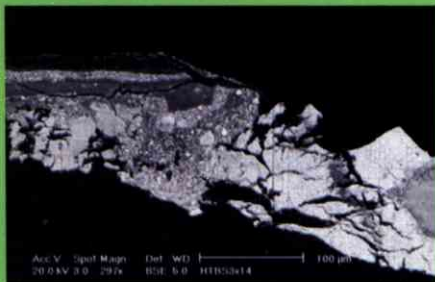
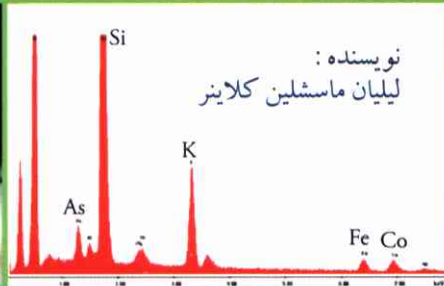
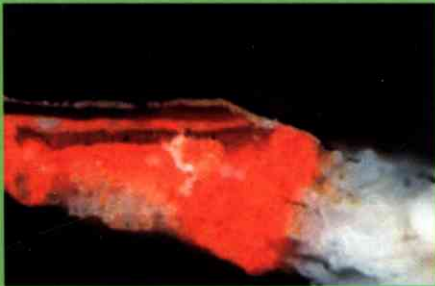
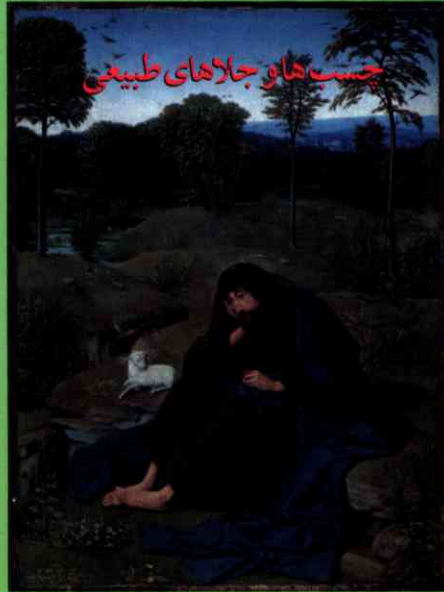


# خواص مواد برای هنرمندان

سریشم چیست؟ /  
سریش چیست؟ / بست آبرنگ  
کدام است؟ / تمپرای تخم مرغی  
چیست؟ / زهره گاو چه خاصیتی  
دارد؟ / اسندروس... اسندروس  
بلوری... اموم... اتکنیک رنگ  
روغن... بست روغنی...



مترجم: حمید فرهمند بروجنی  
عضو هیأت علمی دانشگاه هنر اصفهان

به نام خدا

لیلیان ماسشلین کلایتر

# خواص مواد برای هنرمندان

چسب ها و جلاهای طبیعی

مترجم:

حمید فرهنگد بروجنی

عضو هیأت علمی دانشگاه هنر اصفهان

۱۳۸۸ هجری شمسی

سرشناسه: ماسشلین-کلاینر، لیلیان

عنوان و نام پدیدآور: خواص مواد برای هنرمندان: چسبها و جلاهای طبیعی / لیلیان ام - کلینر؛ ترجمه حمید فرهمند بروجنی

مشخصات نشر: اصفهان: گلدسته، ۱۳۸۸. مشخصات ظاهری: ۱۳۲ ص. مصور، جدول، نمودار

شابک: ۹-۰۱-۵۰۸۳-۶۰۰-۹۷۸-۱۷۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی: فهرست نویسی قبلی

یادداشت: این کتاب قبلاً تحت عنوان "چسب ها و جلاهای طبیعی" نیز منتشر شده است

یادداشت: فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا. یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۱۰-۱۳۲

عنوان دیگر: چسب ها و جلاهای طبیعی موضوع: چسب ها

شناسه افزوده: فرهمند بروجنی، حمید، ۱۳۴۸ - مترجم

رده بندی کنگره: ۵۱۳۸۰ ج ۲ / TP ۹۶۸ رده بندی دیویی: ۲/۶۶۸ شماره کتابشناسی ملی: ۸۰-۱۳۷۷۴

### خواص مواد برای هنرمندان: چسب ها و جلاهای طبیعی

چاپ اول ۱۳۷۸ / چاپ دوم ۱۳۸۵ / چاپ سوم ۱۳۸۸ / شمارگان ۲۰۰۰ نسخه

نویسنده: لیلیان ماسشلین کلاینر

مترجم: حمید فرهمند بروجنی

اصفهان: انتشارات گلدسته / چاپ و لیتوگرافی: اصفهان / صحافی: توحید /

پخش در سراسر ایران : ۱۳۷۸-۲۰۲-۰۹۱۳

همه ی حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ است

قیمت: ۱۷۰۰ تومان

## فهرست مطالب:

مقدمه ناشر

مقدمه نویسنده: ..... ۱

### فصل اول: خواص فیزیکی و شیمیایی مواد لایه ساز

الف) حالت مایع ..... ۲

تعاریف: معلول، دیسپرسیون، امولسیون ..... ۲

۱. کیفیت سطح و مرطوب شدن ..... ۴

۲. تثبیت رنگدانه ها ..... ۸

۳. خواص سیالیت ..... ۱۰

۴. ضریب روغن و غلظت بحرانی ..... ۱۴

ب) حالت جامد ..... ۱۷

۱. تشکیل فیلم ..... ۱۷

۱-۱. تشکیل فیلم با واکنش فیزیکی ..... ۱۷

۲-۱. تشکیل فیلم با واکنش شیمیایی ..... ۲۳

۲. خواص بصری ..... ۲۵

۱-۲. درخشندگی ..... ۲۵

۲-۲. کدوری و قدرت پوشانندگی ..... ۲۷

۳-۲. رنگ ..... ۲۲

۳. خواص مکانیکی ..... ۳۶

۱-۳. تراوایی- تخلخل ..... ۳۶

۲-۳. استحکام ..... ۳۷

۳-۳. انعطاف پذیری ..... ۳۸

۴-۳. قدرت چسبندگی ..... ۴۰

## فصل دوم: تشریح مواد لایه ساز طبیعی

۱. لیپیدها یا مواد چرب ..... ۴۴
- ۱-۱. اسیدهای سیرشده نرمال ..... ۴۵
- ۲-۱. اسیدهای چرب سیرشده ..... ۴۵
- ۳-۱. هیدروکسی اسیدها ..... ۴۶
- الف) گلیسریدها ..... ۴۷
- چربی حیوانی، پیه ..... ۴۸
- چربی نباتی ..... ۴۹
- روغن های خشکانه و نیمه خشکانه (روغن بزرک، روغن خشخاش، روغن گردو، روغن زرده تخم مرغ) ..... ۴۹
- ب) سریدها ..... ۵۴
- موم های معدنی (بارافین و موم ریزیلور ، موم سخت معدنی، اوزوکریت (مومیا، سرزین) ..... ۵۵
- موم های گیاهی (موم شمع، موم درختی {موم خرنوب}) ..... ۵۸
- موم های حیوانی (موم زنبور، موم چینی، موم کافوری، لانولین) ..... ۵۹
- ج) استروئیدها ..... ۶۱
- کلسترول ..... ۶۲
- استرول های نباتی ..... ۶۲
- ساپونین ها ..... ۶۳
۲. گلوکیدها یا ترکیبات قندی ..... ۶۳
- الف) صمغ های پلی ساکارید ..... ۶۴
- صمغ عربی ..... ۶۶
- صمغ کنیرا ..... ۶۸
- صمغ درختان میوه ..... ۶۸

ب) لیزاب های گیاهی ..... ۶۸

- نشاسته ..... ۶۸

- دکسترین ..... ۷۱

ج) مشتقات سلولز ..... ۷۲

- نیترات سلولز ..... ۷۳

- استات سلولز ..... ۷۳

- اتر سلولز ..... ۷۴

۳. پروتئین ها یا مواد آلبومینی ..... ۷۴

- ژلاتین و سریشم حیوانی ..... ۷۶

- سریشم ماهی ..... ۷۸

- کارژین ..... ۷۹

- سفیده تخم مرغ ..... ۸۰

- زرده تخم مرغ ..... ۸۱

- تمپرا ..... ۸۲

۴. تریپن ها یا مواد رزینی ..... ۸۶

- مونو و سزکو تریپن ها ..... ۸۹

○ روغن تربانتین ..... ۸۹

○ روغن اسطوخودوس ..... ۸۹

- مونو، سزکو و دی تریپن ها ..... ۸۹

○ تربانتین ونیزی ..... ۸۹

○ تربانتین استراسبورگی ..... ۸۹

○ تربانتین بوردویی ..... ۹۰

○ تربانتین ژورایی ..... ۹۰

○ بلسان کانادایی ..... ۹۰

- دی تریپن ها ..... ۹۰

○ کلوفان ..... ۹۰

○ سندروس ..... ۹۳

- سندروس بلوری (کوپال) ..... ۹۴
- تری ترین ها ..... ۹۷
- دامار ..... ۹۷
- ماسٹیک ..... ۹۸
- صمغ لامي ..... ۹۹
۵. مواد رزینی (تقریباً) فاقد ترین ..... ۱۰۰
- بنزوئین ..... ۱۰۰
- بلسان پروبی ..... ۱۰۰
- بلسان تولو ..... ۱۰۱
- بلسان سنا ..... ۱۰۱
- خون سیاووشان ..... ۱۰۲
- عنبر (کهربا) ..... ۱۰۲
- لاک خاور دور ..... ۱۰۴
- لاک شفاف ..... ۱۰۵
۶. مواد تقطیری ..... ۱۰۷
- الف) قطران ..... ۱۰۷
- قطران گیاهی - قطران چوب ..... ۱۰۷
- قطران زغال سنگ ..... ۱۰۸
- ب) قیر ..... ۱۰۹
- فہرست منابع ..... ۱۱۰

"به نام خداوند عشق و طلب همان کو بود عاشقی را سبب"

فعالیت در عرصه ی فرهنگ، بویژه در حوزه ی آموزش و پژوهش فعالیتی مقدس و با برکت است که پایداری در آن، اولت نیازمند لطف پروردگار و دوّم، نیازمند عشق و علاقه ی وافر به خدمت فرهنگی ست. جز این باشد نویسنده و شاعر و مترجم و ... همه پا را واپس می نهند!

تأسف می خوریم که برای بار دوّم وقفه یی در ارائه ی این اثر رخ داد، اما، امیدواریم که هنرمندان و فرهیختگان گرانمایه، همچون گذشته با عنایت ویژه ی خود ما دلگرمتر از پیش سازند.

لازم به شرح فراوان نیست که این کتاب دربرگیرنده ی بسیاری از پرسش های رایج درباره ی خواص مواد و مصالح مصرفی در کارهای هنری ست. بیقین، هر هنرمندی که حتا یک بار مطالب کتاب را بخواند از تأثیر شگرف آن بر گزینش خردمندانه ی مواد و تکنیک ها، یا اصلاح و بهینه سازی روش ها به وجد خواهد آمد.

در آخر، امیدواریم باز هم بتوانیم با تشویق و حمایت خوانندگان عزیز کتاب هایی از این دست، در این عرصه دوام آورده، هر بار تحفه ی تازه تری پیشکش محضرشان بداریم.

والسلام

بهار ۱۳۸۸





## مقدمه مؤلف

کلیهٔ موادی که به عنوان چسب، جلا و بست به کار برده می‌شوند همگی مواد لایه‌سازاند. این مواد مایعات سیالی هستند که قابلیت تبدیل شدن به یک پوسته جامد به نام فیلم، هنگام اضافه شدن بر روی سطح موادی که پایه یا بنیاد نامیده می‌شوند، را دارند (۱).

بدون شک قدمت استفاده از این مواد به اندازه قدمت خود بشر است. با این حال تاریخ دقیق کشف چنین موادی کاملاً مشخص نیست. مقاله‌های فنی قدیمی نیز خیلی نادر و ترجمه آنها کاری مشکل است. عناوین به کار برده شده برای مواد مبهم است و گاهی معنای خود را در طول زمان از دست داده است. در ضمن فهرست کامل این مواد در سال ۱۹۶۹ به وسیلهٔ اس. ام. الکساندر<sup>۱</sup> منتشر شده است (۲).

با اینکه روشهای پیشرفتهٔ تجزیهٔ مواد به تدریج اطلاعات بیشتری دربارهٔ تکنیکهای قدیمی در اختیار قرار می‌دهد، هنوز هم پرسش‌های زیادی بی‌جواب مانده است. برای مثال، در چه تاریخی برای اولین بار نقاشان از رنگ روغن استفاده کردند؟ (۳ و ۴)، بست معروف نقاشیهای فلاندر چه ترکیبی داشت؟ (۵)، ماهیت جلای به کار رفته در آلات موسیقی قدیمی چه بود؟ و غیره.

این کتاب به بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی مواد لایه‌ساز می‌پردازد. آگاهی از خواص این مواد به مرمتگران در شناسایی مشکلات کار کمک می‌کند؛ مشکلاتی که در صورت عدم آگاهی، مقابله با آنها آسان نخواهد بود. به همین دلیل در این کتاب خواص اصلی مواد لایه‌ساز طبیعی، مورد استفاده در گذشته، بررسی خواهد شد.

## فصل اول

### خواص فیزیکی و شیمیایی مواد لایه‌ساز

#### الف) حالت مایع

برای اینکه بتوان به راحتی از مواد لایه‌ساز استفاده نمود، بایستی در حالت مایع باشند. با انتخاب روغنهای تازه خشکانه (روغنهای نباتی که به مجرد تماس با هوا اکسیده شده و برای ایجاد لایه نازکی از جلاها و رنگها مناسب‌اند) و با اضافه کردن حلال یک چنین حالتی به دست می‌آید. مخلوط حاصل می‌تواند محلول (Solution)، امولسیون (Emulsion) یا دیسپرسیون (Dispersion) باشد.

#### محلول

یک محلول، ترکیب (مخلوط) متجانسی است از دو یا چند مادهٔ ریزدانه که دانه‌های آنها در یک مدار الکترونی قرار دارد. این دانه‌ها بایستی دارای ابعادی حدود  $0.001$  میکرون باشند ( $\mu = 1$  میکرون که برابر با  $0.001$  سانتیمتر است). جلاها و برخی از چسبها محلول هستند.

#### دیسپرسیون

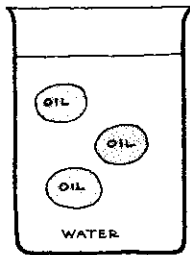
حالت تعلیق دانه‌های ریز جامد متجانس در داخل مایع است در حالی که این دانه‌ها تمایلی به حل شدن در مایع یا ترکیب با آن ندارند. نام این مایع "فازبرونی" یا "محیط انتشار" است.

چنانچه دانه‌ها مواد کلوئیدی باشند، ابعاد آنها بین  $10^{-1}$  تا  $2 \times 10^{-2}$  میکرون متغیر است. این دیسپرسیونهای کلوئیدی با انتشار نور مرئی در تمام جهات، به رنگ شیری در می‌آیند. این خاصیت "اثر تیندال" نامیده می‌شود. یک چنین کلوئیدهایی از مخلوط شدن پروتئین‌ها (زرده تخم مرغ، سفیده تخم مرغ، ژلاتین و غیره) یا پلی ساکاریدها (صمغ کنیرا، نشاسته و غیره) در آب به دست می‌آید. بعداً خواهید دید که از تمام این مواد می‌توان به عنوان کلوئید محافظ برای تثبیت رنگدانه‌ها استفاده نمود.

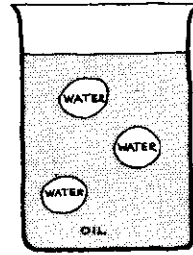
در دیسپرسیون مواد غیر کلوئیدی، ابعاد ذرات (یعنی رنگدانه‌ها، غبار و غیره) بین ۵۰۰-۱۰ میکرون متغیر است.

## امولسیون

عبارت است از دو مایع منتشر (معلق) و در عین حال نامحلول در یکدیگر. یکی از مایعات نقش "فاز خارجی" یا "محیط انتشار" را دارد و دیگری (که به صورت قطرات ریزی درآمده)، نقش "فاز داخلی" یا "فاز گسسته" را.



امولسیون رقیق



امولسیون چرب

شکل (۱)

امولسیونها تفاوت زیادی با دیسپرسیونها ندارند و "اثر تیندال" آنها مشابه است. خواص یک امولسیون تابع فاز خارجی (محیط انتشار) است. بنابراین در یک امولسیون روغن در آب؛ آب است که ویسکوزیته و خواص امولسیون را تعیین می‌کند.

امولسیون "روغن در آب" یک امولسیون رقیق است که با اضافه کردن روغن (مثلاً مایونز) می‌توان آن را غلیظ‌تر و با اضافه کردن آب یا یک حلال مایع (مانند سرکه) آن را رقیق‌تر نمود. امولسیون "آب در روغن" یک امولسیون چرب است که با اضافه کردن آب، غلیظ و با اضافه کردن روغن یا یک حلال روغنی رقیق می‌شود.



شکل (۲)

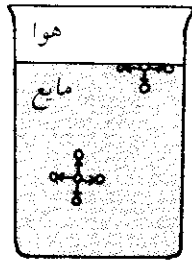
این امولسیونها پایدار نیستند، لذا اگر آب به طور مداوم افزایش پیدا کند و در همین حین لرزش داده شود، قطرات آن به هم نزدیک و نزدیکتر می‌شوند و در یک نقطه بحرانی به یکدیگر می‌پیوندند. این اتفاق وقتی رخ می‌دهد که درصد آب موجود در امولسیون به  $74/04$  درصد برسد. بعداً می‌بینید که با اضافه کردن مواد فعال در سطح<sup>۱</sup> (مواد کاهشدهنده فشار سطحی)<sup>۲</sup> و کلوتیدهای محافظ می‌توان امولسیونها را پایدار نمود.

### ۱. کیفیت سطح و مرطوب شدن (۶ و ۷ و ۸ و ۹)

چنانچه لازم باشد رنگدانه‌ای را با بست مخلوط کنیم یا تخته‌ای را چسب بزنیم، یکی از عوامل لازم برای رسیدن به نتیجه مطلوب آن است که بست یا چسب

(به قدر کافی) رنگدانه یا تخته را مرطوب نماید.

برای اینکه یک مایع بتواند به خوبی جامدی را مرطوب نماید باید جاذبه بین جامد و مایع، بیش از جاذبه بین مولکولی مایع باشد. یک مایع ریخته شده در یک ظرف را در نظر بگیرید.



شکل (۳)

مولکولهای درون مایع در همه جهات بر هم اثر می‌گذارند و یکدیگر را خنثی می‌کنند. با این حال در سطح تماس مایع با هوا، نیروی جاذبه خارجی به طرف مولکولهای هوا ضعیفتر از جاذبه بین مولکولی درون مایع است، لذا نیرویی به طرف داخل مایع به وجود می‌آید. سطح مایع را می‌توان به یک پوسته انعطاف پذیر مانند بالون تشبیه کرد که تمایل دارد به کوچکترین سطح خود برسد. قطره‌های آب نیز چنین خاصیتی را از خود بروز می‌دهند.

بنابراین در سطح مایع نیرویی وجود دارد که سطح را به کمترین میزان کاهش می‌دهد. این نیرو "کشش سطحی" نام دارد.

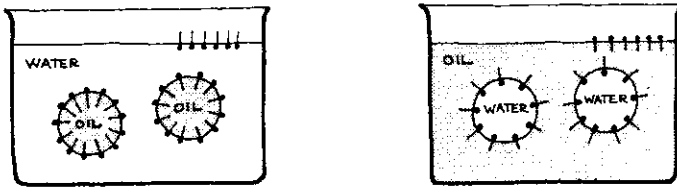
کشش سطحی در بالای آب مشخص می‌کند که چرا قبل از مرطوب کردن سطح نقاشی نمی‌توان، سطح یکدستی از آبرنگ به وجود آورد (۱۰). علاوه بر این به دلیل توقف رنگ در انتهای موهای قلم مو امکان تغییر ملایم و هماهنگ درجات رنگ توأم با مشکل است. استادان نقاشی ایتالیائی در هنگام سایه‌زنی، با استفاده از هاشورهای کم و بیش نزدیک به هم این مشکل را رفع می‌کردند.

از طرف دیگر روغن به دلیل کشش سطحی پائین تمایل به جاری شدن دارد. هر چه کشش سطحی مایع بیشتر باشد، مرطوب کردن سطح ماده جامد با آن مشکل تر است.

کشش سطحی در ۲۰ درجه سانتیگراد - برحسب دین بر سانتیمتر (۹)	
جیوه	۴۸۵/۰
آب	۷۲/۷۵
ژلاتین ۱٪	۸/۳ (۵°C)
گلیسرین	۶۳/۴
اسید اولئیک	۳۲/۵
اسید ریسینولئیک	۳۵/۸ (۱۶°C)
روغن بزرک	۳۷/۵
ترباتین	۳۱/۵
وایت اسپیریت	بین ۲۹/۰ تا ۳۱/۵

#### عوامل مرطوب کننده

موادی وجود دارند که در صورت اضافه شدن به مایعات، کشش سطحی آنها را کاهش می دهند. این مواد، **مواد فعال در سطح** (Surface - Active Agents) یا **مواد کم کننده فشار سطحی** (Surfactants) نامیده می شوند. مولکولهای این ترکیبات دارای هر دو قسمت هیدروفیل (آب دوست) و لیوفیل (روغن دوست) هستند. در یک سیستم مضاعف (روغن / آب یا بست / رنگدانه) مولکولهای ماده فعال در سطح در سطح تماس آرایش پیدا می کند و قسمت انتهایی هر مولکول، به طرف ماده ای که آن را جذب می کند معطوف می شود. به همین دلیل کشش در سطح تماس کاهش پیدا می کند و خاصیت مرطوب شدن بهبود می یابد (۱۱).



قسمت روغن دوست ← ماده فعال سطحی  
 ← قسمت آب دوست

شکل (۴)

مثال اول: روغن / آب / صابون قلیایی (شکل ۴)؛

مثال دوم: سائیدن رنگدانه‌ها: برخی از رنگدانه‌ها مانند آبی پروسی یا آبی‌های فتالوسیانین به سختی در روغن نرم می‌شوند، آنها به راحتی مرطوب نمی‌شوند و تمایل به تکه‌ای (کلوخه‌ای) شدن دارند.

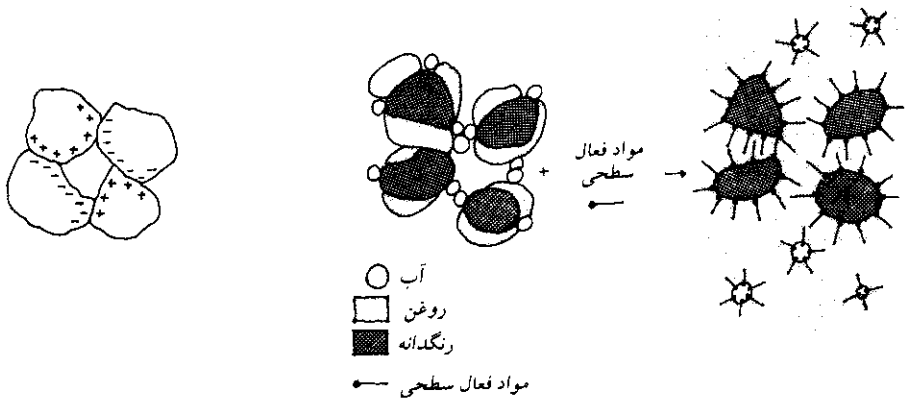
از آنجا که این رنگدانه‌ها به شدت آب‌دوست‌اند، لایه‌ای از آب اطراف آنها را فرا می‌گیرد. علاوه بر این، عملیات سایش مکانیکی باعث شارژ الکتریکی ذرات (یعنی ازدیاد قطبیت و بوجود آمدن قطبهای مثبت و منفی در آنها) می‌گردد و اگر به هر دلیل یک شارژ کلی وجود نداشته باشد ذرات تکه‌ای می‌شوند (شکل ۵- الف).

وجود اندکی از ماده فعال در سطح (۲۵٪ تا ۱٪) مانند زهره‌گاو، لسیتین زرده تخم‌مرغ، یا یک اسید چرب، خاصیت مرطوب‌شوندگی را بهبود می‌بخشد. مولکولهای ماده فعال سطحی جذب سطح رنگدانه می‌شوند و در اطراف آن لایه‌ای تشکیل می‌دهند و پس از اینکه دارای شارژ الکتریکی مشابه شدند، یکدیگر را دفع می‌کنند (شکل ۵- ب).

در صورت نیاز به رقیق کردن رنگ باید ماده رقیق‌کننده را بعد از مخلوط کردن رنگ اضافه نمود، زیرا این ماده در جذب رنگدانه‌ها با بستن رنگ رقابت



می‌کند. بنابراین باید به بست فرصت بدهیم تا در اطراف ذرات رنگدانه، یک لایه محافظ به وجود آورد (۱۲).



شکل (۵-الف)

شکل (۵-ب)

## ۲. تثبیت رنگدانه‌ها

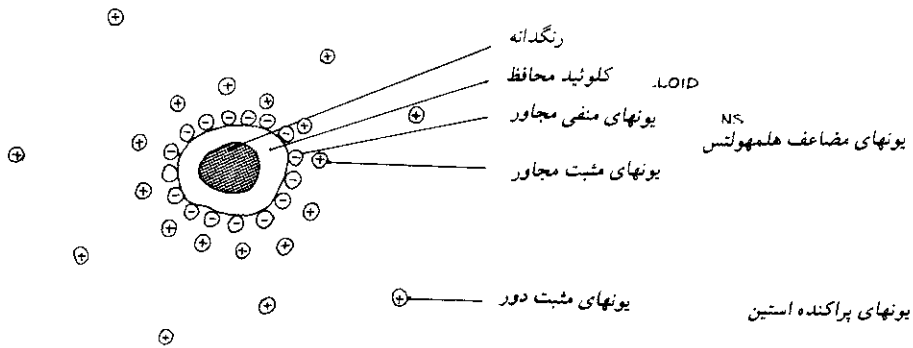
هنگامی که رنگدانه‌ها به خوبی در بست غوطه‌ور و با آن مخلوط شدند بایستی دارای انتشار یکنواختی باشند. بسته به تراکم رنگدانه‌ها، وزن آنها باعث می‌شود که رنگدانه روی سطح لایه رنگ غوطه‌ور شود یا در ته آن رسوب کند.



