سرعت خشک شدن آنها کمتر از آلکیدهای کوتاه روغن است خاصیت برس خوری خوبی دارند و در رنگهای داخل و خارج ساختمان ها و رنگهای تزئینی قابل استفاده می باشند .

مزایا: انعطاف پذیری

معایب: سختی کمتر - گرانروی پایین - زمان خشک شدن طولانی تر





به طور کلی افزایش درصد روغن در رزینهای آلکیدی به خواص رنگ حاصل تغییراتی به شرح ذیل خواهد گذاشت:

- ۱- حلالیت در حلالهای آلیفاتیک را افزایش و در حلالهای آروماتیک را کاهش میدهد.
- ۲- زمان خشک شدن فیلم را طولانی تر می سازد.
- ۳- قابلیت برس خوری بهتری به رنگ می دهد.
- ۴- انعطاف پذیری را افزایش و سختی را کاهش می دهد.
- ۵- ویکسوزیته را کاهش می دهد.
- ۶- مقاومت در برابر محلولهای بازی و آب را کاهش می دهد.



مواد اولیه مصرفی در ساخت آلکلید رزینها



الکلها، اسیدها، روغنهای و اسید های چرب آنان، حلالها، کاتالیزورها، بعضی از مواد اصلاح کننده از جمله مواد اولیه مهم مصرفی در تولید آلکلید رزین می باشد.

• الکلها چند عاملی (Poyols) :

نکته مهم در مورد پلی الها تعداد گروههای فعال هیدروکسیل و عاملیت آنها می باشد . هرچه در یک مولکول تعداد گروههای هیدروکسیل بیشتر باشد، عاملیت آن بیشتر و در نتیجه فعالیت است .





در هر صورت با افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل الکل در یک الکل چند عاملی مورد مصرف در آلکاید رزین **خواص زیر** در آن رزین تغییر پیدا می‌کند که علت آن افزایش شبکه‌ای شدن رزین می‌باشد.

(۱) انحلال پذیری آن در حلال‌های مربوط کاهش پیدا می‌کند.

(۲) سختی فیلم بیشتر می‌شود.

(۳) انعطاف پذیری فیلم کاهش می‌یابد.

(۴) سرعت خشک شدن آن افزایش پیدا می‌کند.

(۵) قابلیت امتزاج پذیری یا اختلاط آن کاهش پیدا می‌کند.



الکلهای چند عاملی (Poyols)

ادامه

الکلهای چند عاملی دارای دو گروه هیدروکسیل با عاملیت برابر دو ، فقط پلیمرهای خطی تولید نماید زیرا برای آنها امکان پیوندهای شاخه ای و شبکه ای شدن وجود ندارد. این نوع آلکلید رزینها ترموپلاست بوده و بعنوان یک نرم کننده در رنگها بکار می رود. از موارد مهم دیگر در پلی الها می توان به فاصله گروههای هیدروکسیل و شاخه های جانبی غیر قطبی اشاره کرد. بطور کلی با افزایش فاصله بین گروههای هیدروکسیل انعطاف پذیری و نرمی رزین افزایش پیدا می کند و شاخه های جانبی غیر قطبی معمولاً از سختی رزین خطی کم می کند زیرا اجازه نزدیک شدن زیاد به یکدیگر را به آنها نمی دهد.



همچنین گروههای جانبی غیر قطبی باعث حلالیت بیشتر رزین در حلالهای هیدروکربنی و افزایش زمان سخت شدن رزین می شود. قسمت غیر هیدروکسی الکلهای (زنجیر هیدرو کربنی) نیز به نوبه خود همانند گروههای هیدروکسیل بر خواص نهایی رزین حاصل می تواند اثر داشته باشد. آلکلید رزینهای خطی در مجموع خواص بهتری را ارائه می دهند چون پلیمرهای خطی نرمتر و انعطاف پذیر تر بوده و از آنان به عنوان انعطاف دهنده می توان به همراه رزینهای سخت استفاده کرد. الکلهایی که در ساخت آلکلید رزینها به کار می رود عبارتند از:



۱- گلیسرین (تری هیدروکسی پروپان)



گلیسرین از نظر شیمیایی یک الکل سه عاملی می باشد و مایعی است ویسکوز و شفاف که به صورت ۹۹٪ موجود می باشد. از نظر شیمیایی دارای سه گروه هیدروکسیل با آرایش غیر متقارن می باشد. دو گروه هیدروکسیل آن از نوع اولیه و گروه سوم که دارای فعالیت کمتری نسبت به آن دو گروه دیگر است از نوع ثانویه است.

۲- پنتااریتریتول (تترا متیلول متان)



پنتا اریتریتول ، پودر سفید کریستالین با چهار گروه هیدروکسیل یعنی عاملیت برابر با چهار می باشد که از لحاظ اهمیت مصرف بعد از گلیسرین قرار دارد . همانطور که می دانیم خواص فیزیکی و شیمیایی یک الکل چند عملی بستگی به تعداد و نوع گروههای هیدروکسیل موجود در آن دارد. شکل متقارن گروههای هیدروکسیل نوع اول در اتصال به یک کربن نوع چهارم باعث بالا رفتن نقطه ذوب و حلالیت کم آن در آب می شود خود باعث وجود مزایای برای پنتا در مقابل گلیسرین و دیگر الکلهای چند عملی برای سنتز آلکلید رزینها میشود.

۳- تري متيلول پروپان



تری متیلول پروپان از جمله الکلهای سه عاملی می باشد. آلکید رزینهای
که بر مبنای تری متیلول پروپان می باشند عموماً دارای ویکسوزیته و عدد
اسیدی پایین می باشند و دارای خواص عالی مقاومتی در برابر قلیاها، شوینده
ها و آب می باشند همچنین دارای سختی، مقاومت ضربه خوری، انعطاف
پذیری، رنگ و حفظ رنگ خوب می باشد.

۴ - گلیکولها



به طور کلی گلیکولها از قبیل اتیلن گلیکول، دی اتیلن گلیکول و نئوپنتلین گلیکول اگر به تنهایی مورد مصرف قرار گیرند تولید رزینی از نوع نرم کننده می نمایند تا یک رزین پوششی، مگر اینکه در روакنشهای کوپلیمری ساخت رزینهای پلی استری مصرف شوند. از گلیکولها به همراه گلیسرین و احتمالاً بیشتر مواقع به همراه پنتا استفاده می شود. از آنجایی که مقدار مصرف گلیکولها نسبت به پنتا را می توان تغییر داد، از این رو می توان خواص متفاوتی به دست آورد از اتیلن و دی اتیلن گلیکولها بیشتر از گلیکولهای دتیگر در صنعت رزین سازی استفاده می شود. آلکید رزینهای ساخته شده از نئوپنتیل گلیکول و پنتا اریتریتول برای رنگهای رویه کوره ای مناسب می باشند و دارای خواص عالی، متفاوت شیمیایی، حرارتی، نوری و انعطاف پذیری می باشند.



۵- سوربیتول



سوربیتول با وجود داشتن شش گروه هیدروکسیل دارای عاملیت برابر با چهار است و این به علت از دست دادن یک مولکول آب و تشکیل یک باند اتری داخلی در هنگام واکنش می باشد. بعضی از مواد مثل سوربیتول به جای اینکه واکنش را تسریع نمایند، ممانعت به عمل می آورند برای مثال وقتی که سوربیتول را تا درجه حرارت استری شدن حرارت می دهند، اترهای داخلی تشکیل شده، مانع واکنش گروههای هیدروکسیل و کربوکسیل نزدیک به هم می شود.

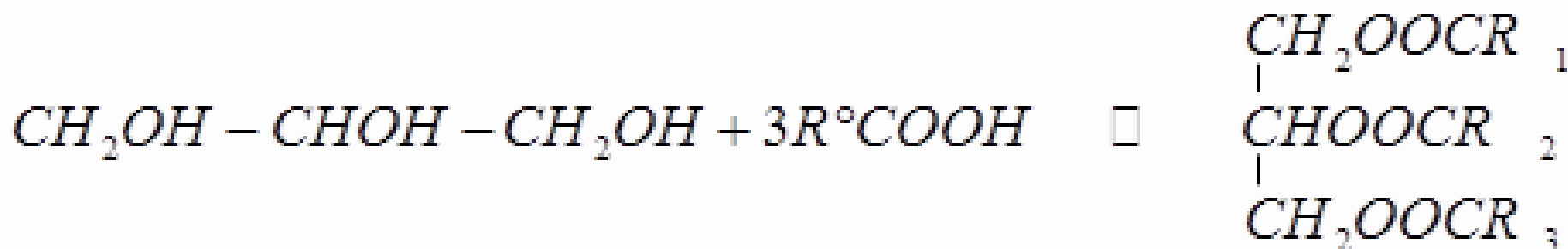
در عمل ثابت شده است که نمی توان یک آلکید رزین بلند روغن با سوربیتول تنها و یا سوربیتول و گلیسرین و یا تری متیلول پروپان تهیه نمود که زمان خشک شدن و سختی آن قادر به رقابت با آلکید رزین بلند روغن حاصل از پنتا و

گلیسرین باشد.

روغن‌ها و اسیدها ی چرب

روغن‌های مصرفی در ساخت آلکلید رزینها از گیاهان بدست می آید .
روغن‌های گیاهی کلاً از دانه و میوه گیاهان به دست آمده و از الحاظ ساختمان
شیمیایی تری گلیسریدهایی هستند که از یک ملکول گلیسرین و سه مولکول
اسید چرب تشکیل شده اند .

فرمول شیمیایی روغن‌ها :





✓ (اسیدهای چرب می توانند یکسان یا متفاوت باشند)

R یک زنجیره خطی از کربنها می باشند که معمولاً دارای ۱۷ تا ۱۹ کربن است روغنهای به سه دسته خشک شونده و نیمه خشک شونده و غیر خشک شونده تقسیم بندی می شوند. عامل خشک شوندگی روغنهای وجود باندهای دوگانه مجزا و یا مزدوج در اسدهای چرب آنان می باشند.





روغنهای نیمه خشک شونده دارای باندهای دوگانه کمتری نسبت به روغنهای خشک شونده و معمولاً باندهای دو گانه آنها از نوع مجزا می باشد از جمله این روغنها می توان به روغن سویا و تال اشاره نمود. روغنهای غیر خشک شونده اغلب دارای اسیدهای چرب کمتر از ۱۸ کربن می باشند و تعداد باندهای دوگانه آنها بسیار کم است. از جمله این روغنها می توان به روغن نارگیل، کرچک و پنبه دانه اشاره کرد. به طور کلی می توان دلایل افزایش خشک شوندگی روغنها را به صورت زیر برشمرد:

افزایش تعداد کربنها در زنجیر خطی اسید چرب آنها

افزایش تعداد باندهای دوگانه

افزایش تعداد باندهای دوگانه مزدوج



اسیدهای چرب

اسیدهای چرب به مراتب گرانتز از روغنهای تری گلیسیریدی بوده واز آنجایی که عمدتاً در ساخت یک آلكلیدی رزین از مخلوط چند نوع اسید چرب جهت رسیدن به خاصیت خصوصی استفاده می گردد، لذا در عمل و صنعت نیز جهت پایین آوردن هرچه بیشتر قیمت به جای تولید هریک از آنان به طور خالص و جداگانه که به روش تقطیر انجام می گیرد و بی شک مستلزم هزینه سنگین تری می باشد از مخلوط اسیدهای چرب استفاده می نمایند تا بدین طریق دو هدف را دنبال کنند: یکی رسیدن به خواص مورد نظر و دیگر پایین آوردن هرچه بیشتر قیمت . این مخلوط اسدهای چرب با نام روغن استخراج شده از آن شناخته مس شوند یعنی کلمه روغن بعد از کلمه اسید چرب به کار میرود که نمایانگر مخلوطی از اسیدهای چرب می باشند. به عنوان مثال ، اسدهای چرب روغن سویا ، بزرگ و غیره .

مزایای استفاده از اسیدهای چرب به جای روغنها

همانطور که قبلاً اشاره شد اسیدهای چرب به علت سهولت در امر تنظیم خواص تولیدی به مراتب بیشتر از روغنها : همانطور که قبلاً اشاره شد ایده‌های چرب به علت سهولت در امر تنظیم خواص تولیدی به مراتب بیشتر از روغنها به کار می‌روند و در صورتی که افزایش قیمت مهم نباشد مزیت استفاده از آنها به جای روغن را می‌توان به صورت زیر بیان کرد :

- (۱) باز بودن دست طراحان در انتخاب نوع و مقدار الکل در ارائه یک فرمول .
- (۲) مشخص واضح بودن مشخصات کامل هریک از اسیدهای چرب مصرفی از نظر شیمیدان ها و طراحان آلیکد ها که در مورد روغنها چنین نیست .