شکل (۶)

برخی از بستها (پروتئینها، گلووسیدها) قادرند که این خاصیت ویژه را خشتی نمایند. اینها مولکولهای کلونیدی هستند، یعنی مولکولهایی که از سایر مولکولها بزرگتراند و ابعادی حدود  $0/001$  تا  $0/2$  میکرون دارند، در حالی که بقیه مولکولها اندازه‌ای برابر با  $10$  آنگستروم دارند. این مولکولها ویسکوزیته بست را زیاد می‌کنند و بدین وسیله حرکت ذرات رنگدانه را کاهش می‌دهند. به علاوه، چنین بست‌ی با ذرات رنگدانه واکنش می‌دهد. دیده شده است که وقتی یک جریان الکتریکی از داخل یک مخلوط کلونیدی عبور داده می‌شود، برخی ذرات به سمت قطب مثبت و برخی به سمت قطب منفی جذب می‌شوند.

پیرو دیدگاه پذیرفته شده معمول، این وضعیت هنگامی به وقوع می‌پیوندد که اطراف هر ذره را یک لایه موسوم به "کلونید محافظ" فرا می‌گیرد. این کلونیدها به طور انتخابی برخی از یونهای موجود در مایع دربرگیرنده ذرات را جذب سطحی می‌کنند و موجب یک شارژ الکتریکی می‌شوند.



شکل (۷)

هنگامی که ذرات بدین صورت شارژ الکتریکی شدند، یکدیگر را دفع می‌کنند و لذا به صورت پراکنده (منتشر) در داخل بست مایع باقی می‌مانند (۷).

### ۳. خواص سیالیت (۱۳)

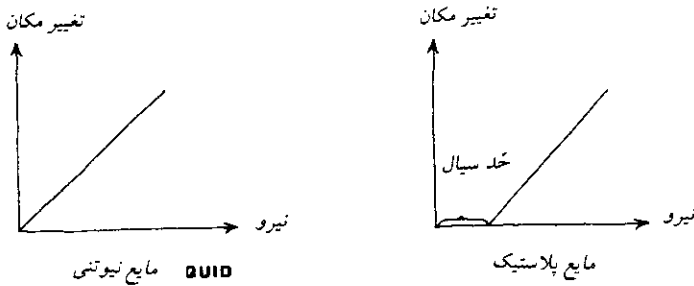
در کنار نیروهایی چون نیروی وزن و نیروی جذب سطحی، واکنشهای فیزیکی - شیمیایی دیگری نیز وجود دارند که به گسترش لایه فیلم بر روی سطح زیرینش کمک می‌کنند. یعنی در صورت نبودن این نیروها، در اثر نیروی جذب سطحی، لایه فیلم به صورت گویچه‌هایی در می‌آید، یا در اثر نیروی وزن لایه فیلم بر روی سطوح عمودی به طرف پائین سرازیر می‌شود.

مطالعه پدیده جاری شدن و تغییر شکل مایعات، هنگامی که فشارهای مشخصی به آنها وارد می‌شود، را "سیالیت" می‌نامند. سیالیت شامل بسیاری از خواص مهم رنگ مانند فرجه پذیری<sup>۱</sup>، تمایل به عدم تغییر شکل، نحوه انتشار و قابلیت سیلان یا موجی شدن و غیره است.

یکی از مقیاسهای قابل اندازه‌گیری این پدیده، "ویسکوزیته" یا مقاومت مایع در برابر جاری شدن است. از نقطه نظر فیزیکی، ویسکوزیته را می‌توان به صورت مایعی قرار گرفته در ظرف تصور نمود، مثلاً پارچی حاوی رنگ که هر چه رنگ غلیظتر باشد، خالی کردن پارچ مشکل‌تر است. چنانچه رنگ پس از واژگون کردن پارچ به سرعت جاری شود و میزان جاری شدن آن با اندازه واژگونی پارچ رابطه داشته باشد رنگ (یا مایع) را نیوتنی می‌نامند.

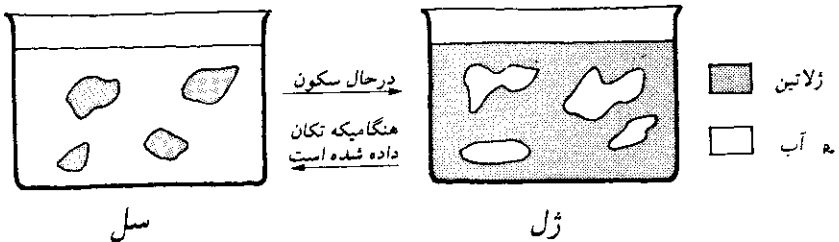
بسیاری از رنگها واکنش متفاوتی دارند. برخی "پلاستیک" نامیده می‌شوند، زیرا رنگ پیش از جاری شدن باید بر یک نیروی بحرانی مشخص، به نام "حد سیلان" غلبه کند.

رنگهای به اصطلاح "دگر روان" به نحو دیگری؛ مشابه با ماسه روان عمل می‌کنند. با اینکه ماسه روان سخت است، در صورت تکان خوردن، در آن یک فرورفتگی ایجاد می‌شود زیرا حرکت موجب می‌شود که توده ماسه، شبیه یک مایع عمل کند. این قضیه برای محلول آبکی ژلاتین هم صادق است. یعنی هنگامی که روی سطحی ریخته شود ثابت می‌ماند و فقط به وسیله قلم مو روان (مایع) می‌شود.



شکل (۸)

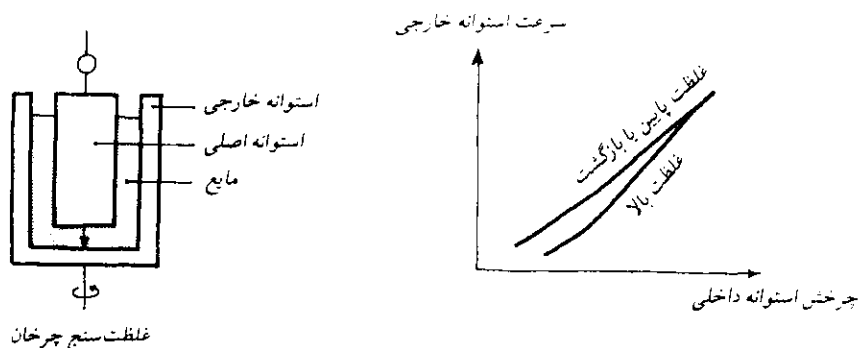
پدیده فوق در اثر تغییرات برگشت پذیر درون ماده سیال انجام می گیرد. یعنی بسته به اینکه ماده سیال در حال سکون باشد یا حرکت، از حالت ژل به سل (مایع کلوئیدی) و بالعکس تبدیل می شود. میزان این تغییرات خیلی متغیر است. ساختار ژله ای پس از به هم خوردن، با سرعتهای متفاوتی به توازن می رسد. سرعت انجام این تغییرات عامل مؤثری در تعیین کارایی رنگهای دگر روان است. عامل مذکور از رسوب رنگدانه جلوگیری می کند و با روان شدن و گسترش رنگ مقابله می کند.



شکل (۹)

عامل زمان برای مایعات دگر روان نقش تعیین کننده ای دارد. ویسکوزیته سیستم تابع مدت سکون، مدت تکان خوردن و یا حتی تمامی عواملی است که بر مایع تأثیر می گذارند. تغییر همزمان سل به ژل با یک دگرگونی از ویسکوزیته بالا به

پائین یا برگشت. صورت می‌گیرد. یعنی در اینجا یک حلقه پسماند وجود دارد (۱۵).



شکل (۱۰)

تقریباً ثابت شده است که استادان قدیمی از *وان آیک*<sup>۱</sup> تا *روبنس*<sup>۲</sup>، به نحوی تحسین برانگیز، یک رنگ دگرروان ساخته بودند. این پدیده به آنها امکان می‌داد بدون نیاز به مخلوط کردن پی در پی رنگها، بتوانند لایه‌ها را روی هم قرار دهند (تکنیک موسوم به "a Frais") (۱۶ و ۱۷). *روبنس* توانست که "La Kermesse" را با این تکنیک ظرف ۲۴ ساعت نقاشی کند. آزمایش نشان می‌دهد که لایه‌های روی هم قرار گرفته رنگ کاملاً از یکدیگر متمایزاند و ضربات قلم در لایه‌های زیرین قابل رؤیت است (۱۸). ظاهراً پس از *روبنس* رنگهای دگرروان به فراموشی سپرده شد.

آشنایی با این کیفیت ژلاتین امکان شناخت نسبی یک چنین رازی از استادان قدیم را به دست داد. متأسفانه این صحبتها هنوز در حد فرضیه‌ای بیش نیست. واضح است که واکنش داخلی بین بست و رنگدانه نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند، به علاوه امکان دارد که برخی از رنگدانه‌ها جاذبه‌های ویژه‌ای برای میسل‌های کلوئیدی موجود در بست داشته باشند. بست نیز می‌تواند در اطراف رنگدانه پوششهای حجیمی ایجاد نماید و آن را در حالتی کم و بیش برگشت پذیر قرار دهد.

در مواقعی که رنگدانه‌ها با بست واکنش می‌دهند توضیحات روشن‌تر است. برای مثال می‌دانیم که سفیداب شیخ و اکسید روی (سفیدآب روی) با روغن واکنش انجام می‌دهند و صابونهای اسیدهای چرب را به وجود می‌آورند، و این میسلها در سطح تماس رنگدانه/بست جذب می‌شوند (۱۹).

در عمل با اضافه کردن برخی از ترکیبات مشخص به رنگ می‌توان آن را دگرروان نمود.

در بستهای آلی از صابونهای فلزی سنگین، مومها، آلزیناتهای کلسیم و منیزیم و رزینهای پلی‌آمید استفاده می‌شود. در یک بست آبی باید از کازئین، آلومین، ژلاتین، دکستروز، انواع صمغهای پلی‌ساکارید، آلزیناتهای سدیم یا پتاسیم و غیره استفاده نمود. در برخی از نسخه‌های قدیمی به این مواد اشاره شده است. **دمایون**<sup>۱</sup> دربارهٔ حرارت دادن روغن خام با لیتارژ، پودر استخوان یا شیشه سربی (کریستال) و نیز توضیحاتی دارد. این ترکیبات موجب تشکیل صابونهای کلسیم و سرب می‌شوند. به گفتهٔ **ایستلاک**<sup>۲</sup> (۲۰)، **واندیک**<sup>۳</sup> در کارهایش از بست استفاده می‌کرد که تشکیل شده بود از روغن گردو که به آرامی در سفیداب شیخ حرارت دیده و ماستیک محلول در ترابانتین به آن اضافه شده بود.

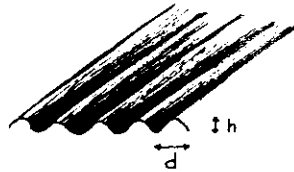
دگرروانی بر بسیاری از خواص رنگ تأثیر می‌گذارد. فرچه‌پذیری یا سهولت استفاده از رنگ بستگی به میزان فشار موهای قلم و تعداد ضربات قلم‌مو (لازم برای رسیدن به یک پوشش رنگی دلخواه) دارد. در طی این عملیات، ساختار دگرروان، در طول زمان تغییر شکل و سکون، خراب و مجدداً بازسازی می‌شود.

خاصیت سیلان (روانش)، کاستن از ناهمواریهای سطح است. این خاصیت به کمک فشار موهای قلم به وجود می‌آید ولی روانی رنگ نیاز به این فشار را مرتفع می‌کند. این خاصیت تابع نیروی جاذبه و کشش سطحی است که در فرمول وارینگ بیان شده است (۲۱).

1 - De Mayerne

2 - Eastlake

3 - Van Dyck



$$h = \text{عمق شیارهای ایجاد شده توسط قلم مو}$$

$$\gamma = \text{کشش سطح}$$

$$d = \text{عرض آنها}$$

$$F = \text{حد سیالیت}$$

شکل (۱۱)

هر چه حد سیلان پائین تر باشد، رنگ آسان تر روان می شود. این فرمول میزان تأثیر موهای قلم و همچنین ضخامت لایه رنگ را می سنجد.

چنانچه رنگی دگرروان نباشد، مقدار تغییر شکل مطرح شده، متناسب با مقدار فشار قلم مو است. به عبارتی، در یک رنگ دگرروان با هر ضربه قلم مو ساختار ژل شکسته می شود و مجدداً در فواصل زمانی بین ضربات قلم بازسازی می شود. در جلاها، قابلیت سیلان خیلی مهم است. در واقع همان طور که بعداً نیز خواهیم دید، یکدستی سطح جلا عامل مهمی است برای **براقیت** آن.

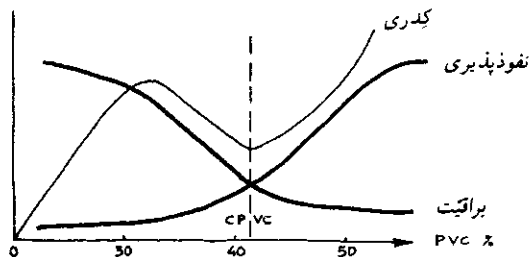
#### ۴. ضریب روغن و غلظت بحرانی (۲۲)

هنگامی که بست به تدریج به رنگدانه اضافه می شود، به مرور هر یک از ذرات رنگدانه در میان لایه ای نازک از بست جذب شده قرار می گیرد. به بست‌های خالی بین رنگدانه‌ها را پر می کند **بست بین شبکه‌ای** می گویند. بست جذب شده در سطح و بست بین شبکه‌ای، روی هم، حداقل مقدار بست داده شده به رنگدانه است که چسبندگی متوسطی در رنگ ایجاد می کند. این ترکیب که مقدارش برای هر مخلوطی از بست و رنگدانه مشخص است، **غلظت حجمی بحرانی رنگدانه (CPVC)**<sup>۱</sup> نامیده

می‌شود. در واقع هر مقدار بست، بیش از این حد، اضافی است. این تعریف از CPVC امروزه جایگزین ضریب روغن تجربی سابق (مثلاً مقدار روغن بزرک لازم برای مرطوب کردن کامل ۱۰۰ گرم رنگدانه) شده است.

البته ضریب روغن دقیقاً قابل اندازه‌گیری نیست و همیشه نتایج یکسانی ندارد. مخلوط کردن، گاهی سبب خرد شدن رنگدانه‌های سوزنی (یعنی آنهایی که قسمتهای برآمده دارند) می‌شود و استفاده از برخی بستها باعث بروز نوعی انعقاد می‌گردد که در بست روغنی دیده نمی‌شود. علاوه بر این نتیجه کار تا حدودی تابع سرعت چرخش مخلوط‌کن است.

لایه نازکی که روغن در اطراف ذرات رنگدانه تشکیل می‌دهد تک مولکولی است و فقط چند آنگستروم ضخامت دارد. البته پلیمرهای بزرگی که قادرند فیلمی چند لایه بسازند چنین نیستند و می‌توانند به راحتی لایه‌ای به ضخامت حدود ۱۰۰۰ آنگستروم ایجاد کنند.



شکل (۱۲)

CPVC در مقایسه با ضریب روغن مزیت‌های مهمی دارد و اساس آن بر یک واقعیت فیزیکی مطمئن استوار است. بنابراین با افزایش مقدار رنگدانه در لایه رنگ، احتمال دارد که به سرعت نفوذپذیری و کدری در حجم مشخصی از رنگدانه افزایش یابد (۲۳) و از جلای آن کم شود (۲۴).



ضریب روغن	رنگدانه
۱۶-۱۴٪ (غیر سوزنی) و ۲۵٪ (سوزنی)	اکسید روی (سفیداب روی)
۱۲٪	سفیدآب شیخ
۱۰-۲۰٪	زرد کروم
۳۰٪ یا ۷۵٪	اخراهای زرد
۲۵٪ یا ۶۵٪	اخراهای قرمز
۶۰-۵۰٪ (کلسینه)	سینای پخته
۶۰-۷۵٪	گل ماشین
۳۵٪	لاجورد
۹۰٪ یا ۵۶٪	آبی پیروس
(26) هُنری	(26) ساختمانی
۱۱۰	۶۰ (واحدها شناسایی نشده است)
۱۷۵	۸۲
۱۷۵	۴۵
۷۵	۵۰
۱۰۰	۴۸
۹۰	۴۷
۷۵	۲۸
۳۷	۲۸
۳۲	۲۰
۲۰	۱۴
۱۵	۱۰

بنابراین افزایش رنگدانه (بالا رفتن CPVC) برابر است با افزایش سریع

تخلخل در لایه نازک.

متأسفانه منابع فنی، مقادیر اندازه‌گیری شده CPVC برای رنگدانه‌های هنری را در اختیار قرار نمی‌دهد، بنابراین هنوز هم استفاده از ضریب روغن ضروری است (۲۵).

## ب) حالت جامد

### ۱. تشکیل فیلم (۲۷)

تشکیل یک فیلم شامل تغییر فاز مایع یک ماده فیلم‌پذیر به یک سیستم جامد متورق است. فاز مایع می‌تواند به صورت محلول، امولسیون یا مذاب باشد. بر اساس ماهیت مواد موجود، تشکیل سیستم جامد نتیجه تغییرات فیزیکی یا شیمیایی، یا هر دو با هم است.

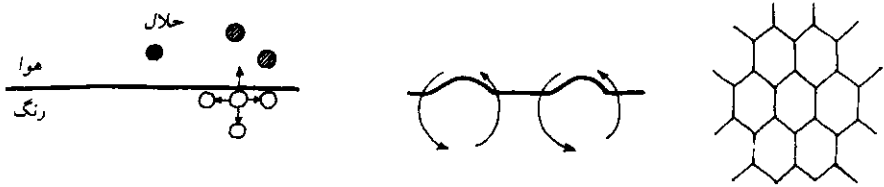
### ۱-۱. تشکیل فیلم با واکنش فیزیکی

چنانچه ماکرومولکولهای پیش ساخته در محلول یا دیسپرسیون موجود باشد، لایه نازک در اثر تبخیر تشکیل می‌شود. اگر ماکرومولکولها در حالت مذاب باشند، فیلم در اثر انجماد به وجود می‌آید.

### تبخیر حلالها از محلول (۲۸)

تشکیل فیلم در رزینهای ترپن تابع این پدیده است. اینها مواد لایه‌سازی هستند که از آنها محلولهایی به دست می‌آید با قابلیت دیالیزه شدن و فاقد اثر تیندال<sup>۱</sup>. واکنش این مواد شبیه مولکولهای بزرگ کم و بیش کروی است.

تبخیر حلال شامل ناپدید شدن مقدار مشخصی از مولکولها در سطح تماس محلول با هواست. نتیجه این عمل به وجود آمدن فضاهای خالی است که با تغییر مکان افقی و عمودی مولکولهای مجاور پر می‌شود. به همین دلیل حلقه‌های کوچکی تشکیل می‌شود و به تدریج تمامی سطح مایع را فرا می‌گیرد.



شکل (۱۳)

ویسکوزیتهٔ محلول افزایش می‌یابد و سرعت چرخش حلقه‌ها کاهش پیدا می‌کند. چنانچه سرعت کاهش خیلی زیاد باشد، یک الگوی شش وجهی یا **گرداب**<sup>۱</sup> (انبوهی از مایع چرخان) در سطح مایع تشکیل می‌شود. این را بیماری پوست پرتقالی<sup>۲</sup> می‌گویند که باعث کاهش جلای فیلم می‌شود. در زوایای شش وجهی‌ها فشارهایی ظاهر می‌شود و این نقاط طبیعی بالقوه ضعیف جاهایی هستند که فیلم می‌شکند (۲۷).

یک لایه رنگ تقریباً بیش از ۲۵ میکرون (۲۵۰۰۰ نانومتر) ضخامت دارد. اندازه ذرات رنگدانه‌ها بین ۳۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر متغیر است، لذا در هر لایه بین ۸ تا ۸۰۰ ذره وجود دارد (۲۲). از آنجائی که طول یک پیوند کربن - کربن حدود ۰/۱۵ نانومتر است، در یک لایه ۲۵۰۰۰ نانومتری، فقط در حدود ۱۷۰۰۰۰ مورد از یک چنین پیوندهایی وجود خواهد داشت. بنابراین تعداد ماکرومولکولهایی که خیلی پیچ خورده‌اند یا وزن مولکولی پائینی دارند به ندرت در ضخامت لایه از ۱۰۰ تجاوز می‌کند. بنابراین ابعاد اجزای سازنده، عامل مهمی است که بر طبیعت فیلم تشکیل شده تأثیر می‌گذارد. هرگونه گسستگی یا جهت‌گیری ویژه بر ساختار فیلم تأثیر می‌گذارد، لذا کیفیت فیلم خشک تابع نوع و میزان حلال مورد استفاده است.

کاتز<sup>۳</sup> و منک<sup>۴</sup> (۳۰) با اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری فیلمهای مختلف

1 - Vortex

2 - Orange - Peel effect (ر.ک. زیرنویس صفحه ۵۴)

3 - Katz

4 - Munk

حاصل از محلولهایی با حلالهای مختلف) در برابر بخار آب، اهمیت این مسئله را به اثبات رسانده‌اند.

چنانچه مولکولهای مواد لایه‌ساز به شکل خاصی آرایش یابند، متراکم‌ترین فیلمها (با کمترین نفوذپذیری) به دست می‌آید. این امر زمانی صورت می‌گیرد که افزایش غلظت ناشی از تبخیر حلال، سیالیت مولکولها را خیلی سریع کاهش ندهد یا میانگنش حلال و بست به جهت‌گیری آنها کمک نماید.

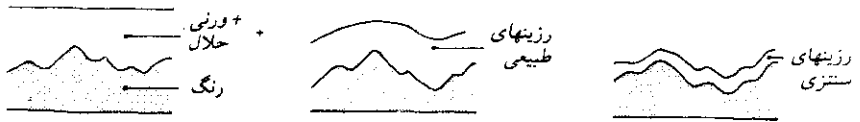
علاوه بر این، نفوذپذیری فیلم در سطح تماسش با جسم زیرین و سطح تماسش با هوا، متفاوت است. همچنین گاهی جزء مورد عمل بر جهت‌گیری مولکولهای لایه نازک اثر می‌گذارد. در نتیجه معمولاً در ضخامت فیلم سه لایه مشاهده می‌شود. پائین‌ترین لایه که مولکولها به طرف سطح زیرین (جزء مورد عمل) جهت‌گیری کرده‌اند؛ لایه مرکزی که مولکولها جهت‌گیری خاصی ندارند؛ و بالاترین لایه که جهت مولکولها به سوی سطح مشترک فیلم/هوا یا سطح مشترک با لایه رنگ بعدی است.



جزء مورد عمل

شکل (۱۴)

جهت‌گیری مولکولی در این سطوح مشترک به ویژه زمانی بروز می‌کند که سطوح به هم چسبیده خوب مرطوب شده باشند. دامنه افزایش غلظت قبل از خشک شدن بر خواص بصری فیلم تأثیر می‌گذارد. "فِلر" این پدیده را به خوبی شرح داده است. (۳۱)



شکل (۱۵)

رزینهای طبیعی حتی هنگامی که مقدار اندکی از حلال باقی مانده است (محتوای جامد تا ۸۰٪) روانش خود را برای مدت طولانی حفظ می‌کنند. هنگامی که محلول رزینی به عنوان جلا روی سطح ناهموار لایه رنگ اضافه می‌شود، با خشک شدن محلول، رزین فرورفتگیها را پر می‌کند و سطح جلا تقریباً یکدست و صاف می‌شود.

از طرفی اغلب رزینهای سنتزی حتی وقتی که هنوز حدود ۵۰٪ از حلالشان باقی مانده است محلولهای غلیظی بوجود می‌آورند. این رزینها خیلی سریع سفت می‌شوند و سطح جلائی حاصل از آنها به صافی سطح رزینهای طبیعی نیست. این خواص، عامل تفاوت درخشندگی در این دو نوع رزین است. در حین تبخیر، فیلم به علت کاهش حجم ناشی از افت حلال منقبض می‌شود. این مرحله از شکل پذیری فیلم خیلی حساس است.

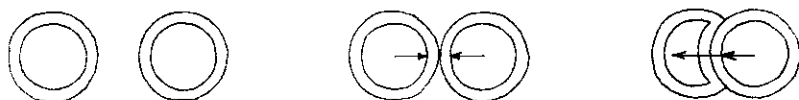
کک<sup>۱</sup> (۳۲) عیوب مکانیکی ناشی از فرمول بندی نامطلوب رنگ را خیلی خوب شرح داده است، از جمله: استفاده از حلالهای خیلی فرار، استفاده از حلالهایی که به اندازه کافی فرار نیستند یا مقدارشان بیش از حد لازم است؛ چسبندگی ناقص فیلم به تکیه‌گاه و ضخامت خیلی زیاد لایه رنگ. یک چنین نواقصی موجب ترک خوردن لایه رنگ در حین خشک شدن می‌شود. این را "ترک خوردگی زودرس" می‌نامند. این ترکهای موئین معمولاً در تمام ضخامت لایه رنگ ادامه ندارند و تشکیل آنها تابع نوع بست است. پهنای این ترکها متفاوت است و حتی گاهی به صورت شکاف ظاهر

می شوند. ترکهای ناشی از پیر شدن (گذشت زمان) باریک تر و یکدست تر است. غلظت حجمی رنگدانه‌ها نیز بر مقاومت فیلم در برابر ترک خوردن اثر می‌گذارد. هر چه غلظت رنگدانه‌ها کمتر باشد، مقاومت لایه رنگ در برابر فشارهایی که موجب شکست است کمتر می‌شود. بنابراین رنگمایه‌های تیره و خالص، بدون رنگدانه سفید اضافی، از همه بادوام‌تراند (29).

### خشک شدن امولسیونها (33 و 34)

امولسیون، دیسپرسیونی از دو مایع نامحلول در یکدیگر است. معمولاً با افزودن عامل مرطوب‌کننده یا کلونید محافظ، امولسیون را پایدار می‌کنند. (ر.ک. ص ۶ تا ۹) این مواد افزودنی بر خشک شدن امولسیونها تأثیر می‌گذارند.

اگر قطره‌های متفرق مایع احاطه شده با مواد فعال سطحی را در نظر بگیریم، با تبخیر فاز خارجی، قطره‌ها به تدریج به هم نزدیک تر می‌شوند و نهایتاً به هم می‌پیوندند. به دلیل وجود کشش سطحی، فشاری بر دیواره‌های قطره‌ها وارد می‌شود و آنها را به صورت کروی در می‌آورد. در لحظه‌ای که قطره‌ها یکدیگر را لمس می‌کنند، وجود یک ماده فعال سطحی می‌تواند از بهم پیوستن آنها جلوگیری کند. می‌توان تصور نمود که وقتی قطره‌ها به یکدیگر فشار وارد می‌کنند، برخی از آنها قطره‌های مجاور را تحت فشار قرار می‌دهند و موجب تغییر شکل آنها می‌شوند. لذا انحناى محدب قطره‌ها، تحت فشار مقعر می‌شود و نیروهای کشش سطحی به جای خنثی کردن این تغییر شکل، به آن کمک نیز می‌کنند. وقتی این نیروها به اندازه کافی قدرت پیدا کرد، لایه دو پوسته ماده امولسیون‌کننده می‌شکند و قطره‌ها بهم می‌پیوندند.