مزایای استفاده از اسیدهای چرب به جای روغنها

۳- امکان رسیدن به خواص ویژه با استفاده از روغن جهت رسیدن به چنین خواصی به هیچ وجه امکان پذیر نخواهد بود. و در مورد عیوب استفاده از اسیدهای چرب علاوه بر افزایش قیمت محصول می توان به خاصیت خورندگی، داشتن نقطه انجماد بالا، و رنگ پریدگی محصول اشاره کرد. اسیدهای که در ساخت آلکیدرزین ها معمولاً مصرف می شوند عبارتند از:

- ۱- انیدرید فتالیک
- ۲- اسید ایزوفتالیک
- ۳- اسید ترفتالیک
- ۴- انیدرید مالئیک
- ۵- اسید فورمایک
- ۶- انیدرتری مالئیک
- ۷- اسید بنزوئیک
- ۸- انیدرید تتراکلرو فتالیک.

روش تهیه آلکلید رزین ها



- (۱) روش مستقیم یا روش اسید چرب .
- (۲) روش غیر مستقیم که خود شامل دو نوع آلکلیزه و هیدرولیز اسیدی می شود .
- (۳) فرایند روغن / اسید چرب



۱- روش مستقیم یا روش اسید چرب

روش اسید چرب عبارتند از استری کردن مستقیم و همزمان تمامی اجزاء در این روش اسید چرب الکل چند عاملی و اسید تک عاملی در کنار هم درجه حرارت ۲۲۰ درجه سانتی گراد تا ۲۶۰ درجه سانتی گراد حرارت داده می شوند تا اینکه خواص مطلوب آلکلید رزین به دست آید. با اینکه به صورت عملی می توان ثابت کرد که تمامی اجزاء آلکلید سرانجام باید به یک ساختمان تعادلی و هم ارز برسند. اما از نقطه نظر علمی ترتیب اضافه کردن واکنش دهنده ها کاملاً اهمیت دارد.

روش مستقیم ادامه

از این رو در تهیه آلکلید رزین ها به روش اسید چرب نیز ترتیب افزودن مواد اولیه مهم می باشد. به عنوان مثال اگر بخواهیم آلکلید رزین تولیدی دارای خواص و قابلیت های فیزیکی خوب و مطلوبی باشد باید ساختمان پلیمری آن به صورت قابل توجهی خطی بوده و وزن مولکولی آن تا حد امکان بالا باشد. برای رسیدن به چنین وضعیتی با استفاده از فرایند چرب، روش استری شدن مرحله به مرحله پیشنهاد شده است. در این روش آلکلید مورد نظر تنها با بخشی از کل اسید چرب موجود پخته می شود.

۲- روش های غیر مستقیم

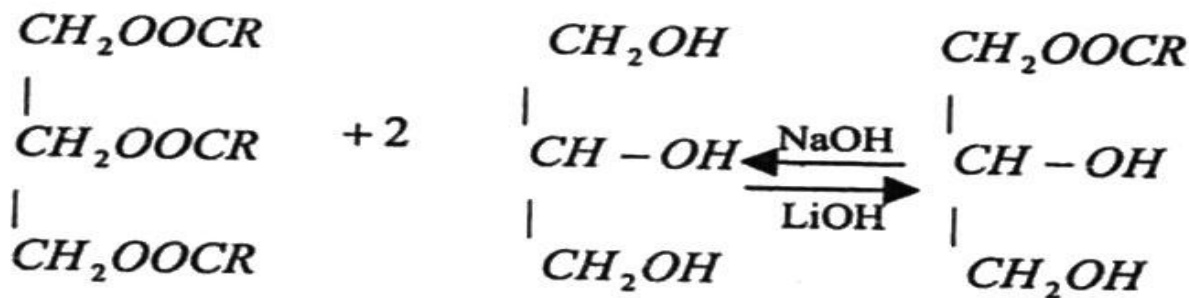
برای تولید رزین های آلکلیدی می توان مستقیماً از اسید های چرب استفاده کرد. اما معمولاً اقتصادی تر است که روغن های گیاهی که تری گلیسیرید اسید های چرب هستند به عنوان ماده حاوی اسید های چرب سود جست . برای استفاده بهینه از روغن های گیاهی در آلکلید رزین ها ، ابتدا آنها را در واکنش (مبادله استر) با موادی که حاوی گرو های هیدروکسیل یا کربو کسیل می باشند شرکت می دهند که به ترتیب به نام واکنش های الکی کردن و اسیدی کردن معروفند . این واکنش ها باعث افزایش قدرت حل شوندگی و لذا توزیع بهتر گرو های غیر اشباع روغن و گرو های هیدروکسیل و یا کربو کسیل در پلیمر می شود .

۲- روش های غیر مستقیم ادامه

توضیح بیشتر آن که بدون انجام واکنش مبادله استر ، اگر روغن را به همراه الکل چند عاملی و اسید چند ظرفیتی در راکتور قرار دهیم ، مخلوطی هتروژن (ناهمگن و دو فازی) به دست می آید . بدین معنی که الکل های چند عاملی ترجیحاً با اسدهای چند ظرفیتی وارد واکنش تراکمی شده و آلکلید رزینی به وجود می آورند که غیر اصلاح شده بود و در فاز روغن غیر قابل حل می باشد و خیلی زود نیز به مرحله ژل شدن می رسد . لذا برای اجتناب از بروز چنین مشکلی و اداخل ک ردن مولکول های اسید چرب به زنجیره پلیمری آلکلید ، ابتدا واکنش مبادله استر را به یکی از این طرق انجام می دهند .

واکنش روغن با الکل یا الکلی کردن

در این روش روغن با الکلی چند عاملی واکنش داده می شود تا محصولی تولید کند که در واکنش تراکمی مرحله ای با اسید چند ظرفیتی جهت تولید آلکلید شرکت جوید. در طی واکنش، مبادله استرین روغن و الکل چند عمل صورت می گیرد که هدف آن تبدیل روغن تری گلیسیرید به منو گلیسیرید می باشد. الکل چند عاملی غالباً گلیسرین یا پنتا اریتریتول و روغن های معمول مورد استفاده سویا و یا بزرگ می باشد.



Triglyceride

Glycerol

Monoglyceride



واکنش الکل کردن معمولاً تحت گاز خنثی صورت می گیرد تا از ورود هوا به راکتور که می تواند باعث تغییر رنگ محصول شود، جلوگیری کند در این روش ابتدا روغن گلیسرین را حدوداً تا دمای ۲۲۰ الی ۲۴۰ درجه سانتی گراد گرم می کنند. در عین حال بخوبی بهم زده و سپس کاتالیست اضافه میشود. دلیل اضافه نکردن کاتالیست در ابتدای کار جلوگیری از واکنش بین کاتالیست و اسیدهای احتمالی موجود در راکتور و عدم تشکیل رسوب و خارج شدن آن به عنوان کاتالیست از سیستم می باشد.



واکنش روغن با اسید یا اسیدی کردن

در این روش روغن اسیدی چند ظرفیتی پیش واکنش داده می شود .
بعد محصول وارد واکنش استری شدن و تشکیل رزین آلکید می
گردد . این روش به اندازه روش الکی کردن در صنعت مورد استفاده
قرار نمی گیرد. اما در هر حال راهی مناسب برای تولید آلکید رزین از
اسید های چون ایزو فتالیک و ترفتالیک می باشد که در واکنش
استری شدن به خاطر غیر قابل حل بودن مشکل را می باشند.

روش های پخت آلکلید ها



آلکلید رزین ها عموماً به دو روش حلال و فیوژن پخت می شوند. معمولاً روش حلالی به فیوژن ترجیح داده می شود.

روش فیوژن: (پخت بدون حضور حلال) FUSION COOK: در این روش مواد ترکیب شونده در دمایی بین ۲۲۵ تا ۲۶۰ درجه سانتی گراد با هم واکنش داده می شوند در زیر دمای ۱۸۰ درجه واکنش بسیار کند است و هرچه دما بالاتر رود سرعت واکنش افزوده می شود در دمای بالاتر از ۲۶ درجه سانتی گراد کنترل فرایند مشکل و امکان ژل شدن بیشتر است. جریانی از گاز خنثی نیز به طور پیوسته به داخل راکتور فرستاده می شود تا با هم از ورود هوا به داخل راکتور جلوگیری کند و هم با استفاده از فشار هوا به اختاپ بهتر مواد کمک کرده و باعث خروج بهتر بخار آب حاصله از محیط واکنش شود. این روش غالباً برای تولید آلکلید رزین های بلند روغن (۶۰٪ یا

بیشتر) مورد استفاده قرار می گیرد.

روش حلالی SOLVENT COOK



در این روش مواد ترکیب شونده به همراه مقداری حلال که معمولاً زایلن یا تولوئن می باشد حرارت داده می شوند تا واکنش تراکمی مرحله ای صورت گیرد. میزان حلال مصرفی غالباً ۲-۶ درصد مواد موجود در داخل راکتور می باشد. حضور حلال در محیط به خروج سریعتر و بهتر آب (به دلایل مختلف ، از جمله تشکیل آزنوتروپ حلال آب) کمک می کند . با استفاده از جریان گاز خنثی . و خلاء بخارات خروجی از راکتور از یک کندانسور عبور می کند و به حالت میعان در می آید . بعد حلال از آب جدا گردیده آب از سیستم خارج و حلال به راکتور بازگردانه می شود



روش حلالي ادامه



. استفاده از حلال باعث تسريع خروجى آب از محيط واكنش و لذا باعث کوتاه شدن زمان فرايند و همچنين امكان انجام فرايند در دماى پايين تر نسبت به روش فيوژن مى گردد دماى معمول راکتور در اين حالت بين ۲۰۰ تا ۲۴۰ درجه سانتى گرادمى باشد. به علاوه تجمع بخارات حلال در فضاي بالای مواد در راکتور مانع از حضور هوا در آنجا و در نتيجه توليد محصولاتي با رنگ کمتر مى شود. همچنين مواد فرار ديگر بجز حلال و آب به همراه بخارات ورودى به کندانسور که از راکتور خارج مى شوند بعد از ميعان به همراه حلال به راکتور بازگردانه مى شوند و يدين ترتيب يک ترکيب درصد کنترل شده از مواد را مى توان در راکتور داشت که مى تواند منجر به توليد محصولاتي با مشخصه هاى قبل از تعيين شده گردد.



آلکلید رزهای محلول در آب

در سال ۱۹۸۳ فروش این گونه رزینها ۱۲-۱۰٪ کل تجارت جهانی این گونه مواد را تشکیل می داد. نتایج مفیدی که از جایگزینی این گونه پوششها به جای پوششهای قابل مصرف با حلالهای آلی به دست می آید عبارتند از: کاهش انتشار حلال، کاهش هزینه صرف شده برای حلال، کاهش هزینه بیمه گذاری و نیز افزایش ایمنی کارگران. یک روش برای تهیه این گونه رزینها عبارتست از این که ابتدا یک الکل چند عاملی، اسید چرب و یک اسید دو عاملی را با هم واکنش می دهیم تا به عدد اسیدی حدود ۱۰ برسیم و یک پلیمر اولیه که از گروههای هیدروکسیل غنی است بوجود آید.



سپس یک اسید سه عاملی حلقوی مثل انیدرید تری متیلیک (TMA) به این پلیمر افزوده می گردد که در نتیجه ۲ تا از گروهها کربوکسیل (COOH) با گروههای هیدروکسیل واکنش می دهند تا وزن مولکولی افزایش یابد. برای رسیدن به حالت انحلال پذیری در آب باید گروههای کربوکسیل باقی مانده را به وسیله هیدروکسید آمونیم، یک آمین و یا ترکیبهر دو خنثی کرد. پلیمر آنیونی حاصل به طور کامل یا جزئی در آب انحلال پذیر است که این امر وابسته به نوع طراحی و عدد اسیدی آن است.