شکل (۱۶)

مواد فعال سطحی دفع می‌شوند و به سوی جسم (جزء مورد عمل) مهاجرت می‌کنند و در آنجا برای چسبندگی با مواد لایه‌ساز به رقابت می‌پردازند. از آنجائی که تراکم در سطح کمتر است. لایه خارجی فیلمی که بدین صورت شکل می‌پذیرد به سفتی لایه‌های عمیق‌تر نیست.

در مواردی که برای تثبیت امولسیون از کلوئیدهای محافظ استفاده می‌شود سرنویدهای مذکور جذب سطوح قطره‌های پراکنده می‌شوند. پیوستگی فیلم صرفاً تابع مقدار کلوئیدهاست. در واقع اینها بایستی کم و بیش مانند سیمان (چسب) در بین دانه‌ها عمل کنند. همگونی این فیلم از انواع پیشین کمتر است، به همین دلیل فیلم خشک شده ظاهری شیری رنگ دارد و خیلی شفاف نیست.

### تذکر

در پاره‌ای از موارد به راحتی نمی‌توان تشخیص داد که ماده‌ای در یک مایع حل شده است یا در آن منتشر گردیده است. اگر جاذبه بین مولکولهای جامد و مایع بیش از جاذبه بین مولکولهای ماده جامد باشد، یک محلول واقعی درست می‌شود. اما چنانچه فقط تعدادی از مولکولهای فعال ماده جامد، مولکولهای مایع را جذب کنند، فقط توزم (نرم شدن) ظاهر می‌شود (35). بنابراین مولکولهای خطی بزرگ در ژلاتین، میسلهایی را به وجود می‌آورند که دارای قسمت‌های بلوری هستند. آب از طریق این بلورها نفوذ می‌کند و باعث نرم‌شدگی نامحدودی می‌شود که نهایت آن، حل شدن ماده است. تشکیل یک لایه نازک از سه فاز برگشت پذیر، مطابق ذیل، می‌گذرد:

خشک شدن → ژل کلونیدی ← سُل کلونیدی

### انجماد ماده مذاب

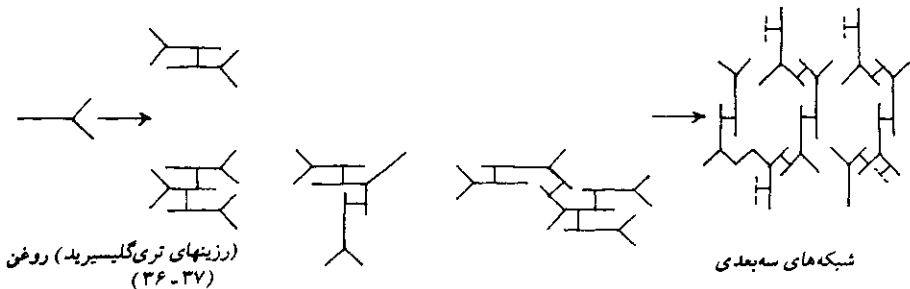
تعداد مواد لایه‌سازی که می‌توان آنها را در حالت مذاب به کار برد، تقریباً محدود است. از جمله مواد طبیعی که چنین قابلیتی دارند می‌توان به موم، لاک شفاف (شلاک) و قیر اشاره نمود.

فیلمی که به این صورت شکل می‌گیرد از فیلمی که با تبخیر حلال درست می‌شود متراکم‌تر است و می‌توان لایه‌های ضخیم‌تر آن را به کار گرفت بدون اینکه نقایصی بروز کند.

### ۱-۲. تشکیل فیلم با واکنش شیمیایی

این واکنشها بیشتر شامل اکسایش و بسپارش می‌شود. روغنهای خشکانه و (تا اندازه‌ای) ترین‌ها به کمک این واکنشها لایه‌سازی می‌کنند. البته در مورد دوّم تبخیر حلال سرعت واکنش را افزایش می‌دهد.

قابلیت روغن خشکانه برای لایه‌سازی تابع تعداد و موقعیت نسبی پیوندهای دوگانه (کربن-کربن) موجود در مولکول است. عامل هر دو واکنش شیمیایی، یعنی اکسایش و بسپارش، همین پیوندهای دوگانه است.



شکل (۱۷)

در اثر این واکنشها، شبکه‌های سه بُعدی به وجود می‌آید (36 و 37). اکسیژن، نور و نمکهای فلزی نقش کاتالیزور را ایفا می‌کنند.

خشک‌کننده‌های فلزی اصلی عبارتند از نمکهای سرب و منگنز و کبالت. گذشته از لینولئات سرب استفاده می‌کردند که از واکنش روغن با لیستارژ به دست می‌آمد. ظاهراً این مواد نقش حامل اکسیژن را ایفا می‌کنند (38). درجه اکسایش این مواد در مجاورت هوا بالا می‌رود و وقتی به حالت اصلی خود باز می‌گردند اکسیژن



اضافی را به روغن پیرامون خود منتقل می‌کنند. این فرآیند تا اکسایش کامل تمام پیوندهای دوگانه کربن - کربن، موجود در روغن، ادامه می‌یابد. نمکهای کبالت و منگنز بیشتر در سطح عمل می‌کنند و نمکهای کبالت فعالیت‌ترند. اما نمکهای سرب در عمق عمل می‌کنند و فیلمی با کیفیت فوق‌العاده به وجود می‌آورند. چنانچه اکسایش سطح خیلی سریع رخ بدهد، امکان انبساط شدید در سطح ماده وجود دارد. در این صورت، سطح چروک می‌خورد و لایه‌های زیرین به طور کامل خشک نمی‌شوند. گاهی به دلیل خشک شدن سریع، لایه‌های فوقانی انعطاف خود را از دست می‌دهند و هرگونه حرکتی در لایه‌های نرم زیرین می‌تواند باعث ترک خوردن فیلم بشود.

افزودن مقدار مجازی از مواد خشک‌کننده، سودمند خواهد بود. فیلم روغن بزرک در معرض آفتاب نیمروز طی دو روز خشک لمس (Touch-dry) می‌شود ولی با افزودن ۱/۰٪ خشکانه کبالت، زمان خشک شدن به هفت ساعت تقلیل می‌یابد (62). بایستی توجه داشت که وضعیت خشک لمس به این معنی است که می‌توان سطح آن را لمس نمود ولی الزاماً عمق لایه‌ها خشک نشده است. فرآیند خشک شدن سالها ادامه می‌یابد. طی شبکه‌سازی فیلم، انقباض شبکه بروز می‌کند، لذا موادی که هنوز مایع‌اند به سطوح فوقانی یا زیرین نقل مکان می‌کنند: این پدیده به "آب انداختن" (Syneresis) موسوم است. عمل تراوش در صافی سطح لایه و خواص بصری آن نقش مهمی ایفا می‌کند (17).

با توسعه شبکه در فیلم، سختی آن افزایش می‌یابد. البته به دلیل تولید همزمان مولکولهای کوچک حاصل از واکنشهای فروپاشی (که مانند نرم‌کننده عمل می‌کنند) این سختی کاهش می‌یابد. بنابراین چنانچه این مولکولهای کوچک در اثر شستشوی بیش از حد به وسیله حلال (در طی جلازدائی نقاشی) برداشته شوند، خواص مکانیکی فیلم صدمه می‌بیند (39).

لاک ژاپنی (حاصل از گیاه *Rhus Vernicifera*)، فیلمی با کیفیت نسبتاً استثنائی به وجود می‌آورد. در اینجا یک اکسایش آنزیمی در معرض رطوبت صورت می‌گیرد و عصاره مایع گیاه را به یک فیلم کاملاً نامحلول تبدیل می‌کند.

## ۲. خواص بصری (40)

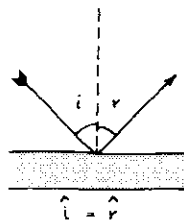
وقتی نور به فیلم رنگ یا جلا اصابت می‌کند مقداری از آن از سطح مشترک فیلم/هوا باز می‌تابد. این عمل بازتاب نامیده می‌شود. هر چه بازتاب بیشتر باشد فیلم براق‌تر به نظر می‌رسد. بقیه نور از فیلم عبور می‌کند و وقتی وارد لایه جلا (با ضریب شکست نور متفاوت می‌شود) جهت پرتوها تغییر می‌یابد. به این عمل 'شکست' می‌گویند.

مقداری از این نور به وسیله بست و رنگدانه‌ها جذب می‌شود و پرتوهای نور روی سطح ذرات رنگدانه بازتاب مضاعف می‌یابند.

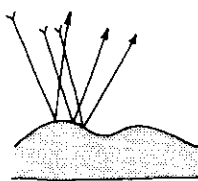
گاهی اوقات هنوز نور کافی برای بازتاب از ماده وجود دارد. این نور از فیلم عبور می‌کند و دوباره وارد هوا می‌شود و درباره رنگ زمینه به بیننده اطلاعات می‌دهد. در این صورت می‌گویند که رنگ قدرت پوشانندگی خوبی ندارد.

## ۲-۱. درخشش

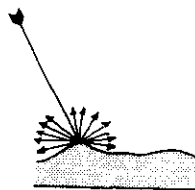
نوری که بر سطح کاملاً صافی می‌افتد به وسیله آن سطح بازتاب می‌یابد. لذا زاویه انتشار با زاویه بازتاب برابر است. سطح، مانند یک آینه عمل می‌کند و این پدیده، بازتاب کامل (آینه‌ای) قلمداد می‌شود.



بازتاب کامل



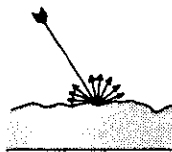
بازتاب نیمه کامل



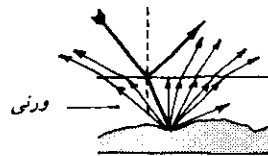
بازتاب پراکنده

چنانچه سطح خیلی ناهموار باشد پرتوهای نور در جهات مختلف بازتاب پیدا می‌کنند. ولی در هر نقطه، زاویه انتشار با زاویه بازتاب برابر است. به این بازتاب نیمه کامل می‌گویند.

اگر ناهمواریهای سطح آنقدر کوچک باشند که اندازه آنها به طول موج نامرئی (۷۰۰-۴۰۰ نانومتر) نزدیک باشد، بازتاب در تمامی جهات صورت می‌گیرد. به این بازتاب، بازتاب پراکنده می‌گویند. در اینجا مقدار کمی از نور به سمت بیننده باز می‌گردد لذا بافت درخشش روبرو هستیم. درخشش یک سطح عبارت است از نسبت میزان شار نوری آینه‌ای به افت شار نوری (41 و 42 و 43).



سطح مات



سطح براق

شکل (۱۹)

بنابراین یک سطح موقعی براق‌تر به نظر می‌رسد که میزان بازتاب کامل و نیمه کامل آن بیشتر از بازتاب پراکنده‌اش باشد. این مورد در صورت تخت بودن سطح، تشدید می‌شود. البته باید به ناهمواریهای کوچک و بزرگ، هر دو باهم، توجه نمود. در واقع برخی از ناهمواریهای محدب، نور را در جهات مختلف باز می‌تابانند لذا مقداری از پرتوها به چشم نمی‌رسد. هرگونه ضایعه سطحی مانند "بیماری پوست پرتقالی"<sup>۱</sup> یا چروکیدگی باعث می‌شود که سطح، کدر به نظر برسد. این خاصیت سطح را می‌توان با اضافه کردن ماده‌ای مثل موم به جلا اصلاح نمود. همان‌طور که

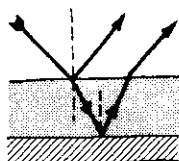
۱ - Orange Peeling، نقیصی در سطح رنگ، شبیه به پوست پرتقال.

دویت<sup>۱</sup> نشان داده است موم، سطحی دان دان به وجود می آورد (52). درخشش نه تنها به زاویه دید بلکه به نوع روشنایی نیز بستگی دارد: تأثیر روشن‌کنندگی منبع نور نقطه‌ای در مقایسه با منبع منتشر، بیشتر است. ضریب شکست نور (ر.ک. توضیحات صفحه ۲۵) فیلم نیز عامل مهمی است: هر چه ضریب شکست نور بالاتر باشد، شدت بازتاب بیشتر است (40). با انتخاب ماده مناسبی با ضریب شکست نور پائین می‌توان بازتاب نور را به میزانی قابل توجه کاهش داد. این امر با استفاده از لایه سطحی ضد بازتاب، امکان‌پذیر است. بدین ترتیب یک لایه پوشاننده با ضخامتی برابر با یک چهارم طول موج نور منتشره و ضریب شکستی به ارزش  $\sqrt{n}$  می‌تواند تقریباً تمامی بازتاب کامل یک لایه با ضریب شکست  $n$  را خنثی کند.

فلور (44) اهمیت غلظت و ضریب شکست را در ارتباط با درخشش جلاهای طبیعی و سنتزی روشن ساخته است. همچنین دیویت برای شناخت دقیق ماهیت و اهمیت نسبی عوامل مختلف مؤثر در خواص بصری جلاها، پژوهشهایی سیستماتیک را به انجام رسانده است که بر مبنای آن می‌توان بهترین جلا را انتخاب نمود.

## ۲-۲. کدری - قدرت پوشاندگی

کدری یا قدرت پوشاندگی لایه رنگ عبارت از توانایی آن رنگ برای روکش کردن تکیه‌گاهی است که بر روی آن اضافه شده.



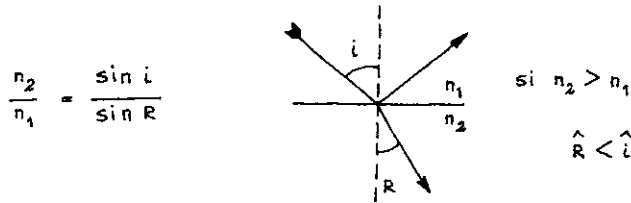
لایه رنگ  
تکیه‌گاه یا لایه مجاور

شکل (۲۰)

نور در لایه رنگ همچنان که دستخوش بازتاب، انتشار و جذب می شود به عقب و جلو نیز می رود. بنابراین اگر افت نور در زمان حرکت زیاد باشد و نور کمی به سوی بیننده بازگردد، لایه رنگ تیره تر به نظر می رسد.

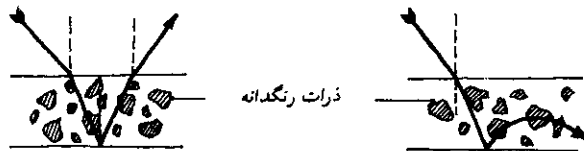
## شکست نور

هنگامی که پرتو نور از بستی با ضریب شکست  $n_1$  وارد بستی با ضریب شکست  $n_2$  می شود، جهت بازتاب آن به کمک قانون "اشنل" چنین بیان می شود.



شکل (۲۱)

ضریب شکست نور برابر است با نسبت سرعت نور در خلاء (۳۰۰,۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) به سرعت آن، در بست انتخابی.



شکل (۲۲)

میزان نور انتقالی به وسیله لایه رنگ نیز تابع تفاوت ضریب شکست نور، بست، و رنگدانه است. هنگامی که پرتو نور از بست وارد یک رنگدانه می شود؛ اگر

تفاوت ضریب شکست زیاد باشد، پرتو نور بیشتر منحرف می‌شود. هر چه میزان انحراف بیشتر باشد احتمال بازگشت آن به سوی بیننده کمتر است (شکل ۲۳). ثابت شده که نقاشیهای رنگ و روغن با گذشت زمان کمتر تیره می‌شوند (58). ضریب شکست روغن بزرک تازه،  $1/48$  است. ضریب شکست روغن بزرک کهنه می‌تواند تا  $1/57$  برسد، این ضریب به ضریب شکست بسیاری از رنگدانه‌ها نزدیک است (59):

لاچورد	$1/5-1/6$
آبی پروس	$1/56$
لاچورد فرنگی	$1/49-1/52$
مالاکیت	$1/65-1/90$
کانولن	$1/56$
گج	$1/52-1/59$
دوده عاج	$1/65-1/70$
سفیدآب شیخ	$1/94-2/09$
سفیدآب روی	$2/02$
سیلیس	$1/55$

از این خاصیت می‌توان برای تعیین ضریب شکست بلورها استفاده نمود. بلورها را پی در پی درون مایعاتی با ضریب شکست متفاوت قرار می‌دهند و مایعی را که بلور در آن شفاف می‌شود، مشخص می‌کنند.

میزان انتشار (صفحه ۱۴) تابع غلظت حجمی رنگدانه، PVC، است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد با افزایش غلظت حجمی بحرانی رنگدانه CPVC، قدرت پوشانندگی، سریع تغییر می‌کند. در آن لحظه، فقط برای پر کردن فضاهای خالی بین ذرات، بست وجود دارد. اگر به دلیلی نسبت رنگدانه به بست (با توجه به مقادیری که قبلاً ذکر شد) افزایش یابد فضاهای خالی بین رنگدانه‌ها با هوا پر می‌شود. ضریب شکست بست حدود  $1/5$  است، اما ضریب شکست فضاهای خالی برابر با ضریب

شکست هوا، یعنی  $1/0$  است. تفاوت ضریب شکست رنگدانه‌ها و فضا‌های خالی زیاد است و لذا میزان انحراف نور از راه بازتاب افزایش می‌یابد که این امر عامل افزایش قدرت پوشانندگی است (42 و 61).

بدین ترتیب می‌توان علت (به اصطلاح) "نوسازی" رنگها و جلاهای قدیمی با جذب بخار حلال را توضیح داد. فضا‌های خالی [ترکها] ایجاد شده در اثر شکست مواد لایه‌ساز به طور موقتی در اثر تورم ناشی از تأثیر حلال پُر می‌شود. این نوسازی موقتی است و با تبخیر حلال، ناپدید می‌شود (62).

### انتشار

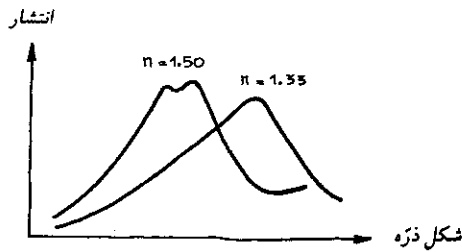
وقتی که نور وارد لایه رنگ می‌شود با ذرات فراوان و کوچک رنگدانه‌های معلق در بست، برخورد می‌کند. این ذرات تا مدتی پرتوهای نور را در جهات مختلف منتشر می‌کنند، این را *انتشار مضاعف* می‌گویند. در صورتی که ذرات یا توده‌های مولکولی از  $1/5$  برابر طول موج نور کوچک‌تر باشند نور را متفرق می‌کنند اما ذراتی که ابعاد بزرگتری دارند نور را منعکس می‌کنند.

در نور فرابنفش و بخش مرئی نور، ذرات پراکنده، ابعاد کلوئیدی (از  $0/001$  تا  $0/2$  میکرومتر) دارند. شدت انتشار برای ذرات کوچکتر از  $1/10$  یا  $1/20$  طول موج نور دارای تقارن فضایی است؛ این را به نام انتشار رالی<sup>۲</sup> می‌شناسند. شدت انتشار نور برگشتی از ذرات بزرگتر کمتر است (56).

چنانچه مقدار ذرات رنگدانه‌ای منتشرکننده نور در لایه‌ای زیاد باشد، بیشتر قسمتهای این لایه کدر خواهد بود.

طبق قانون رالی،  $I_0 = \frac{I_{inc}}{\lambda_4}$ ، دامنه انتشار طول موجهای کوتاه (آبی) در مقایسه با طول موجهای بلند (قرمز) بیشتر است. نور خورشید با عبور از جو مقداری از طول موجهای آبی خود را از دست می‌دهد، لذا زرد رنگ به نظر می‌رسد. دامنه

انتشار نور قرمز محدودتر است، لذا می‌تواند تا عمق لایه‌ها نفوذ کند ولی جذب نشود (52). بدین ترتیب به کمک اشعه مادون قرمز با طول موج ۲ میکرون می‌توان طرح موجود در زیر لایه رنگ نقاشی‌ها را (هر چند که لایه دارای حداکثر ضخامت باشد) بررسی نمود. ون اسپرن دبوئر<sup>۱</sup> این روش را معرفی نموده است (141). علاوه بر این شکل و درجه دیسپرسیون (میزان پراکندگی) رنگدانه‌ها بر انتشار نور تأثیر می‌گذارد. با داشتن ضریب شکست می‌توان پیش‌بینی کرد که چه شکلی از ذرات بیشترین تفرق نور را ایجاد می‌کند (24 و 60).



شکل (۲۳)

پر واضح است که میزان نور انتقالی به یک اندازه تابع ضخامت لایه و رنگی زمینه است. زمینه سیاه بیشتر از سفید، نور جذب می‌کند. به همین ترتیب می‌بینیم که استادان فلاندری برای اینکه مطمئن شوند نقاشی بیشترین تابندگی را خواهد داشت از زمینه سفید استفاده می‌کردند.

در این رابطه بایستی به شفافیت (یا کیفیتی متضاد تیرگی، یا قدرت پوشاندگی) توجه نمود؛ هر چه شفافیت لایه بیشتر باشد ورود و خروج نور بهتر خواهد بود. ماهیت سطح و به تبع آن، اهمیت خواباندن رنگهای پوسته شده را هم (که



به گفته آ. و پ. فیلیپو<sup>۱</sup> "... سیری ضایع شده نقاشی را به آن باز می گردانند..."<sup>۲</sup> بایستی مد نظر داشت.

### ۲-۳. رنگ

مقداری از نور نفوذی به درون لایه رنگ به وسیله رنگدانه‌ها و بست جذب می شود. جذب بخش مرئی طیف نور، بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، تأثیر بصری رنگ را به وجود می آورد.

همان طور که می دانید تمام رنگهای نور خورشید را می توان با ترکیب سه رنگ اصلی قرمز و آبی و سبز به دست آورد. این پدیده را می توان با تابانیدن این رنگها از سه منبع نوری مجزا، بر روی پرده رؤیت نمود.

رنگهایی که در نقاشیها می بینیم محصول ترکیب سه رنگ اصلی نیستند بلکه از ترکیب سه رنگ فرعی زرد، قرمز ارغوانی<sup>۲</sup> و آبی کمرنگ<sup>۳</sup> به دست می آیند (54). زرد، نور آبی را جذب و سبز و قرمز را منتقل می کند. قرمز ارغوانی، نور سبز را جذب می کند و نورهای آبی و قرمز را انتقال می دهد. آبی کمرنگ، نور قرمز را جذب و آبی و سبز را منتقل می کند.

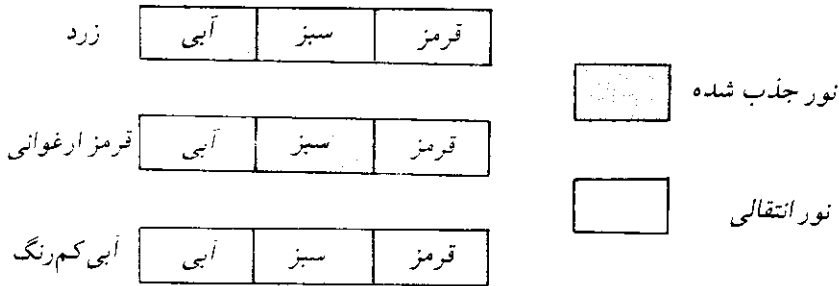
چنانچه نور سفید یک منبع نوری به طور پی در پی با دو فیلتر از رنگهای فرعی، یعنی زرد و ماژنتا قطع شود، نور عبوری به رنگ قرمز دیده می شود. اضافه کردن زرد و آبی کمرنگ، رنگ سبز و اضافه کردن قرمز ارغوانی و آبی کمرنگ، آبی می دهد.

چنانچه هر سه رنگ فرعی با هم اضافه شوند، هیچ کدام منتقل نمی گردند و رنگ حاصل سیاه خواهد بود. برای تیره کردن یک رنگ بایستی توجه داشت که: با اضافه کردن آبی کمرنگ به قرمز، قهوه‌ای به دست می آید، و با اضافه کردن قرمز ارغوانی به سبز، رنگ زیتونی، و الخ.

1 - A. & P. Philippot

2 - Magenta

3 - Cyan blue



شکل (۲۴)

بنابراین واضح است که اگر یک رنگدانه آبی با بست زرد رنگ مخلوط شود به مرور زمان تیره می شود.

به نظر می رسد استادان فلاندري به این قوانین واقف بودند. آنها نه تنها رنگ آبی لاجوردیشان را با بست آبی که زرد نمی شد مخلوط می کردند، بلکه رنگهای شفاف و خالص را (به منظور دست یافتن به بیشترین میزان تابندگی) کنار هم قرار می دادند. به گفته روینس، مخلوط کردن رنگدانه ها موجب تیره شدن نقاشی می شود (55).

با توجه به توضیحات فوق می توان علت بسیاری از ضایعات سطح نقاشیها را توجیه نمود، ضایعاتی نظیر فروکشی، ابری شدن و سفیدک زنی و غیره. درباره دلالت ضمنی و دقیق این عناوین، خطاهای خاصی رخ می دهد. استفاده از فرهنگ پتیت روبرت<sup>۱</sup> برای دیدن تعاریف خیلی سودمند است. فروکشی (Sinking in): تیرگی ناجوری است که به دلیل جذب روغن به وسیله تکیه گاه به وجود می آید و به صورت ته رنگی مات در نقاشیها بروز می کند. مارینیسن<sup>۲</sup> (81) تعاریف ذیل را مطرح می کند: "منظور از Sinking-in تیرگی زودرس و موضعی لایه رنگ در نقاشیهای رنگ روغن است. این خاصیت در اثر جذب سریع یا مفرط بست به وسیله لایه زیرین بروز می کند..."

ابری شدن (Bloom): طبق تعریف مارینیسن "... پرده اندک آبی رنگی است که بر سطح جلا شکل می‌گیرد و شبیه سرخی سطح برخی از میوه‌ها یا تارای شیشه است...".

قارچ زدگی (Blushing): در فرهنگ پتیت روبرت، "محیطی است که رشته‌های قارچ (میسلیوم‌ها) در آن رشد می‌کند" و به صورت فعل، یعنی «نشان دادن اثر قارچ» طبق گفته مارینیسن "نقاشان و مرمطگران از این عنوان به صورتی مضر برای توصیف پدیده‌هایی استفاده می‌کردند که بر روی سطح یکدست جلا پرده‌ای ایجاد می‌کرد، البته این عنوان شامل «ابری شدن» نمی‌شد".

سفیدک‌زنی (Chalking) (69, P. 405): "تشکیل پوششی ترد و پودری شکل بر روی فیلم رنگ که در اثر فساد بست به وجود می‌آید..."

به این ترتیب می‌توان این ضایعات را بر اساس علل بروزشان به طور منطقی طبقه‌بندی نمود.

رطوبت جزو عواملی است که ظاهراً در بروز پدیده "ابری شدن" دخالت دارد. حضور گروه‌های هیدروفیل (مانند گروه‌های اسیدی) در جلا، آشکارا به ایجاد لکه‌ها کمک می‌کند. <sup>۱</sup>ماجوسکی (50) و <sup>۲</sup>تامسون (51) وجود سولفات آمونیم بر روی سطوح ابری شده را ثابت کرده‌اند. <sup>۳</sup>هیل (49) نشان داده است که اگر نقاشی از محیط اطرافش سردتر باشد (حتی با تفاوتی حدود یک درجه سانتی‌گراد) سولفات آمونیم بر روی سطح آن تجمع پیدا می‌کند. آمونیاک و دی‌اکسید سولفور در معرض هوا اکسیده می‌شوند و تشکیل سولفات آمونیم می‌دهند.

وجود بلورهای ریز در سطح جلا، اغلب باعث تفرق نور می‌شود، شاید علت به وجود آمدن پرده مضر در سطح نقاشی نیز همین باشد. عیب مذکور را می‌توان با مالش دادن یک پارچه روی سطح تابلو برطرف نمود. تامسون درباره Bloom نظر دیگری دارد: "Bloom می‌تواند ماده مترشحه ورنی باشد". البته این نظر هنوز به اثبات نرسیده است.

1 - Majewski

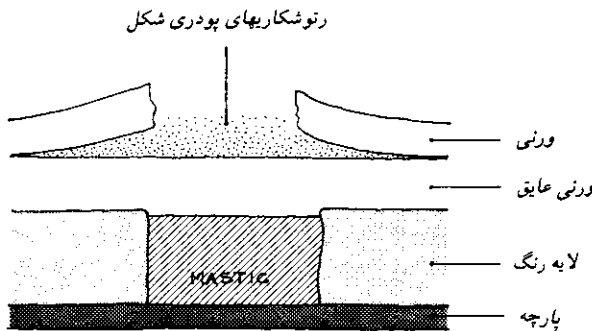
2 - Thomson

3 - Hill

نظر سوم این است که هیدرولیز مواد لایه‌ساز باعث تورم و حتی تغییر ضریب شکست می‌شود و به تفرق نور کمک می‌کند. در این راستا بایستی توجه داشت که رزینهای طبیعی با وجود مقاومت زیادی که در برابر Bloom دارند به دشت نم‌گیراند و برخی از آنها بیش از  $\frac{1}{5}$  وزنشان آب جذب می‌کنند.

فروپاشی بست موجب بروز ظاهر سفیدک زده نامطلوب تری می‌شود. کولین<sup>۱</sup> و ویلکینسن<sup>۲</sup> (48) تخریب شدید ناشی از پرتوهای خطرناک را مطرح کرده‌اند. بستنی که در معرض این پرتوها قرار گیرد، پودر می‌شود و می‌ریزد، لذا به تدریج رنگدانه‌های بیشتری در معرض خطر قرار می‌گیرند. زمانی که میزان رنگدانه نسبت به بست در حد CPVC (ر.ک. صفحه ۱۵) رسید، درخشش لایه دچار افت ناگهانی می‌شود (45).

سطحی که جلایش به طور نامنظم از بین رفته است نور را به شدت منتشر می‌کند. فللر (47 و 46) از این ایده برای توضیح علت سفیدک زدن برخی از رتوشهای انجام شده با ترکیب دامار و سفیدآب روی (با غلظتی نزدیک به CPVC) استفاده می‌کند (47 و 46).



شکل (۲۵)

علاوه بر این، از دست رفتن بست به دلیل فروکشی نیز موجب سفیدک زدن می شود.

یک پوشش جدید از جلا می تواند حفره های خالی جلای زیرین را پر و از تفرق نور جلوگیری کند، اما در درستی این کار هنوز جای بحث وجود دارد. زیرا در جلای کهنه بهبودی حاصل نمی شود و ترکیبات موجود در آن می تواند باعث فساد سریع جلای جدید بشود.

### ۳. خواص مکانیکی (64)

خواص مکانیکی نقاشیها بر طول عمر آنها تأثیر زیادی می گذارد. درباره تراوایی و تخلخل، دوام، انعطاف پذیری و چسبندگی به طور مجزا بحث خواهد شد.

#### ۳-۱. تراوایی - تخلخل

تراوایی یک فیلم، توانایی آن برای عبور دادن یک ماده سیال (گاز، بخار، مایع) است. مجموع سوراخها، منافذ، درزها، شکافها و ترکهای موجود در فیلم را **تخلخل** می گویند.

دو خاصیت تراوایی و تخلخل تحت تأثیر عوامل مختلفی به وجود می آید که عوامل اصلی آن عبارتند از ماهیت مواد موجود در لایه رنگ، رنگدانه، بست، حلال (ر.ک. صفحات ۱۲ تا ۱۵)، نحوه تشکیل فیلم و واکنشهای شیمیایی که در طول زمان انجام می شود.

تراوایی فیلم در برابر بخار آب، در حفظ آثار تاریخی نقش مهمی دارد. این عامل بر تورم و انقباض تکیه گاههای حساس در برابر رطوبت (چوب، کتان) تأثیر می گذارد و فروپاشی ناشی از هیدرولیز را تسریع می کند.

ترکیب شیمیایی ماده لایه ساز در تعیین تراوایی آنها در برابر آب نقش عمده ای دارد. تراواترین مواد گروههای آبدوست بیشتری دارند. این گروهها در طی اکسایش روغنهای خشکانه تشکیل می شوند. خصلت استثنایی روغنهای بزرک غلیظ، که میزان اکسایش آنها در حین خشک شدن کاهش می یابد (ن.ک. صفحه ۵۱)، ناشی از همین امر است.

مواد لایه‌ساز	نفوذپذیری در برابر بخار آب (141) g/m <sup>2</sup> /day
با.ا	۰/۱۷
صمغ لاک	۸/۹
کلوفان	۱۹/۷
روغن بزرک غلیظ	۵۰
روغن بزرک	۱۰۴
ژلاتین	۱۲۶
اتیل سلولز	۵۳۷

## ۳-۲. استحکام

مقاومت لایه رنگ در برابر نفوذ اجسام سخت را استحکام گویند. این خاصیت خیلی پیچیده و تابع عواملی است متعدد. رکنشهای درون و بین مولکولی لکولهای بست بر استحکام لایه تأثیر می‌گذارد. با اینکه مولکولهای رزینهای سرامنرم فقط به وسیله نیروهای واندروال و پیوندهای قطبی بهم متصل هستند، استحکامشان از رزینهای گرماسخت (که با پیوندهای کووالانس بهم متصل هستند) کمتر است (65).  
**فلر (66)** دوام بسیاری از رزینهای طبیعی و مصنوعی را اندازه‌گیری کرده است. در مجموع می‌توان گفت که استحکام رزینهای طبیعی از رزینهای سنتزی مورد استفاده در حفظ و مرمت آثار تاریخی بیشتر است.

این استحکام را می‌توان معلول ساختار مولکولی رزینهای طبیعی دانست. این رزینها مولکولهای خیلی صلبی به وجود می‌آورند که با نیروهای قطبی قوی یکدیگر را جذب می‌کنند. نتایج حاصل از تجزیه اشعه ایکس (67) مشخص کرده است که با نزدیک شدن فواصل بین مولکولی و آرایش منظم آنها، استحکام افزایش پیدا می‌کند. وجود رنگدانه‌های خیلی سخت و پرکننده‌ها، استحکام لایه رنگ را افزایش می‌دهد، برای مثال می‌توان به آبی پروس و قطران زغال سنگ (قرمز انگلیسی) اشاره نمود.

سختی	رزینها (66)
۸۱	دامار و ماستیک
۶۳	P.V.A. (پلی وینیل استات)
۳۰	π - بوتیل متاکیلات

واکنش بین بست و رنگدانه‌ها نیز می‌تواند مهم باشد. برخی از رنگدانه‌ها مانند سرنج، سفید آب شیخ و سفید آب روی با روغن واکنش انجام می‌دهند و صابون سخت تولید می‌کنند.

### ۳-۳. انعطاف پذیری

به حداکثر انبساط طولی (کشیدن، پیچاندن یا خم کردن) که موجب پاره شدن لایه نشود انعطاف پذیری اطلاق می‌شود (64). انعطاف پذیری با قابلیت ارتجاع و شکل پذیری فیلم رابطه دارد (69 و 68).

قابلیت ارتجاع یک فیلم، توانایی آن به کشش و نظم دادن زنجیره‌های مولکولی در جهتی است که نیرو به آن وارد می‌شود.

هر ماده‌ای دارای حد کشسانی مشخص است. چنانچه کشش پائین تر از این حد باشد، فیلم دستخوش تغییر ارتجاعی می‌شود. این تغییر، آنی، کاملاً برگشت پذیر و متناسب با نیروی وارده است. مطابق قانون هوک<sup>۱</sup>.

$$F = \text{نیروی وارده}$$

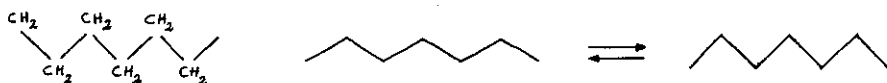
$$\lambda = \frac{dL}{L} = \text{تغییر شکل}$$

$$E = \text{مدول یونگ}^۲$$

$$F = E \lambda$$

شکل (۲۶)

چنانچه نیروی کشش از حد کشسانی فراتر رود فیلم ازدیاد طول بیشتری پیدا می‌کند ولی دیگر به حالت اول بر نمی‌گردد. این تغییر شکل پلاستیک (مومسان) است و با مدت زمانی که نیرو وارد می‌شود تناسب دارد. تفاوت بین این دو نوع تغییر شکل را می‌توان با تراز مولکولی شرح داد. اغلب مواد لایه‌ساز از زنجیره‌های گروه‌های متیلنی ( $\text{CH}_2$ ) تشکیل شده‌اند. این زنجیره‌ها حالت زیکزاک دارند و به آسانی خم یا کشیده می‌شوند. زیرا اتمهای کربن می‌توانند به راحتی در اطراف پیوندهای منفرد متصل به خود، بچرخند.



شکل (۲۷)

در مورد لایه‌های رنگ، تغییر شکل ارتجاعی اساساً مربوط است به کشش این زنجیره‌های خطی. از طرف دیگر، تغییر شکل پلاستیک شامل لغزش کامل ماکرومولکولها در امتداد یکدیگر است (68).

در عمل معمولاً این دو نوع تغییر شکل همزمان روی می‌دهد. چنانچه نیروی شدیدی به فیلم وارد شود، میزان تغییر شکل پلاستیک (در صورتی که نیرو موجب گسستن فیلم نشود) بیشتر خواهد بود. چنانچه نیرو به آرامی وارد شود، فیلم در ابتدا دچار تغییر شکل ارتجاعی می‌شود ولی به تدریج این تغییر پلاستیک می‌شود. اگر نیرو به سرعت وارد شود فیلم قبل از گسستن، ازدیاد طول بیشتری پیدا می‌کند.

#### نرم‌کننده‌ها

بسیاری از مواد لایه‌ساز طبیعی انعطاف ندارند. برخی از آنها مانند رزینهای ترین از مولکولهای صلب تشکیل شده‌اند. برخی هم مانند پروتئین‌ها و کربوهیدراتها جاذبه‌های قوی بین مولکولی از خود نشان می‌دهند که از لغزش مولکولها روی



یکدیگر جلوگیری می‌کند. این عیب را با افزودن "نرم‌کننده" می‌توان برطرف نمود. گلیسرین و عسل می‌توانند بستهای آهکی را نرم کنند و صمغ لاهی چنین نقشی را برای رزینهای تریپن ایفا می‌کند.

این‌گونه مواد نرم‌کننده، مایعات غیر فرّار یا جامدات نرمی هستند که در فیلم خشک شده باقی می‌مانند. مواد مذکور فضای بین زنجیره‌های مولکولی را زیاد می‌کنند، لذا نیروهای بین مولکولی کاهش می‌یابد و انعطاف زیاد می‌شود.

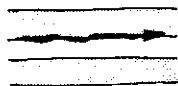
۳-۴. قدرت چسبندگی (72 و 71 و 70 و 64)

قدرت چسبندگی عبارت است از توانایی یک پوشاننده برای چسبیدن به تکیه‌گاه.

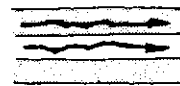
چسبندگی، توانایی ماده پوشاننده است برای اینکه اتصال خود را به تکیه‌گاه حفظ کند.

بست رنگ، رنگدانه‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند و آنها را به تکیه‌گاه می‌چسباند. در محل اتصال، چسب پلی است بین دو تکیه‌گاه.

چسبندگی فیلم به تکیه‌گاهش را اغلب با توجه به مقدار نیروی لازم برای شکستن پیوند چسبی اندازه‌گیری می‌کنند. این شکست می‌تواند شکست چسبی<sup>۱</sup> یا شکست هم‌چسبی<sup>۲</sup> باشد.



۱ شکست چسبی



۲ شکست هم‌چسبی

شکل (۲۸)

## عوامل چسبندگی

## الف) عوامل مکانیکی، چسبندگی مکانیکی

فیلم مایع می تواند ناهمواریهای سطح جسم را پر کند و پس از خشک شدن در آنجا (چسبیده) باقی بماند. فیلم باید در ابتدا به قدر کافی مایع باشد تا بتواند جسم را مرطوب نماید. جسم باید متخلخل باشد و فیلم نیز نباید هنگام خشک شدن منقبض گردد.

## ب) عوامل فیزیکی - شیمیایی، چسبندگی ویژه

طرح عوامل مکانیکی، به تنهایی برای توصیف پدیده چسبندگی کافی نیست زیرا در مورد چسبانیدن دو سطح صاف بی ربط به نظر می رسد.

در چسبندگی مجموعه پیچیده ای از انواع نیروهای جاذبه (نیروهای واندروال، پیوندهای قطبی، پیوندهای الکترووالانس، پیوندهای کووالانس، پیوندهای هیدروژنی و...) وارد عمل می شود میزان تأثیر هر یک از عوامل مذکور تابع ماهیت جسم و نوع چسب است. این نیروهای مشابه عامل مرطوب شدن تکیه گاه به وسیله فیلم مایع و همچنین استحکام پیوند بین فیلم خشک شده و جسم است. لایه ای که سطح را خوب مرطوب نکند، نخواهد چسبید، اما انرژی لازم برای چسبندگی از انرژی لازم برای مرطوب شدن بیشتر است (۱ تا ۲ کیلوکالری بیشتر).

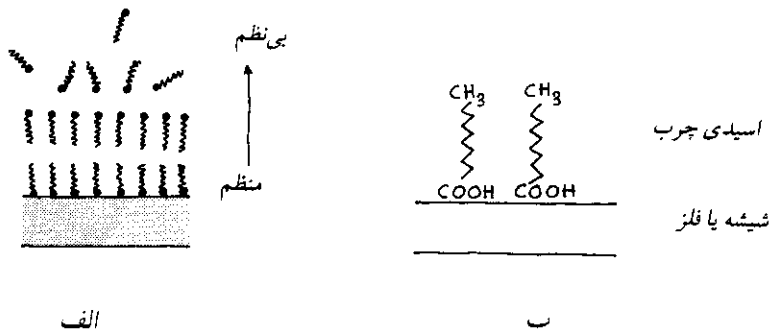
ترکیبات غیر قطبی مانند مومهای پارافین قدرت چسبندگی کمی دارند زیرا فقط می توانند نیروهای واندروال را اعمال کند. قدرت چسبندگی موم زنبور بیشتر است زیرا در این ماده مقداری ترکیبات قطبی وجود دارد. برای کسب قدرت چسبندگی لازم برای آسترگیری لازم است که یک رزین ترپن را (که دارای قطبیت بیشتری است) به مخلوط چسب اضافه نمایند.

بدیهی است که چسبندگی فیلم به یک جسم قطبی با افزایش گروههای قطبی موجود در ماده لایه ساز افزایش پیدا می کند. قدرت چسبندگی مولکولهایی که زنجیره های خطی دارند (به ویژه اگر که آرایش آنها منظم باشد) از مولکولهای دارای

زنجیره‌های شاخه‌دار، کمتر است. البته این امر تابع ساختار لایه‌ای است که واکنشها درون آن صورت می‌گیرد. در واقع این لایه دارای خواص ویژه‌ای است. ضخامت آن به ندرت از چند واحد ده آنگسترومی تجاوز می‌کند، چون دامنه نیروهای جاذبه وسیع نیست با افزایش فاصله، تأثیر آنها کم می‌شود.

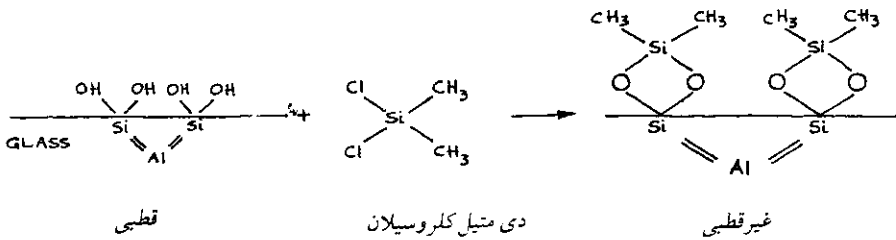
ساختار لایه‌ای که واکنشها در آن انجام می‌شود اغلب جهت‌گیری‌های مولکولی از خود بروز می‌دهد که منجر به افزایش استحکام می‌شود. ماکرومولکولهای مواد لایه‌ساز (بسته به نحوه آرایش و تعداد انشعاب زنجیره‌ها) به صورت کم و بیش عمودی یا اریب نسبت به جزء مورد عمل (جسم) قرار می‌گیرند (شکل ۲۹ الف).

دید شده که برخی از چرکیها از جمله اسیدهای چرب، به طرف سطح شیشه یا فلز جهت‌گیری می‌کنند (شکل ۲۹ ب).



شکل (۲۹)

گروههای قطبی به طرف جسم و گروههای غیر قطبی متیل به طرف خارج جهت‌گیری می‌کنند. این مجموعه را با یک مایع قطبی یا یک چسب نمی‌توان مرطوب نمود. لذا بدیهی است که پیش از چسبانیدن دو سطح به یکدیگر بایستی آنها را چربی‌زدایی نمود. پدیده جهت‌گیری نیروهای جاذبه به همین صورت در واکنش سیلیکون با شیشه و کاغذ رخ می‌دهد و کاغذ را در برابر آب عایق می‌کند.



شکل (۳۰)

وجود نرم‌کننده یا حلال می‌تواند در محل واکنش چسب با جسم به تشکیل لایه لطمه بزند، زیرا این مواد برای به دست آوردن محلی بر روی جسم، با چسب به رقابت می‌پردازند. به علاوه استفاده از حلال اضافی جایز نیست زیرا هنگام خشک شدن موجب انقباض لایه می‌شود. در این موارد چسبهای دگرروان (مانند سریشم حیوانی) فواید مهمی دارند. این مواد پس از اضافه شدن به سطح بی‌درنگ آن را به خوبی مرطوب می‌کنند، سریع سفت می‌شوند و در هنگام چسب‌زنی، تنظیم آسان دو تکه را امکان‌پذیر می‌کنند.

به طور خلاصه بایستی گفت که داشتن یک اتصال چسبی خوب منوط به تمیز کردن دو قطعه است؛ همچنین برای اطمینان از وجود حداکثر نیروی جاذبه، بایستی لایه چسب در نازکترین و پیوسته‌ترین حد ممکن باشد.

## فصل دوم

### تشریح مواد لایه‌ساز طبیعی

مواد لایه‌ساز اصلی خیلی متعدد و گوناگون هستند، لذا بایستی آنها را در دسته‌های بزرگ تقسیم‌بندی کرد. در این کتاب از تقسیم‌بندی زیست شیمی‌دانها استفاده شده است (73):

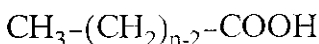
- ۱- لیپیدها یا مواد چرب
  - ۲- گلوئیدها یا ترکیبات قندی
  - ۳- پروتئینها یا مواد آلومینی
- گروه مهمی از مواد لایه‌ساز مشتق از طیف گسترده گیاهان به اینها اضافه می‌شود.
- ۴- ترپنها یا مواد رزینی
- علاوه بر مواد حیوانی و گیاهی فوق‌الذکر باید به مواد معدنی هم اشاره نمود (74 و 75). آخرین گروه عبارت است از:
- ۵- مواد تقطیری: قطران، قیر

#### ۱. لیپیدها یا مواد چرب (76 و 77)

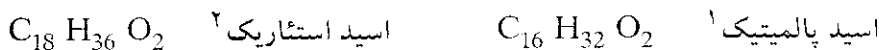
بررسی اجزای این مواد که در حالت مایع روغن و در حالت جامد، موم یا چربی نامیده می‌شوند کار دشواری است. نقطه اشتراک همه آنها این است که روی کاغذ لکه‌های تیره‌ای ایجاد می‌کنند. چربیها در آب نامحلول‌اند و دانسیته آنها از آب کمتر است، اما معمولاً در حلالهای آروماتیک و کلردار، در اثر و در دی سولفور کربن محلول‌اند.

اغلب لییدها حاوی استرهایی هستند با انواع زنجیرهای خطی اسیدهای آلی. این اسیدها که وزن مولکولی بالایی هم دارند اسید چرب نامیده می‌شوند و به سه گروه تقسیم می‌شوند.

### ۱-۱. اسیدهای سیر شده نرمال



مانند:

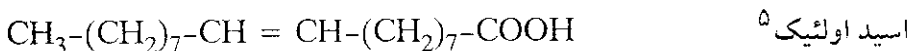


این اسیدها خیلی پایدارند، فقط خاصیت اسیدی ضعیف آنها موجب برخی واکنشهای شیمیایی می‌گردد. نمکهای این اسیدها را به نام صابونها می‌شناسند.

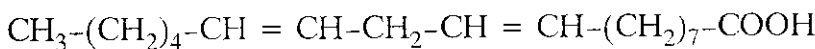
### ۱-۲. اسیدهای چرب سیر نشده

این اسیدها دارای یک یا چند پیوند دوگانه کربن-کربن هستند.

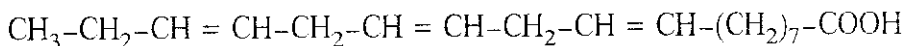
مانند:



اسید لینولئیک<sup>۶</sup>



اسید لینولنیک<sup>۷</sup>



1 - Palmitic acid

2 - Stearic acid

3 - Cerotic acid

4 - Melissic acid

5 - Oleic acid

6 - Linoleic acid

7 - Linolenic acid

پیوندهای دوگانه کربن - کربن با اکسیژن هوا واکنش انجام می دهند این اکسایش عامل اصلی ترشیده شدن چربیهاست. واکنش پیچیده اکسایش همچنین باعث تجزیه ماده و تولید مواد بدبو (اسیدها و آلدئیدها) می شود. وجود چندین پیوند  $C = C$  (اسیدهای لینولئیک و لیفولنیک) به خصوص باعث فعال شدن مولکول می شود. عامل اصلی خشک شدن روغنهای پیوندهای دوگانه است.

### ۱-۳. هیدروکسی اسیدها

همان طور که از نامشان پیداست این اسیدها حاوی گروههای هیدروکسیل هستند. مانند:

اسید ریسینولئیک<sup>۱</sup>  $CH_3 (CH_2)_5-CHOH-CH_2-CH = CH-(CH_2)_7-COOH$   
 تمامی این اسیدهای چرب اغلب به عنوان استر (یعنی در ترکیب با یک الکل) در لیپیدها موجوداند. بسته به نوع الکل، لیپیدها را به سه گروه تقسیم می کنند:  
 الف) گلیسریدها

الکل این گروه گلیسرول است:  
 $CH_2 OH-CHOH-CH_2 OH$   
 این گروه به مراتب گسترده ترین گروه است و اغلب چربیهای نباتی و حیوانی، مانند روغن، کره، پیه و گیرو، را شامل می شود.  
 ب) سریدها

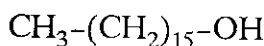
الکل این گروه، خطی و دارای وزن مولکولی بالاست. مثال:

الکل میریسلیک<sup>۲</sup>  $CH_3-(CH_2)_{28}-CH_2 OH$   
 الکل سریلیک<sup>۳</sup>  $CH_3-(CH_2)_{24}-CH_2 OH$

1 - Ricinoleic acid

2 - Myricilic alcohol

3 - Cerilic alcohol

الکل ستیلیک<sup>۱</sup>

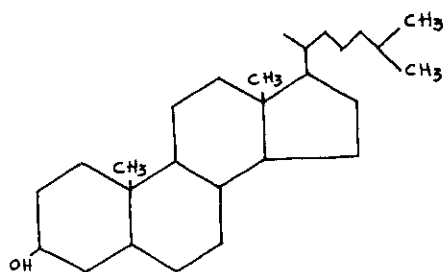
و غیرو.

اینها ترکیبات اصلی مومها هستند. استرها معمولاً از یک اسید و یک الکل تشکیل شده‌اند و اتمهای کربن آنها با یکدیگر برابر است.

(ج) استروئیدها

الکل مورد نظر، یک استرول است، یعنی ماده‌ای با ساختار چهار حلقه‌ای.

معمول‌ترین آنها کلسترول است.



شکل (۳۱)

استروئیدها را می‌توان در صفراوی گاو، روغن زرده تخم مرغ، سنگهای صفراوی و نیز در برخی از گیاهان مانند چاودار (که "ارگسترول"<sup>۲</sup> از آن به دست می‌آید) پیدا نمود.

الف) گلیسیریدها

در منابع مربوط به گلیسیریدها، اشاره‌های مکرری با عناوین صابونی شدن، هیدرولیز، هیدروژنش مشاهده می‌شود که می‌توان آنها را به صورت ذیل (در صفحه بعد) شرح داد:



## صابونی شدن

صابون از حرارت دادن یک چربی یا روغن، همراه با هیدروکسید سدیم یا پتاسیم، گلیسرول و یک نمک قلیایی اسید چرب درست می‌شود. عدد صابونی شدن، تعداد میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم مصرفی برای یک گرم نمونه، است. در درجه اول ممکن است به نظر برسد که هر چه وزن مولکولی گلیسرید بیشتر باشد عدد صابونی شدن کوچکتر می‌شود، با این حال بایستی توجه داشت که امکان خنثی شدن اسیدهای چرب آزاد موجود در نمونه نیز وجود دارد.