آلکلید رزینها اصلاح شده

- ۱- آلکلید رزینها محلول در آب که توسط نیترو سلولز بهبود خواص یافته اند . این گونه ترکیبات درخشندگی بالا ، استحکام کافی ، قابلیت خم پذیری و ارتجاعی خوب سیالیت مناسب را دارا می باشند .
- ۲- رزینهای آلکلید / آمین محلول در آب حاوی اکسیدهای آمینه .
- ۳- آلکلید رزینهای محلول در آبی که توسط مونومرهای چند عاملی اصلاح شده اند .
- ۴- آلکلید رزینهای محلول در آب اصلاح ششده توس آکریلاتها .





اسیدهای آمینه و پروتئین ها

ماکرو مولوکولها:

بیوپلیمرهایی هستند که از واحدهای ساختمانی به وجود آمده اند . یکی از مهمترین بیوپلیمرها پروتئین است که از واحدهای ساختمانی آمینواسید به وجود می آیند.

پروتئین ها

کلیه موجودات زنده جهت انجام اعمال حیاتی خود از پروتئین ها استفاده می نمایند. پروتئین ها نقش های متعددی را به عهده دارند که از آن میان می توان از نقش آنها به عنوان کاتالیزور ، ناقل مولکولهای ، پذیرنده علائم بیولوژیک و اجزاء ساختمانی نام برد. از آنجایی که اعمال بیولوژیک متعددی به وسیله پروتئین ها انجامی می گردد ، دانستن خواص پروتئین ها سبب روشن شدن بسیاری از خصوصیات موجودات زنده می شود. از طرف دیگر برای دانستن چگونگی عمل یک پروتئین لازم است که ابتدا ساختمان آن را مورد بررسی قرار دهیم.

آمینواسیدها

پروتئین ها پلی مری از اسیدهای آمینه α - می باشند. اسیدهای آمینه ترکیبات آلی هستند که دست کم دارای یک عامل کربوکسیل COOH - و یک عامل آمین NH_2 - می باشند. مهمترین اسیدهای آمینه نوع آلفا هستند که در آنها عامل NH_2 - و عامل COOH - به اولین کربن مولکول که آن را کربن آلفا می نامند اتصال یافته اند. بقیه مولکول اسیدآمینه که به کربن آلفا متصل است ریشه R نامیده می شود.

عواملهای دیگری مانند الکل ، آمین ، کربوکسیل و نیرگوگرد می تواند در ساختمان R شرکت کنند. در برخی دیگر از اسیدهای آمینه در حالی که عامل COOH - روی کربن آلفا می باشد عامل NH_2 روی کربن دوم (کربن بتا) و یا کربن سوم (کربن گاما) یا کربن چهارم (کربن دلتا) پیوند شده است. این اسیدهای آمینه به ترتیب اسیدآمینه بتا ، اسید آمینه گاما و اسیدآمینه دلتا نامیده می شوند. برای اینکه اسیدهای آمینه را مشخص کنند معمولاً سه حرف اول نام آنها را به لاتین می

نویسند مانند آلانین



آمینواسیدها

اسیدهای آمینه آزاد به مقدار ناچیز در سلولها وجود دارند. بیشتر اسیدهای آمینه آلفا در سنتز پروتئین ها شرکت می کنند، در صورتی که اسیدهای آمینه بتا ، گاما و دلتا واسطه های شیمیایی هستند. مقصود از واسطه شیمیایی ماده ای است که در سنتز مولکولهای دیگری که از نظر نقش بیوشیمیایی خود حائز اهمیت می باشند وارد می شود.

در جانداران اسیدهای آمینه با یکدیگر ترکیب شده و مولکولهای پروتئینی را به وجود می آورند. در هنگام ترکیب شدن دو اسید آمینه از پیوند شدن عامل کربوکسیل یک اسید آمینه و عامل آمین اسید آمینه دیگر ، یک پیوند آمیدی که در بیوشیمی پیوند پپتیدی می نامند -CO-NH- ایجاد می شود .



آمینواسیدها

اگر وزن مولکولی مجموعه اسیدهای آمینه ای که در تشکیل پیوندهای پپتیدی شرکت می کنند کمتر از ۵۰۰۰ دالتون باشد (وزن اتمی هیدروژن مساوی با یک دالتون است) این ملکول را پلی پپتید و یا یک زنجیر پلی پپتیدی می نامند و اگر وزن مولکولی اسیدهای آمینه از این حد تجاوز کند می توان این زنجیر پلی پپتیدی را پروتئین نامید. یک پروتئین ممکن است از چند زنجیر پلی پپتیدی ساخته شده باشد. اگر یک پپتید دارای تعداد معدودی اسید آمینه باشد معمولاً تعداد اسید آمینه را در اول کلمه پپتید ذکر می کنیم مثلاً دی پپتید ، تری پپتید ، تترا پپتید به ترتیب از دو ، سه ، چهار اسید آمینه ساخته شده اند.

هیدرولیز یک زنجیر پلی پتیدی

۱. زنجیرهای پلی پتیدی از اسیدهای آمینه ساخته شده اند و تجربه نشان داده است که اگر اسیدهای آمینه مختلف را به صورت رادیو اکتیو به حیوانی تزریق کنیم فقط ۲۰ نوع اسید آمینه در ساخت زنجیرهای پلی پتیدی شرکت می جویند.
۲. در هنگام هیدرولیز یک زنجیره پلی پتیدی ممکن است علاوه بر ۲۰ اسید آمینه فوق اسیدهای آمینه دیگری هم یافت شوند.
۳. اسیدهای آمینه دیگری نیز در سلولها وجود دارند که از هیدرولیز هیچ یک از زنجیره های پلی پتیدی به دست نمی آیند. آزمایشهای متعددی نشان داده است که این اسیدهای آمینه در داخل سلولها به طور آزاد وجود داشته ولی در ساختمان پروتئین ها شرکت نمی کنند و فقط واسطه ای بیوشیمیایی هستند.

هیدرولیز یک زنجیر پلی پتیدی

از نظر تغذیه ، اسیدهای آمینه را به دو دسته ضروری و غیرضروری تقسیم می کنند. اسیدهای آمینه ضروری (Essential) اسیدآمینه ای هستند که سلولها قادر به سنتز آنها نیستند ، در صورتی که اسیدهای آمینه غیرضروری توسط سلولها از سایر مواد ساخته می شوند. نوع اسیدهای آمینه ضروری در نزد گونه های مختلف جانداران متفاوت است . مواد غذایی مثلاً گوشت و تخم مرغ پس از ورود به دستگاه گوارش ابتدا هضم یعنی هیدرولیز شده و تبدیل به اسیدهای آمینه مختلف می شوند و سپس به وسیله جریان خون به طرف سلولها می روند. نقش مهم این اسیدهای آمینه سنتز زنجیره های پلی پتیدی و پروتئین های مختلف می باشند.

انواع اسیدهای آمینه

اگر چه ۳۰۰ آمینواسید در طبیعت وجود دارند فقط ۲۰ عدد آنها در پروتئین ها موجودند ، یعنی هیدرولیز کامل اسیدی ، بازی یا آنزیمی پروتئین ها تولید ۲۰ عدد -a-l آمینواسید بنامهای زیر می کنند به این آمینواسیدها ، آمینو اسیدهای Primary، standard یا Normal گویند.

البته از این ۲۰ نوع اسید آمینه محدود ۸ اسید آمینه غیر قطبی و ۱۲ اسید آمینه قطبی است که قطبی یا غیر قطبی بودن اسیدهای آمینه بستگی به گروه R آنها دارد که عبارتند از :
برای نمایش آمینو اسیدها از اختصار ۳ حرفی یا تک حرفی استفاده می شود. تمام آمینواسیدهای استاندارد به جز Glycine دارای ایزومرهایی هستند که از لحاظ نوری فعالند.

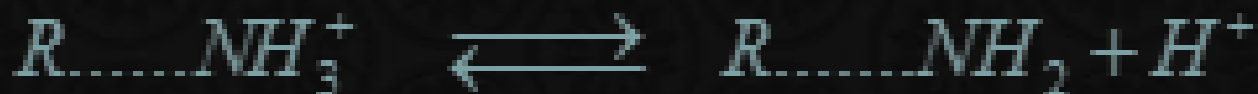


خواص فیزیکی و شیمیایی اسیدهای آمینه : خواص نوری

همگی اسیدهای آمینه به غیر از گلیسین یک کربن نامتقارن دارند . وجود کربنهای نا- متقارن در اسیدهای آمینه سبب می شود که این ترکیبات نور پلاریزه را به طرف راست یا چپ منحرف کنند، ولی مطابق قرار داد اگر ساختمان فضایی یک اسید آمینه را در نظر بگیریم و با ساختمان فضایی گلیسرآلدئید مقایسه کنیم چنانچه عامل NH_2 - که به کربن آلفا متصل است در طرف چپ باشد و (مانند مکان OH - در L گلیسریدآلدئید) می گوئیم که این اسید آمینه از نوع L است و هر گاه عامل NH_2 - در طرف راست کربن آلفا قرار گیرد، مانند D گلیسرآلدئید که عامل OH - در طرف راست قرار دارد، می گوییم این اسید آمینه از نوع D است . ولی هریک از این دو نوع ممکن است نور پلاریزه را به طرف راست یا چپ منحرف کنند که در این صورت می توانیم جهت انحراف نوری را با علامت (+) برای انحراف به راست و علامت (-) برای انحراف به چپ نشان دهیم. اسیدهای آمینه طبیعی از نوع L می باشند.

فرم های یونی اسیدهای آمینه

اسیدهای آمینه دارای عوامل آمین و کربوکسیل هستند که به صورت محلول یونیزه می شوند اگر دو عامل اسید آمینه را به طور جداگانه نشان دهیم می توانیم بگوییم که اسیدهای آمینه از ترکیب یک اسید و یک باز ضعیف درست شده اند عامل کربوکسیل و آمین اسیدهای آمینه به صورت زیر یونیزه می شوند:





هر ماده که در اثر یونیزه شدن ، آزادکننده پروتون باشد اسید ، و اگر گیرنده پروتون باشد باز می نامند. بنابراین $R-COOH$ اسید است زیرا می تواند در اثر یونیزه شدن پروتون آزاد نماید در صورتی که $R-COOH$ باز است زیرا می تواند پروتون بگیرد. عامل $-NH_3$ یک باز است زیرا که پروتون گرفته و به $-NH_3^+$ مبدل می شود و بنابراین $R-NH_3^+$ یک اسید است زیرا می تواند پروتون آزاد کند یک اسیدآمین در حالت جامد به صورت زیر است:





و اگر این اسید آمینه را در آب حل کنیم ممکن است که عامل NH_2 - یک پروتون گرفته و عامل COOH - یک پروتئین از دست دهد. در این صورت اسید آمینه به صورت زیر نوشته می شود:



pH ایزوالکتریک (pI)

در این pH بار خالص الکتریکی ترکیب صفر است در pI غلظت همه عاملهای مثبت و منفی برابر است بطور مثال غلظت RCOO^- با غلظت RNH_3^+ برابر است لذا در این شرایط مولکول آمینواسید در میدان الکتریکی حرکت نمی کند. برای اسیدهای آمینه ای که دارای یک عامل COOH و یک عامل NH_2 هستند pI بین ۵/۵ تا ۳/۶ متغیر است.

در ساختمان ایزوالکتریک یا ZWITTERION (یون دو قطبی) اگر چه بار الکتریکی وجود دارد ولی ZWITTERION بار خالص الکتریکی ندارد.



اسیدهای آمینه مختلف

منواسیدهای منو آمینه

۱- گلیکوکول (GLY) :

که گلیسین هم نامیده می شود. گلیکوکول تنها اسید آمینه ای است که کربن نامتقارن ندارد و در ساختمان پروتئین هایی مثل کلاژن ، الاستین و رشته ابریشم به مقدار فراوان وجود دارند.

۲- آلانین (Ala) :

در تمام پروتئین ها فراوان است.

۳- والین (Val) :

اسید آمینه ضروری برای انسان است و به مقدار کم در بیشتر پروتئین ها یافت می شود.

منواسیدهای منو آمینه

۴-لوسین (Leu) :

اسید آمینه ضروری برای انسان بوده و در بیشتر پروتئین ها به مقدار زیاد وجود دارد. از لحاظ ساختمانی شبیه والین است و فقط یک کربن بیشتر دارد.

۵-ایزولوسین (Ile) :

اسید آمینه ضروری برای انسان است که به مقدار کمتر از اسیدهای آمینه دیگر در پروتئین ها وجود دارد. این اسید آمینه دارای یک کربن نامتقارن اضافی است که روی فرمول با ستاره نشان داده شده است. این کربن نامتقارن اضافی باعث می گردد که ایزولوسین چهار ایزومر فضایی داشته باشد ولی فقط L- ایزولوسین اسید آمینه طبیعی است.