## هیدرولیز

هیدرولیز گلیسریدها موجب تشکیل گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد می‌شود. در گذشته از هیدرولیز با اسید سولفوریک در حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد برای ساخت شمعهایی متشکل از ترکیب اسیدهای استئاریک و پالمیتیک استفاده می‌شد. امروزه این اسیدهای چرب را از اکسایش پارافین‌های نفتی به دست می‌آورند.

## هیدروژنش

عبارت است از تبدیل پیوندهای دوگانه  $C = C$  به پیوندهای سیر شده  $C - C$  از طریق افزایش هیدروژن. این عملیات در صنعت اهمیت زیادی دارد زیرا به ما امکان ساخت چربیهای جامد از روغن‌ها را می‌دهد. برای تهیه کره نباتی از این روش استفاده می‌شود. همچنین هیدروژنش روغن کرچک در ساخت رزینهای آلکیدی حائز اهمیت است.

## چربیهای حیوانی - پیه

چربیهای حیوانی را معمولاً در کشتارگاه از احشام گوسفند و خوک به دست می‌آورند.

## - ترکیب

گلیسریدها حاوی اسید اولئیک ( $\pm/40$ )، اسید پالمیتیک ( $\pm/25$ )، اسید

استئاریک ( $\pm 20\%$ )، اسید میریستیک<sup>۱</sup> ( $\pm 5\%$ ) و اسید لینولئیک ( $\pm 2\%$ ) هستند. به علاوه مقدار کمی هم کلسترول و (سایر) اسیدهای چرب دارند (اسید آراشیدونیک<sup>۲</sup>، اسید الایدیک<sup>۳</sup>، اسید واکسنیک<sup>۴</sup> و غیره).

### - خواص

این چربیها علاوه بر استفاده‌های غذایی، به عنوان روان‌ساز به ویژه در معالجه چرم کاربرد دارند.

### چربیهای نباتی

در قلمرو گیاهان نیز چربیهای جامدی چون کره نارگیل و کره نخل یافت می‌شود که در درجه اول مصرف غذایی دارد.

تفاوت چربیهای نباتی با حیوانی در کمتر بودن اسیدهای چرب آنهاست،  $C_6$  تا  $C_{14}$ ، عمدتاً اسید لوریک<sup>۵</sup>  $CH_3-(CH_2)_{10}-COOH$ .

### روغنهای خشکانه و نیمه خشکانه (76، 77، 78، 79، 80)

روغنهای حیوانی، مانند روغن نهنگ و روغن ماهی، فقط اهمیت خوراکی دارند و خاصیت خشک‌شوندگی ندارند، لذا در این مبحث بیشتر به روغنهای نباتی پرداخته می‌شود. این روغن‌ها در تخم، پوست، هسته و میوه گونه‌های مشخصی از گیاهان وجود دارند (76).

روغن 'خشکانه' روغنی است که پس از گسترش یافتن به صورت یک لایه نازک، در طی زمانی معقول (چند روز) تشکیل یک فیلم پیوسته می‌دهد (37).

قدرت خشک‌شوندگی تابع تراکم اسیدهای چرب چندتایی سیر نشده در

1 - Myristic acid

2 - Arachidonic acid

3 - Elaidic acid

4 - Vaccenic acid

5 - Lauric acid

روغن است. برای اینکه روغنی خشکانه محسوب شود بایستی این تراکم حداقل به ۶۵٪ برسد. وجود اسید لینولنیک برای خشک شدن سریع، ضروری است. روغن‌ها همچنین حاوی اسیدهای چرب سیر شده خیلی مقاومی هستند که غلظت آنها در طی زمان به ندرت تغییر می‌کند. میلز<sup>۱</sup> (79) یک روش تجزیه به طریقه رنگ‌نگاری گازی پیشنهاد کرده است که اساس آن بر نسبت اسید پالمیتیک به اسید استئاریک، استوار است. این نسبت در طول زمان ثابت باقی می‌ماند و همان‌گونه که در جدول ذیل می‌بینیم جزو صفات اختصاصی هر روغن است:

روغن	اسید لینولنیک	اسید لینولنیک	درصد کامل اسیدهای سیر نشده چندتایی	نسبت پالم/استئار.	(9, 80) n ۲۵ °C
بزرک	٪۱۵	٪۵۲	٪۶۷	۱/۴-۱/۹	۱/۴۸۰۰
خشخاش	٪۷۶	—	٪۷۶	۴/۲-۵/۰	۱/۴۷۷۰
فندق	٪۶۱	٪۱۲	٪۷۳	۲/۷-۳/۰	۱/۴۷۷۰
سویا	٪۵۴/۴	٪۷/۳	٪۶۱/۷		۱/۴۸۱۳
کافیشه	٪۷۵/۸	٪۱	٪۷۶/۸		۱/۴۷۴۴
آفتابگردان	٪۶۳/۵	—	٪۶۳/۵		۱/۴۷۹۶

اسید اولئیک هم که اغلب به مقدار زیاد موجود است از اسیدهای سیر نشده چندتائی پایدارتر است.

### روغن بزرک

از تخم گیاه *لینوم اوزیتاتیسیموم*<sup>۲</sup> استخراج می‌شود.

### - ترکیب

ترکیب آن تابع عوامل مختلفی مانند کیفیت دانه‌ها، اقلیم، خاک و همچنین روشهای استخراج و تصفیه است.

در طی عصاره‌گیری استفاده از حرارت زیاد جایز نیست، زیرا باعث تغییر رنگ محصول می‌شود و ترکیب تری گلیسریدها را تغییر می‌دهد. فسفولیپیدها، لیزاب‌ها (موسیلاژها) و سایر ناخالصی‌های موجود در عصاره دانه‌ها را بایستی خارج نمود؛ وجود اندکی آب باعث لخته شدن لیزاب‌ها می‌شود. ماده رنگی روغن را با عبور دادن آن از روی گِل رس جدا می‌کنند.

### - خواص

نحوه تشکیل فیلم به وسیله روغن خشکانه قبلاً شرح داده شد (ص. ۲۳ تا ۲۷). فیلم روغنی دارای خواص ویژه‌ای است که در ذیل تشریح می‌شود (37):  
معمولاً فیلم "خشک - لمس" روغن بزرک، لینوکسین نامیده می‌شود. شبکه متخلخل گلیسریدهایی که به صورت موضعی اکسیده و پلیمریزه شده‌اند درون حفره‌های خود مقداری از مولکولهای تغییر نیافته گلیسرید را نگه می‌دارد. همراه با تشکیل شبکه‌های سه بُعدی، پدیده انقباض می‌تواند منجر به حرکت مواد مایع به سطح فیلم و لایه‌های زیرین گردد. این اتفاق که به "آب انداختن" موسوم است علت ظاهر شدن فیلمی چسبناک بر روی سطح خشک نقاشی رنگ روغن است. هنگامی که فیلم لینوکسین شروع به خشک شدن می‌کند فیلم روغن هنوز نرم و دارای مقاومت مکانیکی و شیمیایی پائین است. ساختار لایه مذکور خیلی متخلخل است و یک مایع (مانند روغن مایع و راکد لایه زیرین) به راحتی می‌تواند در آن منتشر شود. لذا در این مرحله حساس امکان بروز پدیده فروکشی زیاد است (81). استحکام مکانیکی در این مرحله ناچیز است زیرا این ساختار با داشتن وزن مولکولی بالا، فقط پیوندهای ضعیف ثانویه (مانند پیوندهای هیدروژنی) دارد نه پیوندهای کووالانس. با گذشت زمان و انجام واکنش‌های اکسایش و بسپارش، فیلم مستحکم‌تر می‌شود و ترکیبات اسیدی (مانند اسید پروپیونیک<sup>۱</sup>، اسید آزلائیک<sup>۲</sup> و غیره) شکل می‌گیرند؛ ضریب

شکست نور افزایش می‌یابد و برابر ضریب شکست برخی از رنگدانه‌ها می‌شود و به تبع آن شفافیت افزایش می‌یابد.

راههای متعددی برای افزایش سرعت خشک شدن روغن وجود دارد. از این قرار، با حرارت دادن تا دمای ۱۶۰-۱۵۰ درجه سانتیگراد با مقدار کمی از نمکهای سرب کبالت یا منگنز، روغن جوشیده [روغن الیف] به دست می‌آید. با این کار اکسایش و بسپارش شروع می‌شود. روغن محصول غلیظ‌تر است و سریعتر خشک می‌شود. با دمیدن هوا در روغن داغ نیز نتیجه مشابهی حاصل می‌شود و روغن دمیده<sup>۱</sup> به دست می‌آید. هر دو روش مذکور موجب تشکیل کتونهای سیر نشده‌ای می‌شود که عامل زرد شدن روغن هستند.

در صورتی که شرایط برای بسپارش فراهم‌تر باشد تا اکسایش، محصولات کم‌رنگ‌تری به دست می‌آید. روغن بزرگ غلیظ<sup>۲</sup> به این روش تولید می‌شود. حرارت بین ۲۸۰ تا ۳۱۰ درجه سانتی‌گراد در خلاء داده می‌شود. بسپارش، قدرت خشکانه روغن و درخشندگی و خاصیت ضد آبی فیلم محصول را (که کم‌رنگ‌تر است) افزایش می‌دهد (82)، در عوض، تأثیر نور بر روغن بزرگ خیلی پیچیده است. در واقع با اینکه معمولاً نور عامل زرد شدن است، اغلب دیده می‌شود که نقاشی رنگ و روغن نگهداری شده در تاریکی بیشتر تیره شده است. چنین نقاشی‌ای پس از قرارگیری مجدد در معرض نور، رنگمایه اصلی خود را باز می‌یابد (83، 77). شاید بتوان این رفتار متناقض را بدین صورت توجیه کرد که در تاریکی کتونهای سیر نشده مزدوج غالباً رنگین، که در برابر نور ناپایدار هستند، به وجود می‌آیند.

اخیراً تأثیر رنگدانه‌ها بر کهنه شدن روغن بزرگ بررسی شده است (146). محققان نشان داده‌اند که در موارد خاص سنگرف می‌تواند در معرض نور فرابنفش موجب فروپاشی روغن شود درحالی که زنگار بر روغن تأثیر مقاوم‌کننده دارد.

## روغن خشخاش

این ماده از دانه‌های گیاه *پاپاوه سومنیفروم*<sup>۱</sup> استخراج می‌گردد.

## - ترکیب

روغن خشخاش حاوی درصد کمتری از اسیدهای سیرنشده<sup>۲</sup> خیلی فعال است (فاقد اسید لینولنیک) لذا کندتر از روغن بزرک خشک می‌شود.

## - خواص

روغن خشخاش کمتر از بزرک زرد می‌شود ولی زود خشک نمی‌شود. فیلم آن تا حدود ۳ ماه متخلخل باقی می‌ماند و تمایل به "آب انداختن" دارد.

## روغن گردو

این روغن از میوه‌های هسته‌دار گیاه *ژوگلانز رژیا*<sup>۲</sup> (درخت گردو) به دست می‌آید.

## - ترکیب

روغن گردو حاوی ۱۲٪ اسید لینولنیک است که در مقایسه با روغن خشخاش، قدرت خشکانه نسبتاً بیشتری به آن می‌دهد.

## - خواص

طبق منابع قدیمی می‌توان قضاوت کرد که:

در گذشته از روغن گردو برای رنگمایه‌های شفاف استفاده کرده‌اند. *لائوری* (84) برای افزایش قدرت خشکانه آن پیشنهاد کرده است: "روغن باید به صورت فیلم نازک بر روی آب منتشر شود و در معرض هوا و نور قرار گیرد."

## روغن زرده تخم مرغ

زرده تخم مرغ حاوی ۱۷ تا ۳۸ درصد لیپید است که به وسیله حلالهای کلردار یا اتر قابل استخراج است. بخش گلیسریدی زرده دارای اسیدهای چرب سیر شده پالمیتیک و استئاریک و اسیدهای سیر نشده اولئیک، لینولئیک و کلوپادونیک<sup>۱</sup> است. از آنجا که این ترکیبات قدرت خشکانه پائینی دارند روغن زرده تخم مرغ خالص به راحتی خشک نمی شود. با اضافه کردن زرده تخم مرغ به روغن بزرک، سخت شدن بزرک به تعویق می افتد. با این حال می توان از این روغن به عنوان نرم کننده ای بسیار سودمند در نقاشی تمپرای تخم مرغی استفاده نمود.

## ب) سریدها

سریدها یا مومها مواد جامدی هستند که به راحتی ذوب می شوند و صابونی کردن آنها به وسیله مواد قلیایی کار مشکلی است. این مواد حاوی استرهای دراز زنجیر اسیدها و الکلها هستند. منابع مومهای طبیعی خیلی متفاوت هستند: معدنی، نباتی و حیوانی.

خواص عمومی مومهای طبیعی (80-85)

مومها	نقطه ذوب	استحکام	عدد اسیدی*	اندیس ید**	ضریب شکست نور
<u>معدنی</u>					
مومیا (سرزین)	۵۴-۷۷		۰	۷-۹	۱/۴۴۱۵-۱/۴۴۶۴ (۶۰C)
موم موتان	۷۶-۹۲	سخت/شکننده	۲۵	۱۰-۱۶	
اوزوکریت	۵۸-۱۰۰	متفاوت	۰	۷-۸	۱/۴۴۱۵-۱/۴۴۶۴ (۶۰C)
<u>نباتی</u>					
موم شمع	۶۵-۶۹	سخت	۱۶	۱۴-۳۷	۱/۴۵۵۵ (۷۱/۵C)
موم درختی	۸۳-۹۱	خیلی سخت و شکننده	۴-۸	۱۳/۵	۱/۴۶۳ (۶۰C)
<u>حیوانی</u>					
موم زنبور	۶۲-۷۰	نیمه سخت	۱۷-۲۱	۸/۵-۱۱	۱/۴۳۹۸ (۷۵C)
موم چینی	۶۵-۸۰	سخت	۱۳	۱/۴-۲	۱/۴۵۶۶ (۴۰C)?
موم کافوری	۴۱-۴۹	پودر	۰/۵-۲/۸	۲/۶-۳/۸	۱/۴۴۰ (۶۰C)
لانولین	۳۸-۴۲	نرم			۱/۴۷۸۱-۱/۴۸۲۲ (۴۰C)

\* عدد اسیدی تابع مقدار اسیدهای آزاد موجود در ماده است. این عدد برابر است با تعداد میلی گرم هیدروکسید پتاسیم (KOH) لازم برای خنثی سازی اسیدهای موجود در یک گرم ماده چرب.  
\*\* اندیس ید تابع تعداد پیوندهای دوگانه (C=C) است. این اندیس برابر است با تعداد میلی گرم یدی که با یک گرم ماده چرب واکنش انجام می دهد.

### ب ۱. مومهای معدنی

#### مومهای نفتی

#### پارافین و موم ریز بلور

هر دو موم مذکور از نفت به دست می آیند ولی طریق استخراج آنها متفاوت است. پارافین ها را می توان به روش تقطیر جدا نمود اما مومهای ریز بلور، بدون تجزیه، قابل تقطیر نیستند و با کمک گروه پیچیده ای از حلالها استخراج می شوند.



## - ترکیب

پارافین‌ها اساساً از هیدروکربنهای سیر شده دراز زنجیر با ۲۶ تا ۳۰ اتم کربن، تشکیل شده‌اند. مومهای ریز بلور نیز دارای هیدروکربنهای سیر شده دراز زنجیر هستند ولی برخلاف پارافین‌ها، حاوی مقدار زیادی از هیدروکربنها با زنجیره‌های انشعاب دار و حلقوی، نیز هستند. وزن مولکولی ریز بلورها بیشتر است و حاوی ۴۱ تا ۵۰ اتم کربن هستند.

## - خواص

وقتی که پارافین‌های محلول یا مذاب منجمد می‌شوند بلورهای درشت و خوش ترکیبی به وجود می‌آورند. اما مومهای ریز بلور فقط در حالت مذاب شکل می‌گیرند و تشکیل کریستالهای ریز و بد شکلی می‌دهند.

مقایسه خواص پارافین و مومهای ریز بلور

خواص	پارافین‌ها	مومهای ریز بلور
نقطه ذوب	۵۰°C-۶۰°C	۷۰°C
انعطاف پذیری	شکننده	مقاوم و خیلی انعطاف پذیر
استحکام	پائین	سخت
شفافیت	خوب	کدر
درخشش		نیمه براق
انقباض		کم
قدرت چسبندگی		بهتر

مومهای مشتق شده از زغال سنگ، زغال سنگ قهوه‌ای، قیر و تورب

## موم مونتان

موم مونتان بیشتر در آلمان و آمریکا به کمک مخلوطی از حلالها (مثلاً اتانول / بنزن به نسبت ۸۵ به ۱۵) از زغال سنگ قهوه‌ای استخراج می‌شود.

## - ترکیب

ترکیب این موم بسته به منبع آن متفاوت است و تاکنون کاملاً شناخته نشده است. این موم حاوی مخلوطی از استرهای دراز زنجیر، اسیدها، الکلهای هیدروکربنهاست.

## - خواص

موم موتان به رنگ قهوه‌ای متمایل به سیاه است به همین دلیل استفاده از آن محدود است. این موم سخت است و به سختی با ناخن خراشیده می‌شود. در ۸۰ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود و در حلالهای آروماتیک و کلردار، متیل اتیل کتون، و دیوکسان محلول است. ماده مذکور در تولید کاغذ کپی و جلاهای سنگ‌فرش ساختمان کاربرد دارد.

## اوزوکریت

اوزوکریت معمولاً در معادن قیری دوران میوسن<sup>۱</sup> و نزدیک معادن نفت خیز شرق اروپا یافت می‌شود و از طریق حل کردن خاک قیری در آب جوش استخراج می‌شود؛ موم معلق شده بر روی آب را جداسازی می‌کنند.

## - ترکیب

ظاهراً در این موم مخلوطی از هیدروکربنهای سیر شده و سیر نشده با وزن مولکولی بالا، مقداری هیدروکربن مایع و مقداری ترکیبات نامشخص اکسیژن‌دار، وجود دارد.

## - خواص

اوزوکریت در برابر اسیدها و قلیاها مقاوم است. در هیدروکربنهای آروماتیک و کلردار محلول و در الکلهای نامحلول است. هنگام انجماد بیشتر از موم زنبور متقبض می‌شود و به مرور زمان سخت می‌شود.

## مومیا (سرزین)

مومیا، اوزوکریت تخلیص شده است. امروزه پارافین (تا ۸۰٪) و حتی کلوفون به آن اضافه می‌کنند تا ظاهرش شبیه موم زنبور شود.

## ب ۲. مومهای گیاهی

## موم شمع

این موم از ساقه‌های گیاه *ایوفوریا سریفر*<sup>۱</sup> (فریون)، بومی مکزیک و تگزاس، به دست می‌آید. موم را با غوطه‌ور کردن گیاه در آب جوشی که قبلاً مقدار کمی اسید سولفوریک بدان اضافه شده جدا می‌کنند.

## - ترکیب

اصلی‌ترین ماده متشکله موم شمع یک هیدروکربن، موسوم به Hentriacontane است. همچنین مقداری الکل میرسیلیک به همراه مواد دیگر در آن وجود دارد.

## - خواص

موم شمع به رنگ زرد تا قهوه‌ای است. خیلی سخت و شکننده است لذا اغلب از آن برای سخت کردن سایر مومها استفاده می‌شود. در استون، روغن‌ها، حلالهای کلردار داغ، و در تربانتین، محلول است.

## موم درختی (موم خرنوب)

این موم از منافذ برگ نخل برزیلی، *کوپرنیسیا پرونیفر*<sup>۲</sup> ترشح می‌شود. برای جمع‌آوری موم، برگهای خشک را می‌کوبند.

## - ترکیب

ترکیب این موم به درستی شناخته نشده است. جالب‌ترین خواص آن یعنی

سختی و درخشندگی، تابع وجود هیدروکسی اسیدهای سیر نشده‌ای است که ۱۲ اتم کربن دارند.

### - خواص

موم خرنوب ماده جامد سخت و سبزرنگی است که در دمای ۸۵-۸۲ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود و رایحه دلپذیری منتشر می‌کند. این ماده مقاوم درخشش زیادی دارد. موم خرنوب را به سایر مومها می‌افزایند تا نقطه ذوب، سختی، استحکام و درخشندگی آنها را افزایش دهد و از چسبناکی، نرمی و تمایل آنها به بلوری شدن بکاهد.

در دمای اطاق این ماده در حلالهای چربی به راحتی حل نمی‌شود. حلالیت آن در ۴۵ درجه سانتیگراد بهتر است (ص ۵۵).

### ب ۳. مومهای حیوانی

#### موم زنبور عسل

برای تهیه موم زنبور شانه‌های عسل را در آب داغ حل می‌کنند سپس آن را می‌فشارند و با عوامل اکسنده‌ای مانند پرمنگنات پتاسیم یا دی کرومات پتاسیم رنگبری می‌کنند. در گذشته برای رنگبری، موم را در معرض آفتاب قرار می‌دادند. همیشه باید محصولات اکسایش را به دقت، با شستن و صاف کردن، جدا نمود.

### - ترکیب

بخش عمده موم زنبور عسل از استرهای دراز زنجیر اسیدها و الکل (با ۲۱ تا ۳۶ اتم کربن) تشکیل شده است. چسبی به نام پروپولیس<sup>۱</sup> (چسب زنبور عسل)، رنگدانه و مواد ناشناخته دیگری هم در آن وجود دارد.

### - خواص

موم زنبور عسل ظاهراً در آب نامحلول است ولی برخلاف پارافین‌ها

(86 ، 14) بخار آب در آن نفوذ می‌کند. این موم در هیدروکربنهای آروماتیک و کلردار و در الکل داغ حل می‌شود.

### موم چینی

ماده مترشحه حشره کوكوس سريفروس<sup>۱</sup> است که بر روی شاخه‌های درخت زبان گنجشک، در غرب چین، زندگی می‌کند.

#### - ترکیب

ماده اصلی موجود در موم چینی، سروتات سریل نام دارد.

#### - خواص

موم چینی، سفید رنگ و سخت و براق و بلوری و بی بو و مزه است. در آب نامحلول است ولی به راحتی در هیدروکربنهای آروماتیک حل می‌شود؛ در الکل و اتر کمی حل می‌شود. مصرف عمده آن در ساخت شمع، واکس‌های چرم و سنگ‌فرش، تکمیل پارچه‌های ابریشمی و کتان، و تولید کاغذ گلاسه است.

### موم کافوری

این موم در روغن جمجمه عنبر ماهی (نهنگ عنبر) و نظیر آن یافت می‌شود.

#### - ترکیب

ماده اصلی این موم پالمیتات ستیل است.

#### - خواص

موم کافوری به صورت ماده‌ای سفید رنگ و کدر یافت می‌شود که معمولاً شکننده است. در الکل داغ، کلروفرم، دی سولفور کربن و در روغن‌ها حل می‌شود. مصرف عمده آن در تولید لوازم آرایشی، مثلاً برای تهیه امولسیون از زرده تخم مرغ

و روغن بادام، است. علاوه بر این در ساخت شمع، صابون، واکس و تکمیل منسوجات نیز کاربرد دارد.

### لانولین

چربی موجود در پشم گوسفندان است که از طریق شستشوی پشم با مواد شوینده استخراج می‌شود. لانولین را به روش سانتریفوژ جدا می‌کنند و با آب می‌شویند تا مواد قلیائی، استفاده شده برای زدودن اسیدهای آزاد و ناخالصی‌ها، از آن خارج شود.

### - ترکیب

لانولین مخلوط کمپلکسی است از استرهای دراز زنجیر اسیدهای چرب و الکلهای. مواد فرعی که طبقه‌بندی این ماده را مشکل می‌کنند عبارتند از: الکلهای آلیفاتیک و استروئیدها یا تری تریپنها.

### - خواص

لانولین تقریباً حاوی ۳۰٪ آب است. ماده‌ای است روغنی به رنگ سفید یا زرد. در آب نامحلول است و در هیدروکربنهای آروماتیک و آلیفاتیک و در الکل داغ محلول. این موم می‌تواند تا دو برابر وزن خودش آب جذب کند. به دلیل قابلیت جذب آب در ساخت لوازم آرایشی کاربرد عمده‌ای دارد. برخی از مردم برای بازگرداندن انعطاف پارچه‌های پشمی از لانولین استفاده می‌کنند اما برخی دیگر استفاده از آن را، به دلیل جذب غبار، رد می‌کنند.

### (ج) استروئیدها

استروئیدها، استر اسیدهای چرب و گروه خاصی از الکلهای (یعنی "استرولها") هستند. این ترکیبات، الکلهای حلقوی نوع دوم (با ۲۷ تا ۲۹ اتم کربن) هستند (87). در دمای اطاق جامداند و نقطه ذوب آنها بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد است. واژه استرول از لغت یونانی "Stereos"، به معنای جامد، مشتق شده است.

استرولها در قلمرو حیوانی (زواسترولها) و در قلمرو نباتی (فیلوسترولها) شایع‌اند و حتی می‌توان آنها را در قارچ شناسایی نمود (میکوسترولها).

### کلسترول

کلسترول یکی از فراوان‌ترین استرول‌هاست. نام آن از واژه یونانی "Chole" به معنای صفرا مشتق شده است. ولی در واقع علاوه بر تراوشات صفرا در تمامی بافت‌های حیوانی نیز یافت می‌شود. یک مرد ۷۰ کیلوگرمی دارای ۱۴۰ گرم کلسترول است که  $\frac{11}{3}$  گرم آن در خون، ۳۰ گرم در ماهیچه‌ها،  $\frac{12}{5}$  گرم در پوست و ۳۲ گرم در مغز و سیستم عصبی و غیره است (88).

زرده تخم مرغ حاوی ۲٪ کلسترول است. صفراي گاو علاوه بر کلسترول ترکیبات دیگری نیز دارد، مانند نمک‌های سدیم انواع اسیدهای صفراوی (یعنی استرولهایی با ۲۴ اتم کربن، دارای یک گروه اسید کربوکسیلیک (COOH)، یک آمینواسید گلیسین، به همراه مشتقات کولین<sup>۱</sup> و لسیتین که خاصیت فعال شدن در سطح، به آن می‌دهند.