منواسیدهای منو آمینه

ب- اسیدهای آمینه الکلی دار

۱- سرین (Ser):

اسید آمینه ای است که در رشته های ابریشم بسیار فراوان بوده و در ساختمان چربیها و پروتئین های مرکب نیز شرکت می کند.

۲- تراونین (Thr):

اسید آمینه الکلی دار است که برای انسان ضروری بوده و مانند ایزولوسین دارای یک کربن نا قرینه اضافی است که با ستاره نشان داده شده است. مانند ایزولوسین دارای چهار ایزومر فضایی است که فقط نوع L تراونین طبیعی است.

منواسیدهای منو آمینه

ج- اسیدهای آمینه گوگرد دار

۱- سیستئین (Cys) :

این اسید آمینه نقش مهمی در ساختمان فضایی پروتئین ها به عهده دارد زیرا عامل تیول ($-SH$) می تواند با تشکیل پیوند کووالانسی باعث اتصالات مختلفی در زنجیره های پلی پپتیدی شود.

سیستئین به آسانی اکسید شده و تولید اسید سیستئیک می کند. اسید سیستئیک (Cysteic) عامل کربوکسیل خود را در طی واکنشهای آنزیمی در سلول از دست داده و تولید ماده ای به نام تورین می کند که در کبد با مواد سمی ترکیب شده و دفع سموم را آسان می کند.



تقسیم بندی آمینواسیدها بر اساس شاخه جانبی

- گروه اول : اسید آمینه هایی است که گروه جانبی آنها را یک گروه غیرقطبی یا آبگریز تشکیل می دهد و عبارتند از :

آلانین - ایزولئوسین - لئوسین - متیونین - فنیل آلانین - پرولین - والین - گلیسین

۲- اسید آمینه هایی که گروه جانبی R آنها یک گروه قطبی غیر یونی است ، و با آب پیوند هیدر وژنی می دهند و در آب به خوبی محلولند و عبارتند از:

ترئونین - آسپارژین - گلوتامین - سرین

۳- اسید آمینه هایی که گروه جانبی آنها یون است و عبارتند از :

آسپارتیک اسید - گلوتامیک اسید - لیزین - آرژنین - هیستیدین - تیروزین -

تشکیل پیوندهای پتیدی

✓مهمترین واکنش اسیدهای آمینه تشکیل پیوند پتیدی است
پتیدها از ترکیب ۲ یا چند اسیدآمینه بوجود می آیند. اصولاً تشکیل پیوند پتیدی از برداشتن یک مولکول آب بین گروه آلفا - آمین از یک اسیدآمینه و گروه آلفا - کربوکسیل از یک اسیدآمینه دیگر است. یا بعبارت دیگر در این ترکیبات گروه کربوکسیل از یک اسیدآمینه با گروه آمین از اسیدآمینه دیگر ترکیب شده و با از دست دادن یک ملکول آب ایجاد پیوندی می کنند که به نام پیوندپتیدی موسوم است.



پیوندهای پتیدی

اگر در ساختمان یک پتید تنها ۲ اسید آمینه شرکت داشته باشد آن را مونو پتید و چنانچه بیشتر از ۲ اسید آمینه باشند به ترتیب دی ، تری ، تترا ، پنتا ، هگزا و پتید نامیده می شوند.

چنانچه تعداد اسیدهای آمینه در رشته پتیدی بیش از ۱۰ تا باشد آنرا به طور کلی به نام پلی پتید می نامند.

✓ پروتئین ها ، پلی پپتیدهایی با وزن مولکولی زیاد هستند.

اگر تعداد اسیدهای آمینه در یک زنجیر پتیدی از ۵۰ تجاوز کند تشکیل مولکول پروتئین را می دهد.

اینکه چه موقع به یک پلی پتید ، پروتئین گفته می شود کاملاً اختیاری است اگر چه حد واسط پلی پپتیدهای بزرگ و پروتئین های کوچک بین وزن مولکولی ۸,۰۰۰ تا ۱,۰۰۰,۰۰۰ است.



طبقه بندی پروتئین ها بر اساس ساختار مولکولی و حلالیت آنها

۱- پروتئین های ساده (simple)

پروتئین ها در اثر هیدرولیز فقط اسید آمینه می دهند. اینها براساس حلالیت و

انعقاد پذیری طبقه بندی می شوند:

۱- آلبومین ها Albumines

۲- گلوبولین ها Globulines

۳- گلوبین ها Globines

۴- پرولامین ها lumines

۵- آلبومینوئیدها Albuminoides نام دیگر آن scleroproteines یا

اسکلرو پروتئین است

۶- گلو تلینها Glutelines



طبقه بندی پروتئین ها بر اساس ساختار مولکولی و حالیت آنها

۲- پروتئین های مرکب (Conjugated proteins)

پروتئین هایی هستند که علاوه بر زنجیره پلی پپتیدی دارای یک قسمت غیر پروتئینی هم هستند. که به آن **Prosthetic group** می گویند. ماهیت گروه پروستتیک اساس دسته بندی این نوع پروتئین هاست.

۱- کرومو پروتئین ها **Chromoproteines** ۵- نوکلئو پروتئین ها **Nucleo proteins**

۲- فسفو پروتئین ها **phospho proteins** ۶- موکو پروتئین ها **Muco proteins**

۳- گلیوپروتئین ها **Glyco proteins** ۷- متالو پروتئین ها **MetalloProteines**

۴- لیپوپروتئین ها **LipoProteines**



طبقه بندی پروتئین ها

پروتئین ها بر اساس نقش فیزیولوژیکی آنها ممکن است
دسته بندی شوند:

A. پروتئین های ساختمانی

B. آنزیم ها و ویروس ها

C. هورمون ها

D. آنتی بادی ها

ترتیب و توالی اسیدهای آمینه

اسیدهای آمینه مختلف ساختار پایه یکسانی دارند. اسیدآمینه های طبیعی اغلب به شکل ایزومر L هستند. هر اسیدآمینه یک کربن مرکزی به نام کربن آلفا دارد که سه ظرفیت آن در همه اسیدهای آمینه با اتم هیدروژن ($-H$) ، گروه کربوکسیل ($-COOH$) و گروه آمین ($-NH_2$) اشغال می شود. در ظرفیت چهارم کربن آلفا ترکیبی که زنجیره کناری یا گروه R خوانده می شود قرار می گیرد. تاکنون توانسته اند اسیدهای آمینه زیادی را از بافت های زنده جداکننده و ثابت شده اند که تقریباً ۲۵ نوع آن از اجزای ساختمانی پروتئین ها هستند . ۱۳۰ نوع اسید آمینه مختلف به شکل آزاد یافت می شوند که اغلب به مقدار کم وجود دارند.