### استرولهای نباتی

در بخشی از روغن‌های نباتی که خاصیت صابونی شدن ندارد، حدود ۴۵ تا ۸۰٪ استرول وجود دارد (ر.ک. ص ۴۷). جزء اصلی آن سیتوسترول<sup>۲</sup> (که ۹۰-۵۰٪ استرول را تشکیل می‌دهد) استیگماسترول<sup>۳</sup> و کامپسترول<sup>۴</sup> است. در عمل، ترکیب استرولهای تمام روغن‌های نباتی از نظر کیفی مشابه است ولی نسبت آنها یکسان نیست. با این حال این نکته خیلی قابل بحث است که آیا روغن‌ها به دلیل فوق از یکدیگر متمایز می‌شوند یا خیر؟ زیرا همانگونه که میلز و وایت (89) نشان داده‌اند

1 - Cholin

2 - Sitosterol

3 - Stigmasterol

4 - Campesterol

استرولها به مرور زمان ناپدید می‌شوند. این مسئله در مورد کلسترول هم صادق است، یعنی به مرور زمان کلسترول از لایه‌های رنگ قدیمی (با بست زرده تخم مرغ) حذف شده است.

### سایونین‌ها

سایونین‌ها مواد نباتی حاوی استرولها یا تری‌ترینها به همراه قند هستند (87). محلول آبی اینها به راحتی کف می‌کند. مواد مذکور تشکیل امولسیون روغن در آب می‌دهند و به صورت کلوئید محافظ عمل می‌کنند.

این مواد تا حدودی خطرناک هستند زیرا در صورت تزریق در جریان خون، یک اثر قوی همولیتیک<sup>۱</sup> بر آن می‌گذارند. البته ورود آن از طریق دهان برای انسان بی‌خطر است.

### ۲. گلوئیدها یا ترکیبات قندی

گلوئیدها که به کربوهیدراتها یا هیدراتهای کربن نیز موسوم‌اند از پلی‌هیدروکسی آلدئیدها یا پلی‌هیدروکسی کتونها تشکیل شده‌اند.

مثال:  $\text{CHO}-(\text{CHOH})_4-\text{CH}_2 \text{OH}$  گلوکز

$\text{CH}_2 \text{OH}-\text{CO}-(\text{CHOH})_3-\text{CH}_2 \text{OH}$  فراکتوز

گلوئیدها را می‌توان به منو، دی، تری یا پلی ساکاریدها تقسیم‌بندی نمود:

مونوساکاریدها، پنتوزها  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$  هستند، مانند: آرابینوز، گزیلوز، ریبوز و...

یا هگزوزها  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  هستند، مانند: گلوکز، گالاکتوز، فراکتوز و غیره.

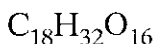
دی ساکاریدها از به هم پیوستن دو قند که قابلیت هیدرولیز شدن را دارند

تشکیل می‌شوند:  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

مانند سوکروز یا قند نیشکر (گلوکز و فراکتوز)، لاکتوز (گلوکز و گالاکتوز). مالتوز (گلوکز و گلوکز) و غیره.

۱ - Haemolytic (از بین رفتن گویچه‌های قرمز خون).





تری ساکاریدها از سه قند تشکیل شده‌اند:

این گروه با رافینوز (گالاکتوز، فراکتوز، گلوکز) شروع می‌شود. پلی ساکاریدها از به هم پیوستن تعداد زیادی مولکولهای قند به وجود می‌آیند. صمغهای پلی ساکارید، لیزاب‌ها، نشاسته و سلولز جزو این گروه‌اند. این مواد نم‌گیراند و بسیاری از آنها فقط در حد "تری ساکاریدها" در آب حل می‌شوند. معمولاً در حلالهای آلی، به جز پیریدین، نامحلول‌اند. بسیاری از مواد لایه‌ساز جزو پلی ساکاریدها هستند.

### صمغ‌های پلی ساکارید

این مواد نباتی همگی ترکیب مولکولی مشابهی به نام قند، و گاهی اسیدهای اورونیک<sup>۱</sup> دارند. صمغ‌های پلی ساکارید به وسیله برخی از گیاهان، اساساً برای مقابله با جراحات، ترشح می‌شوند. در واقع گیاهان با ترشح این صمغ‌ها جراحات را مسدود می‌کنند و از خرابی و خشک شدن یاخته‌ها جلوگیری می‌کنند. البته مکانیسم تولید صمغ‌ها هنوز به خوبی شناخته نشده است و محل اصلی تولید آنها مشخص نیست. آیا این محل به جراحات نزدیک است، یا صمغ‌ها از مکان دیگری به محل خروج ترشحات آورده می‌شوند؟

برخی از مردم فکر می‌کنند که صمغ‌ها محصول فساد یا عفونت میکروارگانیسم‌ها، کپک‌ها، باکتریها و نظیر آن هستند. به هر ترتیب، مشخص گردیده است که وقتی شرایط محیطی برای گیاه مناسب نیست، تولید صمغ افزایش پیدا می‌کند، مثلاً حرارت زیاد، بی‌آبی، خاک کم قوت و غیره، تولید صمغ را زیاد می‌کند (90).

ساختار پلیمرهای موجود در صمغ پلی ساکاریدها خیلی پیچیده است. تفاوت عمده‌ای در قندهای تشکیل دهنده آنها وجود دارد، همچنین در توزیع زنجیرهای جانبی آنها (با ترکیب و طول مختلف) نایکخواختی زیادی ملاحظه می‌شود.

## لیزابها (موسیلاژها)ی گیاهی

لیزابهای گیاهی، پلی ساکاریدهایی هستند که در اثر متابولیسم طبیعی برخی از گیاهان به وجود می آیند. این مواد به صورت ذخیره غذایی گیاه، به طور موضعی، در پوست، ریشه، برگ، دانه و حتی در گل وجود دارند. علاوه بر این وظیفه ذخیره آب در گیاهانی نظیر صبر زرد و فرفیون، به عهده این مواد است. ساختار ماکرو مولکولی آن معمولاً ساده تر از پلی ساکاریدها است.

## - خواص

خواص چسبندگی و انحلال یک پلی ساکارید تابع ساختار آن است. قندها و اسیدهای اورونیک ترکیباتی هستند با تعداد زیادی از گروههای هیدروکسیل (OH). این گروهها خیلی آبدوست اند، لذا اغلب لیزابها در آب، حل یا متورم می شوند. برخی از آنها در آب تشکیل ژل می دهند. ظاهراً زنجیرهای جانبی این مواد حالتی منظم دارد که اجازه توسعه شبکه های سه بعدی لازم برای تشکیل ژل را می دهد.

انواع دیگر، به دلیل ساختار نامنظمشان نمی توانند تشکیل ژل بدهند و محلولهای آبی حقیقی به وجود می آورند.

در گلوئیدها، قدرت چسبندگی اساساً تابع وجود پیوندهای هیدروژنی است. بنابراین، استحکام پیوند چسبی بیشتر تابع تعداد زیادی از این پیوندها (با تعداد زیادی از گروههای OH در مولکول) است تا استحکام واقعی پیوندهای منفرد.

فیلم این مواد به طور ساده با تبخیر آب تشکیل می شود. فیلمهای محصول شکننده اند، لذا اغلب به آنها مواد نرم کننده و مواد نم گیر می افزایند تا از خشک شدن آنها جلوگیری کنند. نرم کننده های مورد استفاده عبارتند از گلیسرول، سوربیتول، اوره و اتیلن گلیکول.

با گذشت زمان، ماکرومولکولها می شکنند و به اجزای کوچکتر تبدیل می شوند، این امر آسیب پذیری آنها را در برابر آب بیشتر می کند. در ضمن این فیلمها برای حمله قارچها و سایر میکروارگانیسمها خیلی مستعداند.

الف) صمغ‌های پلی ساکارید

### صمغ عربی یا صمغ اقاچیا

بیش از صد گونه متفاوت اقاچیا وجود دارد که همگی صمغ تولید می‌کنند. "Acacia varek" یا **اقاچیا سینگالی** اصلی‌ترین آنهاست که به صورت تجاری پرورش داده می‌شود. این اقاچیا در محدوده وسیعی، از سنگال گرفته تا دریای سرخ و هندوستان، می‌روید. گیاه مذکور تقریباً در تمامی نواحی خشک استوایی و نیمه استوایی جهان یافت می‌شود.

برای واداشتن گیاه به صمغ‌سازی، شکافهایی به طول تقریبی ۵ تا ۱۰ سانتیمتر در پوست تنه درخت ایجاد می‌کنند. زمان صمغ‌گیری از درخت، بین ۶ تا ۳۰ سالگی است.

#### - ترکیب

صمغ عربی از نمکهای سدیم، منیزیم یا پتاسیم یک اسید آلی موسوم به اسید عربیک، تشکیل شده است. تجزیه این اسید نشان می‌دهد که اسید مذکور از L-آرابینوز (۳/۳۰٪)، D-گالاکتوز (۸/۳۶٪)، L-رامنوز (۴/۱۱٪) و D-گلوکورونیک اسید (۸/۱۳٪) تشکیل شده است. ظاهراً بسته به گونه اقاچایی که از آن صمغ گرفته می‌شود، مقدار رامنوز تغییر می‌کند.

#### - خواص

وزن مولکولی ماکرومولکولهای صمغ عربی بین ۲۵۰,۰۰۰ تا ۳۰۰,۰۰۰ است. مولکولها تقریباً کروی اند با طولی حدود  $100 \text{ \AA}$  و قطری برابر  $110 \text{ \AA}$ . صمغ به آرامی، ولی کامل، در دو سهم آب حل می‌شود. غلظت محلول آبی صمغ عربی تابع PH آن است. ویسکوزیته آن وقتی به حداکثر می‌رسد که اسیدیته آن به حد خنثی (PH ۷) برسد.

ظاهراً ماکرومولکولها در محلول به راحتی تغییر شکل و ابعاد می‌دهند. این امر

بیانگر ضعف نیروی جاذبه در بین قندهای تشکیل دهنده آنها است. مسئله مذکور بر فرضیه وجود ساختار متشعب، صحه می‌گذارد. همچنین مؤید این نظریه است که ماکرو مولکول از اجتماع تکه‌هایی از D- گالاکتوز و D- گلوکورونیک اسید (با وزن مولکولی بین ۱۰,۰۰۰ و ۲۰,۰۰۰) متصل به تکه‌های لغزنده‌ای مانند L- آرابوپیرانوز، تشکیل شده است.

با حرارت دادن محلول، ویسکوزیته آن کاهش می‌یابد و تجزیه ماکرو مولکولها و آزاد شدن قندها، شروع می‌شود. تجزیه مولکولی تحت تأثیر عوامل متعدد دیگری مانند اسیدها، نمکها، نور فرابنفش یا حتی سایش مکانیکی ساده، نیز صورت می‌گیرد.

صمغ عربی یک "کلئید محافظ" عالی است، لذا اغلب از آن برای به توازن رسانیدن امولسیونها و دیسپرسیونها یا به عنوان ماده غلیظ کننده استفاده می‌کنند. محلول آبی این صمغ به عنوان بست در آبرنگ و گواش کاربرد دارد، همچنین به عنوان چسب کاغذ و مقوا نیز کاربرد دارد. چسب مورد مصرف در پاکت نامه‌ها و تمبر نیز صمغ عربی است.

### صمغ کتیرا

این صمغ، محصول گونه‌های مختلف *آستراگالوس*<sup>۱</sup> (که بیش از ۱۶۰۰ گونه متفاوت دارد) و گیاهان *لگومینوس*<sup>۲</sup> است که در یونان، ایران، سوریه و آسیای مرکزی یافت می‌شوند. صمغ مذکور از شکافهای تازه ایجاد شده بر روی ساقه بدست می‌آید؛ البته با چاک زدن ریشه محصول بهتر و عالیتری به دست می‌آید. صمغ به صورت رشته‌های بیرنگ و نازکی خارج می‌شود و طی یک تا دو روز خشک می‌شود. *آستراگالوس* طول عمری معادل ۶ سال دارد و صمغ نیز ظاهراً هر دو سال یک بار ترشح می‌شود.

## - ترکیب

این صمغ از محصولاتِ بسپارش اسید D- گالاکتورونیک، L- آرابینوز و D- گزیلوز تشکیل شده است.

## - خواص

خاصیت خیلی جالب کتیرا این است که حتی با غلظت پائین نیز محلولهای چسبناکی به وجود می آورد. وزن مولکولی آن بیشتر از صمغ عربی یعنی ۸۴۰,۰۰۰ است و مولکولهای درازی با طول  $19A^{\circ}$  و قطر  $4500A^{\circ}$  دارد. به همین دلیل ویسکوزیته آن خیلی بالاست. صمغ کتیرا در آب سرد اندکی حل می شود و با غلظت بالاتر از ۵/۰٪ تشکیل ژل می دهد. محلول آن پس از ۲۴ ساعت در حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد به حداکثر غلظت خود می رسد، البته هنوز توضیحی برای این امر وجود ندارد. از طرف دیگر ویسکوزیته تابع اسیدیته است، با PH ۸ به حداکثر می رسد و ظاهراً با تعداد گروههای متوکسی ( $OCH_3$ ) در مولکول، نیز تناسب دارد. صمغ کتیرا یک کلوئید محافظ عالی است و برای به توازن رسانیدن امولسیونها و دیسپرسیونها و همچنین به عنوان عامل غلیظ کننده کاربرد دارد. در ساخت لوازم آرایشی و داروئی نیز مصرف عمده ای دارد.

## صمغ درختان میوه

در برخی از رساله های قدیمی به استفاده از این صمغها به عنوان بست، به ویژه در تذهیب نسخ، اشاره شده است. بی شک اینها صمغ درختان گیلاس، آلو و هلو بودند (91). تولید این درختان مقطعی و ثمرشان کم است. همچنین رنگ قهوه ای صمغ آنها تولید اشکال می کند.

## ب) لیزابهای گیاهی

## شناسسته

نشاسته اصلی ترین کربوهیدراتی است که از گیاهان به دست می آید و به

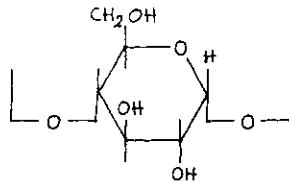
صورت دانه‌های ریز، با لایه‌های متحدالمرکز، در شکل و اندازه‌های خیلی متفاوت (با طول ۰/۰۰۵ تا ۰/۱۵ میلیمتر) یافت می‌شود.

نشاسته در دانه، ریشه، پیاز، شیر، میوه و سایر قسمت‌های گیاه وجود دارد. منابع گیاهی که به صورت تجاری پرورش داده می‌شوند عبارتند از: ذرت، گندم، برنج، سیب‌زمینی، مانیوک، اروروت<sup>۱</sup>، موز و غیره.

### - ترکیب

نشاسته حاوی دو نوع پلیمر آمیلوز و آمیلوپکتین است که خواص نسبیشان، بسته به منشأ اصلی نشاسته، خیلی متفاوت است. نشاسته برنج حاوی مقدار کمی آمیلوز است (بین ۱۶ تا ۱۷٪)، نشاسته ذرت حاوی ۲۲ تا ۲۸٪ آمیلوز است و نشاسته نخود بین ۳۴ تا ۷۰٪ (92). آمیلوز یک پلیمر خطی از ۱ و ۴ انیدروگلوکز با پیوندهای  $\alpha$  است.

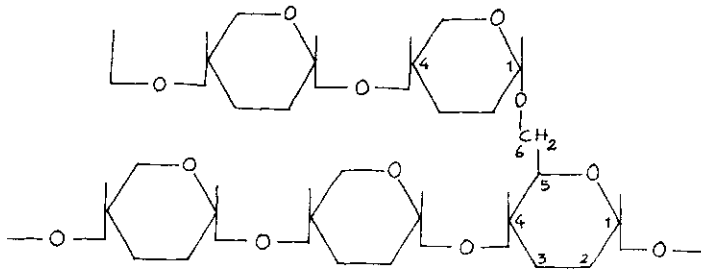
وزن مولکولی آن بین ۱۵۰۰۰۰ تا ۲,۴۰۰,۰۰۰ متغیر است.



شکل (۳۲)

آمیلوپکتین پلیمری است دارای زنجیرهای جانبی زیاد (تشکیل شده از زنجیرهای خطی کوتاه یکسان ۱ و ۴ انیدروگلوکز که در مکانهای ۱ و ۶ بهم متصل شده‌اند).

۱ - Arrowroot: گونه‌ای از گیاهان مارانتاسه است که ریشه غده‌ای دارد و در آمریکا می‌روید.



شکل (۳۳)

وزن مولکولی این پلیمر بین ۱ تا ۶۰ میلیون متغیر است.

### - خواص

آمیلولز و آمیلوپکتین خواص متفاوتی دارند و نسبت آنها بر خواص انواع نشاسته تأثیر می‌گذارد.

آمیلولز ساختمان ماریچی دارد. در ید، ترکیب کمپلکس آبی رنگی به وجود می‌آورد و اتمهای ید درون ماریچ جای می‌گیرند. آمیلوپکتین یا نشاسته‌های تجزیه شده در ید، ترکیبات پیچیده و متفاوتی به رنگ قرمز یا بنفش به وجود می‌آورند.

محلول آمیلولز خیلی پایدار نیست و تمایل به تشکیل یک ژل برگشت‌ناپذیر (اصطلاحاً "حرکت قهقرايي")<sup>۱</sup> یا فیلمهای خیلی سخت، دارد.

البته آمیلوپکتین محلولهای خیلی غلیظی به وجود می‌آورد که پایدارتراند و تشکیل ژل یا ژل برگشت‌پذیر نمی‌دهند.

فیلمهای نشاسته، به هر شکل، خواص مکانیکی متوسطی دارند و بایستی به آنها مواد نرم‌کننده‌ای نظیر اوره، اتانول آمین، گلیسرول یا روغن کرچک افزود. اسیدها یا آنزیمهایی مانند دباستاز، نشاسته را به فرآورده‌ای با وزن مولکولی

پائین تر و سرانجام به گلوکز، هیدرولیز می‌کنند. امکان بروز پدیده هیدرولیز در اثر گذشت زمان نیز وجود دارد.

### دکسترین‌ها (93)

دکسترین‌ها فرآورده‌هایی هستند که از تجزیه نشاسته در حرارت بین ۱۸۰ تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد، غالباً در حضور کاتالیزورهای اسیدی یا قلیائی، به دست می‌آیند.

#### - ترکیب

حرارت، در نشاسته تغییرات ساختاری به وجود می‌آورد، پیوندهای ۱ و ۴ را می‌شکند و ساختاری با پیوندهای ۱ و ۶ شکل می‌دهد، در نتیجه در دکسترین زنجیرهای جانبی زیادی به وجود می‌آید.

#### - خواص

پاره‌ای از خواص نشاسته‌ای که دکسترین از آن مشتق می‌شود در محصول باقی می‌ماند. دکسترین‌ها معمولاً بیشتر از نشاسته اصلی در آب حل می‌شوند زیرا وزن مولکولی آنها پائینتر است و آرایش مولکولی آنها به گروه اتمهایی تمایل دارد که آنها را محلول‌تر می‌نماید. برخی از نشاسته‌ها راحت‌تر به دکسترین تبدیل می‌شوند، مثلاً نشاسته‌های سیب‌زمینی و مانیوک راحت‌تر از نشاسته گندم به دکسترین تبدیل می‌شوند.

فیلمهای تشکیل شده از دکسترین مانیوک شفاف و براق هستند در حالی که فیلمهای حاصل از دکسترین گندم (بی‌شک به دلیل قدری "حرکت قهقرایی") کدرتراند.

برای ایجاد مقاومت مکانیکی در فیلمهای دکسترین از عوامل مرطوب‌کننده استفاده می‌شود. این عوامل، رطوبت هوا را در خود نگه می‌دارند و از خشک شدن شدید فیلم جلوگیری می‌کنند. از بین این عوامل می‌توان به اوره، D-گلوکز،

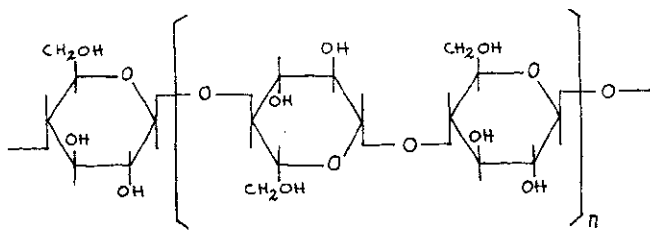


سوربیتول، گلیسرول و اتیلن گلیکول اشاره نمود. مصرف عمدهٔ دکسترین‌ها به صورت چسب کاغذ و مقوا و آهار منسوجات است.

### ج) مشتقات سلولز

ماده اصلی تشکیل دهنده یاخته‌های گیاهی، سلولز است. از نیمه دوم قرن نوزدهم به بعد از آن به عنوان ماده اصلی در ساخت بسیاری از مواد لایه‌ساز استفاده شده است. از دیدگاه تاریخی این مواد عبارتند از نیتراهای سلولز و استرها و اترهای سلولز.

سلولز از واحدهای انیدروگلوکز با پیوندهایی در وضعیت ۱ و ۴ طبق آرایش  $\beta$  تشکیل شده است (۱۴۳) (شکل ۳۴). هر واحد سلولز دارای سه گروه هیدروکسیل است که می‌توانند با گروههای نیترو یا استر جایجایی انجام دهند یا تشکیل ترکیبات اتر بدهند. این گروههای هیدروکسیل در فواصل کنار زنجیرهای سلولز پخش شده‌اند. بدین ترتیب بسته به طول زنجیر و ماهیت و تعداد گروههای جانشین، می‌توان مواد متفاوتی (به ویژه از نظر حلالیت) به دست آورد.



شکل (۳۴)

## نیترات سلولز

نیترات سلولزی که به عنوان ماده لایه‌ساز استفاده می‌شود دارای وزن مولکولی برابر ۵۰,۰۰۰ و درجه پلیمریزاسیون بین ۵۰ تا ۵۰۰ است. به ازای هر واحد انیدروگلوکز دو گروه نیترو وجود دارد. از نیترات سلولز خالص به ندرت در جلاها یا رنگهای نقاشی استفاده می‌شود. معمولاً از حل کردن نیترات سلولز در مخلوطی از الکلها (اتیل و بوتیل) و استرها (استات اتیل، استات بوتیل) محلولهایی به نام "کولودیون" به دست می‌آید. همچنین برای تهیه امولسیون این مواد به آنها مواد فعالی سطحی و نرم‌کننده می‌افزایند.

افزودنیهای مورد استفاده برای نیترات سلولز خیلی زیاد هستند (رزینهای اوره و ملامین فرمالدئید، فتالاتهای گلیسرین، ایزوسیاناتها، پلی استرها، پلی اورتانها، اپوکسی‌ها، استایرن، بوتادینها، اکریلیک‌ها، وینیل‌ها، سیلیکونها و...).

رزینهایی برپایه نیترات سلولز برای فلز، چوب، کاغذ و چرم کاربرد دارند. فیلم این رزینها در برابر نور فرابنفش حساس است، لذا برای کارهای مرمتی کمتر پیشنهاد می‌شود. یکی از نمونه‌های کاربرد آنها به عنوان روکش محافظ برای فلزات بوده است (144).

## استات سلولز

استات سلولز مورد استفاده در جلاها و رنگها دارای وزن مولکولی ۱۸۰۰۰ و درجه پلیمریزاسیون کمتر از ۲۰۰ است. گروههای استیل که به جای گروههای OH در مولکول سلولز جانشین می‌شوند، بزرگتراند و قطبیت کمتری دارند، به همین دلیل از جاذبه بین زنجیرهای سلولز می‌کاهند.

بایستی بین دی استاتها که بخشی از آنها استیله شده و تری استاتها که تمامی گروههای OH آنها تعویض شده تمایز قائل شد. دی استاتها در کتونها و استرها محلول‌اند اما تری استاتها در حلالهای کلردار حل می‌شوند. جلاهایی که برپایه استات سلولز ساخته می‌شوند در برابر گرما و نور پایداراند و برای شیشه، کاغذ و فلز کاربرد دارند.

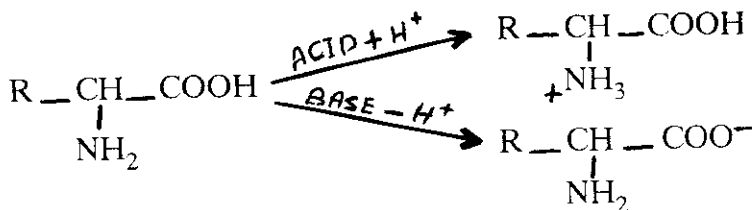
## اترهای سلولز

اترهای سلولز از جانشینی اتمهای هیدروژن گروههای هیدروکسیل، با رادیکالهای آلکیل، رادیکالهای هیدروکسی آلکیل و رادیکالهای کربوکسی آلکیل شکل می‌گیرند. سلولز جایگزین نشده علی‌رغم داشتن تعداد زیاد گروههای آبدوست OH، در آب حل نمی‌شود، زیرا پیوندهای هیدروژنی از پخش شدن زنجیرها جلوگیری می‌کنند. گروههای اتر کم و بیش آب گریز هستند، لذا می‌توان زینهایی با درجه انحلال متفاوت تولید نمود. گروههای متیل، موقعی که فقط دو گروه هیدروکسیل از سه گروه هیدروکسیل موجود جانشین شود، ماده‌ای تولید می‌کنند که کاملاً در آب محلول است. نمک سدیم کربوکسی متیل سلولز حتی با جانشینی خیلی کم نیز در آب محلول است.

اترهای سلولز کاربردهای زیادی دارند، از قبیل عامل غلیظ‌کننده، کلوئید محافظ، چسب و آهار کاغذ، جلایی که قابل ویر آمدن است، جلای چرم و کائوچو و غیره. در بسیاری از کارگاهها تمایل دارند که این ترکیبات را، به ویژه در مرمت کاغذ، جانشین نشاسته کنند. با این حال بایستی احتیاط کرد و نتیجه آزمایشهای پیری را، که هنوز هم کامل نشده‌اند، ملاحظه نمود. تنوع مواد موجود در بازار (در نتیجه امکانات جانشینی فراوان) این تحقیق را پیچیده می‌کند.

## ۳. پروتئین‌ها یا مواد آلبومینی

پروتئین‌ها از مهمترین ترکیبات یاخته‌های زنده هستند. وجود آنها برای زندگی ضروری است و در تمامی نسج حیوانی، غشای مخاطی، پوست، مو، ناخن و حتی هورمونها، آنزیمها، پادزهرها و غیره یافت می‌شوند. این مواد از زنجیرهای آمینواسید تشکیل می‌شوند و فرمول عمومی آنها چنین است:



این مواد دارای دو گروه عامل اسیدی COOH و قلیائی  $\text{NH}_2$  (آمین) هستند و به ترکیبات آمفوتری موسوم‌اند. چیزی که به نام نقطه PH ایزوالکتریک خوانده می‌شود، PH در نقطه‌ای است که تعداد گروههای دارای بار مثبت ( $\text{NH}_3^+$ ) و گروههای دارای بار منفی ( $\text{COO}^-$ ) برابر می‌شود، لذا، برآیند بارهای مولکول، صفر است.