• هیدرولیز اسیدی

هیدرولیز اسیدی به کمک اسید کلریدریک در ۱۱۰ درجه سانتی گراد در مدت ۱۰ تا ۱۰۰ ساعت صورت می گیرد در این روش پروتئین کاملاً هیدرولیز می گردد.

• هیدرولیز قلیائی

هیدرولیز قلیائی که به کمک سود در مدت ۱۰ ساعت در ۱۰۰ درجه سانتیگراد صورت می گیرد.

هیدرولیز آنزیمی

این روش به کمک **Protease** ها (آنزیم های هیدرولیز کننده پروتئین ها) صورت می گیرد. این مورد روش مناسبی برای هیدرولیز کامل پروتئین هاست چون معمولاً واکنش به طور کامل پیش نمی رود.

بعضی از پروتئازها عبارتند از :

۱-پپسین (Pepsin) :

بسیار آسان پیوند پپتیدی را هیدرولیز می کنند که در آن گروه نیتروژنی از یک آمینواسید آروماتیک (تیروزین ،تریپتوفان و فنیل آلانین) آمده باشد.



۲- کیموتریپسین (Chymotrypsins):

ترجیحاً پیوند پپتیدی را هیدرولیز می کند که در آن گروه کربوکسیل از یک آمینواسید آروماتیک آمده باشد.

۳- تریپسین (Trypsin):

پیوندهای پپتیدی را هیدرولیز می کند که در آن گروه کربوکسیل از یک آمینواسید بازی مانند لیزین یا آرژنین آمده باشد. (این آمینواسیدها گروههای نیتروژن آزاد زیادی دارند).

پروتئین های کامل و ناقص

آمینواسیدهای بدن از نقطه نظر ضروری بودن یا نبودن به دو دسته تقسیم می شوند.

۱- آمینواسیدهای ضروری ۲ - آمینواسیدهای غیر ضروری

پروتئین های غذایی نیز به دو دسته کامل و ناقص تقسیم می شوند:

—پروتئین کامل: حاوی تمام آمینواسیدهای ضروری هستند.

—پروتئین ناقص: حاوی تمام آمینواسیدهای ضروری است.

ساختمان سه بعدی پروتئین ها

پروتئین ها ممکن است از یک یا چند زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شده باشند با این که پروتئین ها زنجیره هایی از اسیدهای آمینه هستند اما در سلول به صورت خطی وجود ندارند بلکه به علت ایجاد تاب خوردگیهای ویژه هر کدام ساختار سه بعدی مشخصی پیدا می کنند.

کربن آلفا در همه اسیدهای آمینه بغیر از گلیسین نامتقارن است به این دلیل اغلب اسیدهای آمینه می توانند بشکل دو ایزومر D و L باشند. اگر گروه NH_2 در سمت راست و H در سمت چپ باشد آنرا فرم D و برعکس آنرا L می نامند. تنها اسیدهای آمینه نوع L در پروتئین ها وجود دارند.

شناسایی ساختار سه بعدی مولکولها با به کار گرفتن روشهای فیزیکی و شیمیایی امکان پذیر شده است. استفاده از پرتو X برای بلور پروتئین ها از مهمترین این روشها بوده برای مطالعه پروتئین ها چهار سطح ساختاری تعریف شده است.

اثر برخی عوامل بر دگرگونی پروتئین ها

۱- اثر حلالهای الی در دگرگونی پروتئین ها (اتیل الکل)

حلالهایی مثل اتانول قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکولی با مولکولهای پروتئین هستند و به این ترتیب پیوندهای درون مولکولی ، در مولکول پروتئین به هم می خورند.

محلول ۷۰٪ الکل به عنوان ضد عفونی کننده در تمیز کردن پوست قبل از عمل تزریق بکار می رود. الکل پروتئین های هر نوع باکتری در محل تزریق را دگرگون می کند. محلول ۷۰٪ الکل بطور موثری بر دیواره سلولی باکتری نفوذ می کند اما محلول ۹۵٪ الکل پروتئین ها را در سطح لخته می کند اما وارد سلول نمی شود.

اثر برخی عوامل بر دگرگونی پروتئین ها

۲- اثر اسید و بازها در دگرگونی پروتئین ها

عوامل اسیدی و بازی از طریق تغییر حالت یونیزاسیون گروههای کربوکسیل و آمین باعث شکستن اتصالات نمکی شده و در نتیجه باعث انعقاد پروتئین می شوند.

اگر اجازه داده شود که پروتئین به مدت طولانی در تماس اسید یا باز قرار گیرد سرانجام شکستن پیوندهای پپتیدی هم اتفاق خواهد افتاد.

اثر برخی عوامل بر دگرگونی پروتئین ها

۳- اثر یونهای نمکهای یونهای فلزی تشکیل Pb^{2+} , Ag^{+} , Hg^{2+}

کاتیونهای این فلزات سنگین پیوندهای قوی با آنیون کربوکسلات آمینواسیدهای اسیدی و نیز با گروههای سولفیدریل آمینواسیدهای گوگرد دارد می دهند بنابراین این یونهای فلزی می توانند پیوندهای نمکی و اتصالات دی سولفیدی را بشکنند و باعث می شوند که پروتئین بصورت نمکی از فلزات سنگین بعنوان ضدعفونی کننده بکار رود (رسوب کردن پروتئین ها در حضور فلزات **salting out** حل شدن پروتئین ها در حضور فلزات **salting**)

اثر حرارت بر حلالیت پروتئین ها

حرارت تا حدود 40°C باعث افزایش حلالیت می شود ولی بیش از این مقدار به علت **entanglement** (آشفستگی) زنجیره پلیمری پروتئین ها حلالیت کم می شود.