۲۲ نوع آمینواسید طبیعی وجود دارد. تعداد آمینواسید موجود در مولکول پروتئین، و وضعیت آنها، به صورت ژنتیک تعیین شده و خواص پروتئینی تابع آن است (95).

گروه CO-NH به پیوند پپتید موسوم است. این گروه برخلاف پیوندهای C-NH و C-CO که قابلیت چرخش دارند پیوندی است محکم. به دلیل این چرخش مولکولهای پروتئین می‌توانند آرایشهای فضایی متفاوتی بگیرند ولی در طبیعت، هر پروتئین آرایش مولکولی خاص خودش را دارد: این حالت طبیعی است. این نوع آرایش به وسیله عوامل مختلفی مانند نور، گرما، جاذبه‌های سطحی، تأثیر اسیدهای قوی، قلیاها و نظیر آن به راحتی دستخوش تغییر می‌شود.

این تغییر ماهیت با کاهش حلالیت همراه است و در بسیاری از موارد موجب انعقاد پروتئین می‌شود. افت حلالیت در طول زمان، استحکام نقاشی دارای بست پروتئینی را تضمین می‌کند.

استحکام بخشی پروتئین‌ها موضوع مباحثی طولانی بوده است (145). نگارنده نشان می‌دهد که پروتئینهای حاوی سولفور (تخم مرغ، کازئین) زودتر تغییر ماهیت می‌دهند. سریشم حیوانی خیلی مقاوم است. نگارنده همچنین به امکان واکنش با مواد دیگری نظیر روغن‌ها، کربوهیدراتها و رزینهای طبیعی و مصنوعی اشاره می‌کند. بدون شک رطوبت یکی از مهمترین عواملی است که بر این تغییرات اثر می‌گذارد.

## ژلاتین و سریشم حیوانی

## - ترکیب

پروتئین شاخص موجود در پوست، استخوان و پی پستانداران، کولاژن است که اساس موادی به نام ژلاتین و سریشم را تشکیل می‌دهد. در روزگار گذشته سریشم حاصل از تکه‌های پارشمن خیلی کمیاب بود ولی این اواخر سریشم حاصل از پوست خرگوش کمیاب شده است.

بسته به روش انجام هیدرولیز، ژلاتین‌هایی با وزن مولکولی زیاد مانند ژلاتین عکاسی (۵۰,۰۰۰ تا ۱۵۰,۰۰۰) و ژلاتین خوراکی (۲۰,۰۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰) به دست می‌آید، همچنین فرآورده‌هایی که بیشتر تجزیه شده و ناخالص تراند، مانند سریشم حیوانی (۱۰,۰۰۰ تا ۴۰,۰۰۰).

بر این اساس می‌توان ژلاتین‌ها را با توجه به خلوص و تفاوت ابعاد مولکولهای آنها شناسایی نمود. البته وجود آمینواسیدهای مشابه در هر گروه از طریق تجزیه شیمیایی مشخص گردیده است.

نسبت بالای گلیسین، پرولین و هیدروکسی پرولین، ویژگی اصلی ساختمان مولکولی ژلاتین است.

## - خواص

مولکولهای ژلاتین طویل و انعطاف پذیراند و در محلول شکل مارپیچ دارند. بین آرایش مولکولی عامل یکی از جالبترین خواص ژلاتین است، یعنی توانایی آن به عبور آسان و برگشت پذیر از یک محلول غلیظ شل، به یک وضعیت پایدار ژل، صرفاً از طریق سرد کردن.

وضعیت ژل در اثر غلبه نیروی جاذبه تعداد محدودی از محلهای باز در مولکول به وجود می‌آید، این محلهای به زنجیرها امکان می‌دهد که به یکدیگر نزدیک شوند.

برای اطمینان از وجود تعداد کافی از محلهای مذکور، حداقل به وزن مولکولی

۲۰,۰۰۰ نیاز است.

ژلاتین در آب سرد متورم و در دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد به تدریج حل می‌شود. برای تهیه محلول، پیشنهاد می‌شود که ابتدا ژلاتین جامد در آب سرد متورم (۱۵ تا ۳۰ دقیقه برای پودر و ۲ ساعت برای پولک) و سپس ترجیحاً در یک ظرف دو جداره حرارت داده شود، بایستی مواظب بود که دما بیش از ۶۰ درجه سانتیگراد نشود. هر سطحی که آب آن را مرطوب کند به سریشم حیوانی می‌چسبد (96).

پس از اینکه سریشم گرم روی سطحی اضافه شد در حین سرد شدن ضمن گذر از یک مرحله چسبناک از حالت سُل به ژل تبدیل می‌شود. برای ایجاد یک فیلم پیوسته در صورت امکان باید دو سطح را قبل از چسبناک شدن سریشم به هم نزدیک نمود. محل درز به دلیل دو پدیده سریعاً سخت می‌شود: تشکیل ژل، و نفوذ آب در جسم. پس از تشکیل ژل باز هم خشک شدن ادامه پیدا می‌کند تا اینکه ژلاتین مجدداً به حالت خشک اولیه‌اش بازگردد.

بنابراین انقباض سریشم در حین خشک شدن به میزان آب مصرفی برای تهیه محلول بستگی دارد. مهار مکانیکی فقط تا حدودی بر کیفیت چسبندگی تأثیر می‌گذارد. واکنشهای ویژه فیزیکی - شیمیایی (ر.ک. ص ۴۲) حتی برای ماده متخلخلی مانند چوب، حائز اهمیت است. مشخص گردیده که در واقع سریشم حیوانی روی دیوارهٔ یاخته‌های چوب می‌لغزد و موقع خشک شدن تشکیل لوله‌های توخالی‌ای را می‌دهد که شکل داخلی منافذ را به خود گرفته‌اند.

می‌توان لایه‌هایی از سریشم حیوانی تهیه نمود که پس از مرطوب شدن مجدداً چسبناک شوند. در نوار چسبهای قهوه‌ای از یک چنین لایه‌های چسبی استفاده می‌شود. برای این منظور فقط کافی است که محلول را در حالی که گرم است خشک نماییم. دیده شده است که اگر سریشم در وضعیت سرد خشک شود از مرحله چسبناک می‌گذرد و مجدداً تشکیل ژل می‌دهد. پس از مرطوب کردن مجدد با آب سرد، ژل بدون گذر از فاز چسبناک، مجدداً شکل می‌گیرد، زیرا پیوندهای مورد نیاز برای ساختمان ژل، از پیش، در فیلم خشک موجود است.

از طرف دیگر، اگر محلول در حالت گرم خشک شود قبل از اینکه مولکولها به خود آرایش ژل بدهند یک فیلم براق به وجود می آید. با رطوبت دهی مجدد، ابتدا محلولی غلیظ و در پی آن ژل طبیعی تشکیل می شود، البته این بار پس از گذر از فاز چسبناک.

با یک غلظت فرضی، ویسکوزیته ژلاتین تابع PH است. این پدیده بی شک معلول دفع الکتریکی است که موجب پیچ خوردن یا باز شدن مولکولهای واقعی می شود. در واقع حداقل غلظت در نقطه "PH ایزوالکتریک" (5-4/5 PH) به دست می آید. برای تثبیت رنگهای پوسته شده از این خاصیت استفاده می شود، چسب را به آسانی در بین پوسته ها نفوذ می دهند و با اضافه کردن اسید استیک، PH را تنظیم می کنند.

در بعضی از موارد لازم است که به ژلاتین مواد افزودنی نظیر نرم کننده (گلیسرول، سوربیتول، عسل)، محافظ (اسید بوریک،  $\beta$  نفتول، سولفات روی) یا عوامل شیمیائی که حلالیت را کم می کنند (فرمالدئید، دی کرومات پتاسیم در معرض نور، ...) نیز اضافه شود.

#### سریشم ماهی (99)

سریشم ماهی با استفاده از آب اسید داغ از پوست و سایر قسمت های دور ریز ماهی، مانند استخوانها، استخراج می شود.

#### - ترکیب

ژلاتین ماهی با ژلاتین به دست آمده از پستانداران، قدری متفاوت است. تفاوت های ناچیزی در نسبت سرین<sup>۱</sup>، تریونین<sup>۲</sup>، متیونین<sup>۳</sup> و هیدروکسی پرولین<sup>۴</sup> موجود در آنها دیده می شود (100).

وزن مولکولی ژلاتین ماهی پائین است، لذا تشکیل ژل نمی دهد. فیلمهای حاصل از این سریشم نم گیر است و دوام زیادی ندارد.

1 - Serine

2 - Threonine

3 - Methionine

4 - Hydroxyproline

## کازئین (101)

کازئین را با افزودن یک اسید (اسید سولفوریک، کلریدریک یا لاکتیک) به شیر بی چربی رسوب می دهند. کازئین هایی که به روش تجاری تولید می شود اغلب حاوی ناخالصی هایی مانند گره (۱/۰ تا ۳/۰)، اسید (۰ تا ۳/۰) و لاکتوز (۰ تا ۴/۰) است. این ناخالصیها بر کیفیت چسب تأثیر زیانباری می گذارد.

## - ترکیب

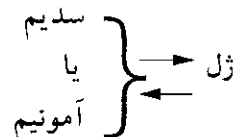
کازئین حاوی مخلوطی از پروتئینها (کازئینهای  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$ ) است که مشخصه آنها وجود فسفر (۸/۰) است. وزن مولکولی آن بین ۷۵,۰۰۰ تا ۳۷۵,۰۰۰ متغیر است.

## - خواص

کازئین در نقطه ایزوالکتریک خود (PH ۴/۶) تقریباً در آب نامحلول است، یعنی برای حل کردن آن باید با افزودن یک ماده قلیائی، PH را به ۹ تا ۱۳ رساند تا یک نمک کازئینات تولید شود.

اگر برای این منظور از آمونیاک یا هیدروکسید سدیم استفاده شود محلول ساعتها پایدار می ماند ولی فیلم خشک آن در برابر رطوبت حساس خواهد بود. اگر گل سفید به آن اضافه شود، مقاومت چسب در برابر آب زیاد می شود ولی بایستی آن را ظرف یک تا دو ساعت مصرف نمود. اضافه کردن فرمالدئید یا کلرور مس نیز باعث افزایش دوام فیلم چسبی در برابر رطوبت می شود. مراحل تشکیل فیلم را می توان مطابق ذیل نشان داد:

ژل  $\rightarrow$  کازئینات کلسیم  $\rightarrow$  کازئین متورم  $\rightarrow$  (۲۵۰٪) آب + کازئین جامد



وقتی که آب در اثر تبخیر و نفوذ به درون جسم تمام شد، ژل خشک می شود و



به صورت فیلم سخت و شکننده‌ای در می‌آید (102). برای افزایش انعطاف فیلم به آن گلیسرول، گلوکز، آگار آگار یا فتالات دی متیل گلیکول اضافه می‌کنند. مواد محافظ مورد استفاده برای کازئین معمولاً عبارتند از: فنیل فنات سدیم یا فنولهای کلردار. معمولاً از کازئین به عنوان کلئوئید محافظ (صفحه ۸) در امولسیونها استفاده می‌شود. فرمول رایج آن چنین است: مخلوطی از رزینات کلسیم + روغن خشکانه + کازئین حل شده در یک ماده قلیائی. یک چنین رنگهایی کدر و متخلخل اند و رطوبت به راحتی در آنها نفوذ می‌کند. علاوه بر اینها از کازئین به عنوان چسب موکت و برای تکمیل فرسکها (هنگامی که ملات برای کار معمولی خیلی خشک است) استفاده می‌شود.

### سفیده تخم مرغ

#### - ترکیب

سفیده تخم مرغ حاوی حدود ۸۷٪ آب، مقدار کمی پلی ساکارید (حدود ۲٪) و ۱۲٪ پروتئین است.

جزء پروتئینی آن مخلوطی است که ۶۵٪ آن را پروتئین اووالبومین<sup>۱</sup> با وزن مولکولی ۴۴,۰۰۰ و مولکولهای تقریباً کروی (به قطر ۲۲ آنگستروم) تشکیل می‌دهد. سایر پروتئینهای آن عبارتند از میوسین<sup>۲</sup> (۲٪) که آکنده از کربوهیدرات است، گلوبولین<sup>۳</sup> (۶٪)، لیزوزیم<sup>۴</sup> (۳٪)، کونالبوومین<sup>۵</sup> (۹-۱۷٪) و اوومیسوسوئید<sup>۶</sup> (۹-۱۴٪).

برای استخراج این پروتئینها ابتدا سفیده تخم مرغ را می‌زنند تا غشاهای آن گسیخته شود. مایع به دست آمده را پس از جداسازی بقایای جامد به عنوان ماده لایه ساز به کار می‌برند.

1 - Ovalbumin

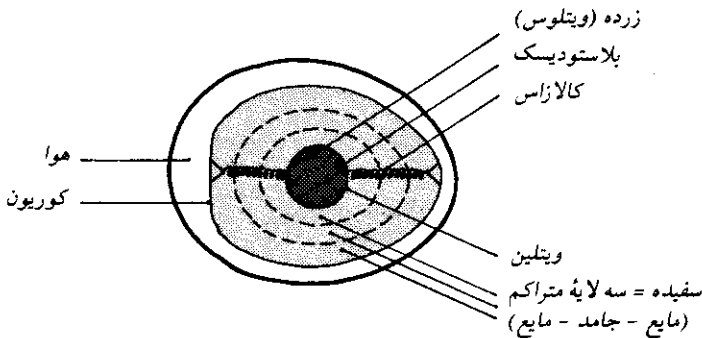
2 - Mucin

3 - Globulin

4 - Lysosyme

5 - Conalbumin

6 - Ovomuroid



شکل (۳۵)

## - خواص

فیلم حاصل از سفیده تخم مرغ خیلی شکننده است، به ناچار نرم کننده ای مانند گلیسرول به آن می افزایند. سفیده تخم مرغ دارای نسبتی از تمام آمینواسیدهای طبیعی است که ارزش غذایی آن را از کلیه پروتئین های غذایی بالاتر می برد. فقط لاکتالبومین<sup>۱</sup> شیر از این نظر با آن برابری می کند.

## زرده تخم مرغ

## - ترکیب

زرده تخم مرغ امولسیوننی است حاوی مواد ذیل: بیش از ۵۱٪ آب، ۳۸-۱۷٪ لیپید، ۱۵٪ پروتئین (لیوتین<sup>۲</sup> و فسویتین<sup>۳</sup>) و فسفولیپیدی موسوم به لسیتین (۲/۲٪ فسفر) که خواص فعال کننده سطحی قابل توجهی دارد. رنگ زرد آن نیز معلول وجود رنگدانه های کاروتن (لوتئین<sup>۴</sup> و زیگزانتین<sup>۵</sup>) است.

1 - Lactalbumin

2 - Livetine

3 - Phosvitine

4 - Lutein

5 - Zeaxanthin

آمینو اسید زرده شبیه آمینو اسید سفیده است لذا در تجزیه شیمیائی نمی توان به راحتی بین این دو تمایز قائل شد.

### - خواص

لپیدهای موجود در زرده خشکانه نیستند. بنابراین می توان از آنها به عنوان نرم کننده استفاده نمود، البته باید احتیاط لازم را رعایت نمود، زیرا می توانند بر انجماد روغنها تأثیر زیانباری بگذارند. وجود ماده فعال لسیتین در زرده تخم مرغ به آن این امکان را می دهد که امولسیونهای پایداری (مایونز) بوجود آورد.

### تمپرا (نقاشی لعابی)

عناوین تمپرا و دیستمپر (Tempera و Distemper) اغلب مترادف به کار برده می شود ولی هنوز درباره آنها سوء تعبیرهایی مشاهده می شود. ام. هاول<sup>۱</sup> (103) و دوئر<sup>۲</sup> (106) عنوان تمپرا را بر هر نوع امولسیون یا سوسپانسیونی از رنگدانه به کار می بردند، بدون اینکه به ترکیب امولسیون اهمیت بدهند: فاز برونی یا محیط انتشار (ر.ک. ص ۲) می تواند تخم مرغ، صمغ پلی ساکارید، ... باشد و فاز درونی یا فاز پاشیده می تواند روغن خشکانه، رزین، موم، ... باشد، و برعکس. بایستی خاطر نشان کرد که این فاز برونی یا محیط پراکندگی است که صفات اختصاصی اش را به امولسیون می دهد.

۱. پی لاووری<sup>۳</sup> تعاریف ذیل را ارائه می کند. "موقعی که درباره محیط تمپرا می نویسم منظورم محیطی است که در آن بست با آب مخلوط یا در آن حل شده است مانند چسب سریشم و سفیده و زرده تخم مرغ".

1 - M. Havel

2 - Doerner

3 - A. P. Laurie

د. و. تامپسون<sup>۱</sup> (105) "تمپرای" خود را با مخلوط کردن یک زرده تخم مرغ با یک یا دو قاشق غذاخوری آب تهیه می کند.

برخی از مردم واژه distemper (در زبان فرانسه detrempe) را برای نقاشیهای دارای بست پروتئینی (مانند سریشم حیوانی یا تخم مرغ) به کار می برند، ولی این قاعده مورد پذیرش عموم نیست.

بنابراین در کاربرد این واژه‌ها بایستی مراقبت زیادی نمود، زیرا نویسندگان مختلف از واژه‌های مذکور استنباطهای متفاوتی دارند (117).

آزمایشهای تجزیه‌ای متعددی در IRPA<sup>۲</sup> (110 و 109 و 108 و 107) و سایر مراکز انجام گرفته (... 89 و 79 و 115 و 114 و 113 و 91 و 112 و 111) و پس از سالها، اطلاعات جامعی دربارهٔ مواد مصرفی استادان قدیمی به دست آمده است.

دربارهٔ نحوه ساخت امولسیونها نسخه‌های متعددی وجود دارد (ر.ک. ص ۲) که بعضی از آنها را در جدول صفحهٔ بعد ملاحظه می فرمائید.

در بیشتر موارد شناخت فاز درونی و برونی از روی دستورها کار مشکلی است. یک آزمایش ساده آنست که هر یک از فازها را جداگانه به امولسیون اضافه نمائیم. می دانیم که افزایش فاز برونی، امولسیون را رقیق تر و افزایش فاز درونی آن را غلیظ تر می کند. چون خواص ویژهٔ امولسیون تابع فاز برونی است، روغنی یا آبی بودن فاز برونی، امولسیون را چرب یا رقیق خواهد نمود.

در طول زمان همواره امولسیونها مورد توجه و علاقهٔ هنرمندان بوده‌اند. در واقع تلاش برای ترکیب خواص دو نوع بست روغنی و آبی، کار وسوسه‌انگیزی است. بسیاری از مردم عقیده دارند که بست معروف به کار رفته در آثار استادان فلاندری چنین بوده است.

1 - D. V. Thompson

2 - IRPA (Institut Royal du Patrimoine Artistique)

## دستور ساخت امولسیون

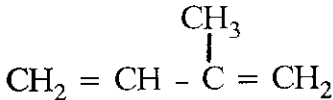
منبع	توضیح	فاز درونی یا برونی	ماده فعال در سطح، کلونید محافظ	فاز برونی یا درونی
(106)	اختیاری:	روغن		آب + سفیده تخم مرغ
(106)	۲/۵٪ زاج ماشینی	رزین دامار - ماستیک		۱ ۲۰۰g
(116)		روغن (۱/۳ فنجان)		آب + زرده تخم مرغ ۱/۳ فنجان ۱
(105)		روغن یا ماستیک جلا: ۱ حجم		آب + زرده تخم مرغ ۲ حجم + ۱ حجم
(117)	سرکه: برای برخی از رنگدانه‌ها مضر است	روغن بزرک ۱ حجم		سرکه + زرده تخم مرغ ۲ حجم + ۱ حجم
(105)	متوسط	ترباتین ونیزی		آب + زرده تخم مرغ ۲ حجم + ۱ حجم
(106)	اول روغن اضافه شود سپس آب	روغن (۱ حجم)		آب + تخم مرغ کامل ۲ حجم + ۱ حجم
(106)		روغن بزرک + دامار (۱/۳ و ۲/۳) یا (۱/۴ و ۳/۴)		
(117)		روغن بزرک یا خشخاش: ۱ حجم		سرکه + تخم مرغ ۲ حجم + ۱ حجم
(116)	+ مقدار کمی موم	جلای روغنی ۱/۴Lb		آب + تخم مرغ ۱/۴Lb + ۱/۳Lb
(116)		۳/۸ لیتر روغن + ۱/۸ لیتر روغن ترباتین	صابون سیاه ۱ فنجان + ۱/۳L آب ولرم	سرکه + تخم مرغ ۱/۳ لیتر + ۵۰
(117)	+ ۱۰ml سرکه، در آخر آب اضافه شود	روغن خشکانه (۱۰۰ml) + لاک الکل		آب + تخم مرغ ۲۵۰ml ۲۰۰ml

## دستور ساخت امولسیون

منبع	توضیح	فاز درونی یا برونی	ماده فعال در سطح، کلویید محافظ	فاز برونی یا درونی
(117)	قبل از مصرف آب اضافه شود	روغن بزرک : ۱ سهم کوپال یا ماستیک : ۱ سهم		آب + روغن ۲ سهم ۲ سهم
(118)		آب جوش (حاوی سرب) + روغن تربانتین		آب + سریشم حیوانی
(117)		روغن	زرده تخم مرغ	آب + سریشم حیوانی
(106)	زرد می شود	روغن، رزین، روغن بزرک غلیظ، روغن خشخاش موم، صابون، عطر سنبل (aspic)		آب + کازئین ۱/۴ ml ۲۵۰ + ۱۰g کربنات آمونیوم
(119)	کار با آن آسان است	جلای روغنی		آب + کازئین ۲۰g ۱۰۰g + ۱۰ml آمونیاک
(106)	ظاهری کدر دارد	روغن تا ۶ سهم		آب + صمغ عربی ۲ سهم ۱ سهم
(106)	ظاهری کدر دارد	روغن تا ۶ سهم		آب + صمغ کنیرا ۲ سهم ۱ سهم
(118)		جلای روغنی		آب + خمیر چاودار
(118)	براق ولی حساس در برابر رطوبت	روغنی که به مدت ۱ ساعت در دمای $24^{\circ}\text{C}$ جوشیده است + ۵٪ لیترژ (مقدار کمی روغن بزرک یا روغن گردو)		آب + صمغ درخت گیلاس یا صمغ عربی

## ۴. ترپنها یا مواد رزینی (120 و 121 و 122)

رزینهای ترپن گروه وسیعی از محصولات قلمرو گیاه را تشکیل می دهند. با اینکه ماده سازای مواد خیلی متنوعی مانند رزینها، بلسانها و اسانها هستند، همگی از واحدهای منفرد مشابهی به نام ایزوپرن<sup>۱</sup> تشکیل شده اند:



با توجه به تعداد واحدهای ایزوپرن موجود در مولکول، ترپنها را به صورت ذیل طبقه بندی می کنند:

(الف) مونوترپنها: ۲ واحد ایزوپرن (روغن تربانتین، عطر سنبل (Lavender)، اسانس گل سرخ، اسطوخودوس (aspic) و غیره).

(ب) سزکوئی ترپنها: ۳ واحد ایزوپرن (روغن تربانتین، عطر خس خس (Vetiver)، روغن ترنج، روغن نعناى هندی، روغن سنبل هندی، لاک شفاف و غیره).

(ج) دی ترپنها: ۴ واحد ایزوپرن (کلوفون، سندروس، کوپال و غیره).

(د) تری ترپنها: ۶ واحد ایزوپرن (ماستیک، دامار، صمغ لامی و غیره).

(ه) کائوچو: دارای n واحد ایزوپرن است.

به نظر می رسد که وظیفه رزینهای ترپن نیز مانند صمغهای پلی ساکارید (ر.ک. صفحه ۶۴) در اصل مسدود کردن جراحات در برخی از گیاهان است. مونو و سزکو ترپنها مایع اند و نقش حلال را برای دی و تری ترپنها، که به صورت ترشحات غلیظ شکافهای گیاه هستند، ایفا می کنند.

ترکیب مواد رزینی همیشه پیچیده است. ماهیت خاک و اقلیم حتی در نمونه های مشابه تفاوتی ایجاد می کند. گذشت زمان نیز تغییرات شدیدی به وجود می آورد. با این حال همان گونه که اخیراً میلز و وایت (123) گزارش نمودند، ترکیبات ثابتی وجود دارد که با توجه به آنها می توان برخی از رزینها را دسته بندی کرد.

تولیدکنندگان اصلی دی ترپنها، درختان کاج و خانواده بزرگی از گیاهان لگومینوس، موسوم به کازالپینیاسی<sup>۱</sup> هستند.

تری ترپنها را به طور عمده از نهاندانگان استخراج می کنند. جدول ذیل که ترکیب رزینها را نشان می دهد برگرفته از تحقیق میلز و وایت است.

ویژگیهای رزینها، پیرو تحقیق میلز و وایت (123)

رده / طبقه	خانواده	جنس / گونه	ترکیب
Coniferales	Pinaceae	<u>Pinus haploxyton</u> (pine)	abietadiene acids (abietic, dehydroabietic and 7-oxodehydroabietic acids)  pimaradiene acids (little)  thunbergene
		<u>Pinus diploxyton</u>	abietadiene and pimaradiene acids (less)
		<u>Picea abies</u> (spruce)	undoubtedly similar to pines
		<u>Abies</u> (fir)	abietadiene acids pimaradiene acids abienol: drier
		<u>Larix</u> (larch)	abietadiene acids, pimaradiene acids, manool, larixyl acetate 30% in Venice turpentine
		<u>Pseudotsuga</u> (Douglas)	abietadiene acids, pimaradiene acids, thunbergene, thunbergol (unstable)



رده / طبقه	خانواده	جنس / گونه	ترکیب
Coniferales (cont.)	Cupressaceae	(cyprees/ juniper)	1 no abietadiene acids pimaradiene acids (sandaracopimaric acid)  labdane: communica acid totarol-ferruginol= phenols
	Araucariaceae	<u>Agathis dammara</u> (Manila copal)	sandaracopimaric acid polymerized communica acid agathic acid
		<u>Agathis</u> (kauri copal)	sandaracopimaric acid polymerized communica acid co-polymerized communica acid + communol, abietic acid
		<u>Agathis australis</u>	sandaracopimaric acid polymerized communica acid agathic acid, abietic acid, neoabietic acid
	Araucaria	labdane	
Leguminosae (Angiosperms)	Cesalpiniaceae	<u>Copaifera</u> (copaibas)	labdanes neither abietane nor pimarane ozic acid
		<u>Bymenaea</u> (courbarils)	
Guttiferales (Angiosperms)	Dipterocarpaceae	<u>Dipterocarpus</u> (dammar)	dammarane (some times oleanane and ursane)
Terebinthales	Anacardiaceae	<u>Pistacia</u> <u>lentiscus</u> (mastic)	euphane oleanic acid
	Burseraceae	<u>Commiphora</u> (myrrh) <u>Boswellia</u> (oliban) <u>Canarium</u> <u>tuzonicum</u> (elemi)	$\alpha$ and $\beta$ amyryne and uphane

## مونو و سزکو ترپنها

## روغن تربانتین

این روغن از تقطیر ترشحات گیاهان گونه پینوس به دست می آید. وزن مخصوص آن بین ۰/۸۶۰ تا ۰/۸۷۵ و ضریب شکست نور آن بین ۱/۴۶۵ تا ۱/۴۸۳ نوسان دارد. دامنه نقطه جوش آن بین ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد است. این ماده به عنوان حلال برای رزینهای ترپن و حتی روغنهای پلیمریزه شده و نمکهای فلزی (مورد استفاده به عنوان خشک کننده) به کار برده می شود (124).

## روغن اسطوخودوس (125)

این ماده از گل‌های اسطوخودوس بزرگ (لاواندولا لاتیفولیا<sup>۱</sup> یا ال. اسپیکا<sup>۲</sup>) به دست می آید و مانند تربانتین به عنوان حلال رزینها و روغن‌ها به کار می رود.

## مونو، سزکو و دی ترپنها

## تربانتین ونیزی

محصولی است از کاج اروپایی (لاریکس دسیدوا<sup>۳</sup>) که در کوه‌های اروپای مرکزی می روید.

رزین در درون تنه درخت ظاهر می شود نه در برون آن. بنابراین برای استخراج آن بایستی سوراخی عمیق در تنه ایجاد کرد. سپس باید جلوی این سوراخ مسدود شود تا طی ماههای تابستان، بدون وجود هوا، رزین انباشته گردد. در قرن هیجدهم و نوزدهم به وفور از این رزین استفاده می شد.

## تربانتین استراسبورگی

از درخت صنوبر (آبیس اکسلزا<sup>۴</sup> یا آ. پکتیناتا<sup>۵</sup>) به دست می آید.

1 - *Lavandula Latifolia*2 - *L. Spica*3 - *Larix decidua*4 - *Abies excelsa*5 - *A. Pectinata*

مجاری رزین در سطح تنه قرار دارند، لذا می‌توان مستقیماً رزین را برداشت نمود.

از این گروه همچنین می‌توان اشاره نمود به، تربانتین بوردویی که از پینوس ماریتیم<sup>۱</sup> استخراج می‌شود و پس از پیرولیز زفت بورگوندی به صورت باقیمانده جامدی به دست می‌آید. همچنین، تربانتین ژورایی که از پیسا وولگاریس<sup>۲</sup> یا کاج قرمز به دست می‌آید و بوم کانادایی (بلسان کانادایی) که از صنوبر کانادایی آبیسی بالساما به دست می‌آید. پوست تنه درخت پوشیده از تکه‌های حاوی رزین است.

### - خواص

همه این روغن‌ها و الئورزینهای اصلی علاوه بر مواد فراری که ضمن تشکیل فیلم پراکنده می‌شوند حاوی برخی از مواد کم و بیش غلیظ‌اند که با واکنشهای اکسیداسیون و پلیمریزاسیون سخت می‌شوند، درست شبیه خشک شدن روغن (ر.ک. ص ۲۱). این واکنشها به کندی صورت می‌گیرد، لذا فیلم مدتی طولانی چسبناک باقی می‌ماند. واکنش اکسیداسیون همچنین موجب تولید محصولات رنگین می‌شود. به همین دلیل به مرور زمان تیرگی آشکاری در فیلم ظاهر می‌گردد.

### دی‌ترینها

#### کلوفون (روزین)

کلوفون معمولاً از ترشحات درخت کاج به دست می‌آید، گرچه گونه‌های دیگری، مانند صنوبر و کاج اروپائی (صنوبر اصیل) یا به عبارتی همه گونه‌های پیناسیا<sup>۳</sup> (ر.ک. جدول. ص ۸۷) آن را تولید می‌کنند. برحسب نحوه عصاره‌گیری سه نوع کلوفون به دست می‌آید. کلوفون ژم، کلوفون چوب و کلوفون روغن تغال چوب.

1 - *Pinus maritima*

2 - *Picea vulgaris*

3 - *Pinaceae*

## کلوفون ژم

درختان کاج برای التیام جراحات پوست خود کلوفون ژم ترشح می‌کنند. این مواد ضمن اینکه الیاف چوب را به هم می‌چسبانند دارای خواص میکروب‌کشی نیز هستند (فروژینول<sup>۱</sup>، اسید پودوکاریپیک<sup>۲</sup>، ...) (126).

ژم ترکیبی است از کلوفون (۶۸ تا ۷۲٪)، تربانتین (۲۲ تا ۲۴٪) و آب (۵ تا ۱۲٪). پس از رسوب‌دهی و جداسازی پی در پی برای جدا کردن ناخالصیهای معدنی و گیاهی، تربانتین را به روش تقطیر بخار یا تقطیر در خلاء، در ظروف فولادی زنگ‌زن، از کلوفون جدا می‌کنند. از بالا بردن بیش از حد حرارت بایستی خودداری نمود زیرا این مواد به سرعت اکسیده و پلیمریزه می‌شوند و رزینهایی با رنگ خیلی تیره تولید می‌کنند.

## کلوفون چوب

پیشرفت فن‌آوری تولید کلوفون چوب به طور اخص از آمریکا شروع شد. در آنجا برای عصاره‌گیری، گنده‌های کاج را در حلال آروماتیک قرار می‌دهند. چون این عملیات در ابعادی وسیع انجام می‌شود، قیمت کلوفون به دست آمده از کلوفون ژم خیلی ارزاتر است.

## کلوفون روغن تفاله چوب

روغن تفاله چوب یک فرآورده جنبی است که طی عملیات تولید سلولز از چوب کاج به دست می‌آید. این ماده حاوی ۵۴ درصد اسیدهای رزینی است، به علاوه مقداری اسیدهای چرب غیر اشباع (۵۰ درصد) دارد که بایستی از آن جدا شود.

## - ترکیب

جهت کسب اطلاعات بیشتر بایستی به جدول صفحه ۸۷ رجوع شود، در

این صفحه فقط توضیحات مختصری ارائه می‌شود. کلوفون تازه حاوی حدود ۹۵ درصد اسیدهای رزینی است که بسته به سهولت اکسیداسیون، آنها را به سه گروه تقسیم می‌کنند:

(الف) اسیدهایی که پیوندهای دوگانه مزدوج دارند و خیلی مستعد اکسایش هستند، شامل اسیدهای آبی‌تادینیک<sup>۱</sup> (اسید آبتیک، اسید نئوآبتیک، اسید لئوپیماریک و اسید پالستریک)، ۶۰ درصد.

(ب) اسیدهایی که دارای پیوندهای دوگانه غیر مزدوج هستند و تمایل کمتری به اکسایش دارند، شامل اسیدهای پیماردینیک<sup>۲</sup> (اسیدهای دکستروپیماریک و ایزودکستروپیماریک)، ۲۰ تا ۲۵ درصد.

(ج) این اسیدها تمایل خیلی کمی به اکسایش دارند و موسوم‌اند به اسیدهای دهیدروآبتیک (اسیدهای دی‌هیدروآبتیک و تتراهیدروآبتیک) ۵ تا ۱۰ درصد.

محل پیوندهای مزدوج دوگانه قابل تغییر نیست. تحت تأثیر گرما، ترکیبی شکل می‌گیرد که بیشترش شامل اسید ابیتیک پایدار است و تقریباً اسید لئوپیماریک در آن وجود ندارد.

با گذشت زمان در اثر واکنشهای هیدروژنش که در حین اکسایش رخ می‌دهد اسید دی‌هیدروآبتیک زیاده‌تر می‌شود. این اسید در جای خود اکسیده می‌شود و تشکیل اسید ۷-اگزودهیدروآبتیک<sup>۳</sup> می‌دهد. بنابراین قسمت اعظم مواد موجود در رزینهای قدیمی شامل همین دو ترکیب است.

### - خواص

کلوفون نقایصی دارد که کاربردش را منحصر می‌کند به تولید جلاهای موقت ارزان قیمت.

نقطه ذوب آن پائین است، لذا در معرض نور خورشید به راحتی چسبناک

1 - Abietadienic

2 - Pimardienic

3 - "7-Oxodehydroabietic Acid"

می شود. آمادگی زیاد این ماده برای اکسایش موجب تیره شدن و سفیدک زدنش می شود.

به دلیل بالا بودن اسیدیته تماسش با رنگدانه های آلی و الیاف سلولز مضر است. خاصیت جذب شدید حلال در کلو فون موجب می شود که فیلم آن به کندی سفت شود و مدت ها چسبناک باقی بماند.

به نظر می رسد که از این رزین با وجود خواص مضرش، در گذشته فقط در غرب اروپا استفاده زیادی می شده است. در واقع بارها وجود آن را در جلاها و رزینهای قدیمی ثابت کرده اند (147). وایت (148) نیز در جلای چندین ساز ایتالیائی، مربوط به قرن هیجدهم، نوعی رزین پینوس را شناسائی کرده است.

#### سندروس

سندروس از درختان کاج خانواده کویپرساسیا<sup>۱</sup> (ر.ک. جدول. صفحه ۸۷) بومی شمال آفریقا (تتراکلینیز آرتیکولاتا<sup>۲</sup>)، کرانه های مدیترانه (ژونیبروس کومیونیس<sup>۳</sup>، ژ.فونیس<sup>۴</sup>، ژ.تریفرا<sup>۵</sup>)، استرالیا (کالیتریس کوادریوالویس<sup>۶</sup>، سی - کالوملاریس<sup>۷</sup>) و درختان سرو و سرو کوهی به دست می آید.

رزین به صورت قطره های کوچک و شفافی از تنه درخت ترشح می شود. با ایجاد شکافهایی در تنه درخت جریان رزین بیشتر می شود. ماده ای که با این روش به دست می آید به صورت قطره ای کشیده، براق و زرد کم رنگ است. از تکه های رزین حاصل از قطره های چکیده در پای درخت، سندروس نامرغوب به دست می آید. این سندروس ناخالص و رنگ آن تیره تر است.

1 - Cupressaceae

2 - Tetractinis Articulate

3 - Juniperus communis

4 - J. Phoenicea

5 - J. Thurifera

6 - Callitris Quadrivalvis

7 - C. Columellaris

## - ترکیب

جدول را ببینید، فقدان اسیدهای آبتیادینیک را بایستی مدنظر داشت. از میان اسیدهای پیمارادین، پس از گذشت سالیان اسید سندروکوپیماریک<sup>۱</sup> بیش از بقیه برجای می ماند.

## - خواص

این رزین هم عیوب کلو فون را دارد ولی تمایلش به تیره شدن کمتر است. معمولاً برای جلوگیری از سفیدک زدن آن را با تربانتین ونیزی ترکیب می کنند. فیلمهای حاصل از سندروس، سخت و براق اند. در گذشته از این ماده به عنوان روکش محافظ برای فلزات استفاده می شد.

## کوپال (سندروس بلوری)

این عنوان شامل یک سری از رزینها با منشاء متفاوت است. سخت ترین آنها رزینهای سنگواره ای اند که گاهی منشاء آنها گونه های گیاهی منقرض شده است. منشاء اصلی این رزینها، گونه های *آروکاریا سیا*<sup>۲</sup> (کاجها) و *سیزالپیناسیا*<sup>۳</sup> (لگومینوس) است.

ظاهراً واژه کوپال در اصل، مکزیکی است ولی این ماده را می توان در مناطق مختلف جهان جمع آوری نمود: در آمریکای جنوبی (کوپالهای دیمرا<sup>۴</sup> و پارا، صمغ اقاکیا و سندروس برزیلی)، در شرق آفریقا (کوپال زنگبار، لیندی<sup>۵</sup>، تانگانیکا<sup>۶</sup>، ماداگاسکار و اینامبان<sup>۷</sup>، در غرب آفریقا (کوپال کنگو، سیرالئون، بنین، اسرا<sup>۸</sup>،

1 - *Sandarocopimarie*2 - *Araucariaceae*3 - *Caesalpinaceae*4 - *Demerara & Para Copals*5 - *Lindi*6 - *Tanganyika*7 - *Inhambane*8 - *Accra*

آنگولا، لوانگو، بنگال، گابون و کامرون) در نیوزیلند (کوپال فُسیلی کاج) در هند شرقی (کوپال مالایا، پونتیاناک، فیلیپینی، سوماترا و برئو) و در مانیل (کوپال مانیلایی).

### - ترکیب

به جدول رجوع نمائید.

### - خواص

اغلب کوپالها نقطه ذوب بالایی دارند و در بیشتر حلالها و روغنها نامحلول اند. برای اینکه محلول شوند باید آنها را پیرولیز (ذوب در حرارت حدود  $320^{\circ}\text{C}$ ) نمود. در این دما، رزین کربوکسیل زدایی می شود و حدود ۲۰٪ از وزنش را از دست می دهد. این عمل اسیدیته را کاهش می دهد ولی آنها را به شدت رنگی می کند. در این مرحله رزینها در روغن و تریاتین محلول اند.

فرمول بندی برخی از روغنها و جلاهای مورد استفاده در گذشته چنین بوده است (127):

الف) ورنی آبی، (رزین / روغن به نسبت ۱ به ۲-۰/۷۵)

کوپال کنگو	۳۳/۰۰
روغن بزرک غلیظ	۲۴/۰۰
رزینات سرب	۰/۷۵
رزینات کبالت	۰/۲۵
روغن تریاتین	۴۲/۰۰

مواد فوق را به عنوان جلای درزگیر<sup>۱</sup> به کار می بردند، طی ۳ ساعت خشک و طی ۵ ساعت سخت می شد.



(ب) ورنی روغنی (رزین / روغن به نسبت ۱ به ۳-۵/۱)	
کوپال ماداگاسکار	۲۵/۰
روغن بزرک	۲۷/۰
لینولئات سرب	۰/۵
لینولئات کبالت	۰/۲
روغن تربانتین	۳۹/۵

اینها را به عنوان جلای نهایی به کار می‌بردند، طی ۴ ساعت خشک و طی ۸ ساعت سخت می‌شد. فیلم حاصل از کوپالهای زنگبار و ماداگاسکار خیلی سخت، براق و مقاوم است و می‌توان آنها را با مقدار زیادی روغن درهم آمیخت. این رزینها به عنوان جلای خارجی و جلای قایق مصرف عمده‌ای دارند.

نوع خیلی سخت کوپال کنگویی به دلیل ارزانی و کیفیت بسیار خوب و تضمین شده به طور عمده جایگزین جلاهای فوق‌الذکر شده است، البته اسیدیتته بالای آن موجب می‌شود که هنگام ترکیب شدن با رنگدانه‌های آلی، غلظت به طور نامطلوبی افزایش یابد.

کوپال کنگویی نیمه سخت به عنوان جلای داخلی برای کف اتاقها، لوازم خانگی، اسباب بازیها و غیره مصرف داشته است.

صمغ مانیلایی برخلاف جلاهای فوق، پس از پیرولیز در الکل حل می‌شود. با این حال می‌توان مقدار کمی روغن به آن اضافه نمود هر چند که این امر کاربردش را در تولید لاک - الکل محدود می‌کند.

کوپالهای مانیلا و پونتیاناک جزو فرآورده‌هایی هستند که به میزان زیادی در الکل حل می‌شوند. مواد مذکور به ویژه به دلیل انعطاف لایه‌ای که می‌سازند حائز اهمیت بسیار هستند.

## تری تریپنها

دامار

این رزینها محصول درختان خانواده *دیپتروکارپاسیا*<sup>۱</sup> (نهاندانگان) (ر.ک. جدول. ص ۸۷) هستند که از نیوزیلند تا فیلیپین و به ویژه در جزایر اندونزی یافت می‌شوند.

بعضی از این رزینها منشاء سنگواره‌ای دارند و خیلی سخت هستند، گونه‌های پرمصرف را با ایجاد شکاف در تنه درختان به دست می‌آورند، ولی جمع‌آوری رزین اغلب خیلی مشکل است. در واقع بایستی ۵۰ سال صبر کرد تا در نهایت درخت به خوبی رزین تولید کند. با کهنسال شدن درخت، رزین بیشتر و بیشتر خارج می‌شود و مورد حمله حشرات قرار می‌گیرد، به علاوه درختان اصلی را باید در میان سایر درختان، در جنگل بکر، جستجو نمود.

رزین به صورت دانه‌های گرد و به رنگ زرد روشن یافت می‌شود. تکه‌ها را بر اساس ابعادشان در دسته‌بندی‌های کیفی A، B، C، D، E و F قرار می‌دهد. درجه "A" برای تکه‌هایی به بزرگی تخم کبوتر به کار می‌رود، "E" برای تکه‌هایی به اندازه بذرها ریز و "F" برای پودر آنها.

- ترکیب

(ر.ک. جدول. ص ۸۷)

- خواص

همانند اغلب رزینهای تری تریپن، دامارها جلاهای خوبی می‌سازند. این رزینها به خوبی در حلالهای آلی حل می‌شوند و در مقایسه با جلاهای دی تریپنی کمتر زرد می‌شوند، لذا از آنها به عنوان جلای نقاشی استفاده می‌شود. رزینهای دامار در وایت اسپیریت، حلالهای آروماتیک و تریباتین محلول‌اند.

توصیه شده است دامار در حلالهای ولرم حل شود زیرا جلای حاصل از آن در مقایسه با داماری که در حلال سرد حل شده شفاف تر است. اینها همان ورنیهای بلوری (Crystal Varnishes) معروف هستند.

افزایش الکل به محلول دامار موجب ته نشین شدن بقایای مومی (۲۰-۱۵ درصد) می شود. دامار به دلیل داشتن خواص چسبندگی مناسب محبوبیت خاصی دارد، به همین دلیل اغلب آن را به موم اضافه می کنند تا چسبندگی آن افزایش یابد.

در مقام مقایسه با سایر رزینهای طبیعی، دامار این مزیت را دارد که فقط کمی اسیدی می شود. لذا برای رنگدانه های آلی یا بافته های کتانی ضرری ندارد. این عامل دلیل دیگری است برای ارجحیت آن در ساخت ترکیبات "موم و رزین" مصرفی برای آسترگیری.

متأسفانه فیلمهای حاصل از دامار نرم و کم دوام اند، اندکی چسبناک می شوند و با گذشت زمان زرد و کمی نامحلول می شوند.

برای رفع این نقایص لاقونتین (150 و 149) پیشنهاد نموده که به میزان ۱ درصد وزنی، ماده ضد اکسنده (سیبا ارگانوکس ۵۶۵)<sup>۱</sup> به محلول دامار اضافه شود.

#### ماستیک

رزین ماستیک از خانواده دیگری از نهاندانگان است به نام *آناکاردیاسیا*<sup>۲</sup>، به ویژه درخت پسته، *پیستاسیا لنتیسوس*<sup>۳</sup>، که به طور گسترده در کرانه های مدیترانه می روید. ماستیک به خصوص در جزیره چیوز<sup>۴</sup>، جایی که از دوران باستان کاربرد داشته، جمع آوری می شود.

#### - ترکیب

هنوز کاملاً شناخته نشده است (ر.ک. جدول. ص ۸۷).

1 - Ciba Irganox 565

2 - Anacardiaceae

3 - Pistacia Lentiscus

4 - Chios Island

## - خواص

ماستیک در هیدروکربنهای آروماتیک خیلی محلول است. همانند دامار، افزودن الکل به محلول این رزین موجب رسوب ۲۰-۱۵ درصد موم می شود. فیلمهای ماستیک براق و انعطاف پذیر ولی بی دوام اند.

صمغ لامی<sup>۱</sup>

سومین خانواده نهانانگان موسوم به *Bursera*<sup>۲</sup> انواعی از بلسانها و رزینهای نرم و خوشبو تولید می کند، از جمله "لامی" که از گونه های مختلف *Canarium*<sup>۳</sup>، *Commersonia*<sup>۴</sup>، *Luzoniacum*<sup>۵</sup> به دست می آید. این گونه ها به طور گسترده در بسیاری از نواحی آفریقا، مکزیک، برزیل، مانیلا و غیره می رویند.

## - ترکیب

صمغ لامی علاوه بر مشتقات تری ترپنها (ر.ک. جدول. ص ۸۷) حاوی مشتقات فرار دیگری است که عامل بوی آن هستند، از جمله سسکو ترپنهایی نظیر المول<sup>۶</sup> و المسین<sup>۷</sup>.

## - خواص

صمغ لامی در هیدروکربنهای آروماتیک و الکل حل می شود. به عنوان نرم کننده کاربرد دارد و موجب چسبندگی خوب و براقیت می شود.

1 - Gum Elemi

2 - Burseraceae

3 - Canarium

4 - Commune

5 - Luzonicum

6 - Elemol

7 - Elemecin

### ۵. مواد رزینی (تا حدودی) فاقد ترین

در این گروه تعدادی از رزینهای نرم و سخت جای می‌گیرند که همیشه حاوی ترپنها نیستند.

#### بنزوئین

عصاره بلسان استیراکس بنزوین<sup>۱</sup> یا اس. تونکینز<sup>۲</sup> (خانواده: استیراسیا<sup>۳</sup>، طبقه: ابنالز<sup>۴</sup>، فرعی: نهاندانگان) است. این گونه‌ها در جزایر اندونزی، کامبوج و تایلند یافت می‌شود.

#### - ترکیب

این بلسان حاوی مشتقات اسیدهای بنزوئیک و سینامیک، حدود ۳۹ درصد وانیلین (که موجب بوی خاص بلسان است)، مواد رزینی و غیره است.

#### - خواص

بنزوئین مرغوب در الکل محلول است. از این مواد به عنوان نرم‌کننده در لاک الکلیها و به عنوان مرهم در صنایع دارویی استفاده می‌شود.

#### بلسان پرو

این بلسان از تولیفرآ پریرا<sup>۵</sup>، گیاهی از خانواده پروانه آسیان، بومی کرانه‌های دریای آرام در آمریکای مرکزی استخراج می‌شود.

#### - ترکیب

این بلسان حاوی اسیدهای بنزوئیک و سینامیک، وانیلین، و برخی از رزینهای ناشناخته است.

1 - *Styrax Benzoin*

2 - *S. Tonkinense*

3 - *Styraceae*

4 - *Ebenales*

5 - *Toluiфера Pereirae*

## - خواص

این مایع غلیظ در آب نامحلول است ولی در الکل، حلالهای کلردار و اسید استیک حل می‌شود. به عنوان نرم‌کننده در لاک‌الکها، و در صنایع دارویی و عطرسازی به کار می‌رود. ظاهراً اینکاها از این بلسان نیز مانند بلسان تولو برای مومیایی کردن استفاده می‌کرده‌اند.

## بلسان تولو

این ماده از *تولیفرا بالساموم*<sup>۱</sup>، گیاه پروانه‌آسای بومی آمریکای جنوبی، که عمدتاً در کوهستانها می‌روید، به دست می‌آید. ترکیب و خواص آن مشابه بلسان پرویی است.

## بلسان سنا

این ماده از گیاه پروانه‌آسای *کوپایفرا لندزدورفی*<sup>۲</sup>، بومی آمریکای جنوبی به دست می‌آید.

## - ترکیب

بلسان سنا آمیزه‌ای است از رزینها و روغنهای کم و بیش فرار.

## - خواص

در آب نامحلول است ولی در حلالهای کلردار، آروماتیک و سیر شده، و به ویژه در الکل ۹۵ درصد، حل می‌شود. *ون پتنهوفر*<sup>۳</sup> (128) در آلمان از این ماده برای نرم کردن جلای نقاشیهای قدیمی و حتی برای تزریق در لایه‌های رنگ (برای تثبیت کردن آنها) استفاده نمود. البته عمل مذکور به دلیل تأثیر نرم‌کنندگی طولانی این بلسان، یک ریسک به نظر می‌رسد.

1 - *Toluifera balsamum*2 - *Copaiifera Landsdorffii*3 - *Von Pettenhofer*

## خون سیاوشان

نوعی "عصاره رزینی" است که از میوه گونه‌های مختلف *دیمنوروپز*<sup>۱</sup> یا از نخلهای بومی هندوستان و جزایر اندونزی استخراج می‌شود. همچنین از *دراسینا*<sup>۲</sup> که نوعی *یاس*<sup>۳</sup> است و اغلب ارتفاعی معادل چندین متر دارد و در جزایر قناری و غرب آسیا، به ویژه در جزیره سوکوترا<sup>۴</sup>، می‌روید. گاهی آن را با صمغ کینو<sup>۵</sup>، رزین قرمز رنگی که از *پتروکارپوس اریناسوس*<sup>۶</sup> گرفته می‌شود اشتباه می‌گیرند. گیاه پروانه آسای مذکور در غرب آفریقا، هندوستان، گینه فرانسه و استرالیا می‌روید.

## - ترکیب

تراوشات، حاوی ۵۵٪ رزین قرمز است که به میزان ۱۵٪ نوعی ترکیب زرد کدر، موسوم به دراکورزن<sup>۷</sup>، و ۸٪ ترکیب سفید رنگ، موسوم به دراکوالبان<sup>۸</sup> از آن جدا شده است. ماهیت این مواد هنوز به درستی شناخته نشده است.

## - خواص

این رزین در الکل محلول است. برای رنگ کردن جلاي آلات موسیقی، همچنین به عنوان جلاي محافظ فلز روی، و برای ساخت تیزاب (اسید نیتریک)، کاربرد داشته است.

## عنبر (کهربا)

عنبر یک رزین سنگواره‌ای است که در معادن دوران کرتاسه تا پلیستوسن (۶۰-۷۰ میلیون سال پیش) یافت می‌شود. یک منشأ احتمالی آن می‌تواند کاج

1 - *Daemnorops*2 - *Dracaena Draco*3 - *Liliacean*4 - *Socotra*5 - *Gum Kino*6 - *Pterocarpus erinaceus*7 - *Dracoresene*8 - *Dracoalban*

منقرض شده پینوس سوسینیفراگوپ<sup>۱</sup> باشد که زمانی در کنار دریای بالتیک در برمه می روئید (129).

### - ترکیب

میلز و وایت (89) بر اساس جدیدترین دستاوردهای علمی، ترکیب کهربا را تشریح کرده‌اند. ظاهراً بسته به منشأ اصلی، در کهربا دو نوع ماده اصلی وجود دارد: یکی از آنها شامل مشتقات یک دیمر اسید آبتیک است و دیگری کوپلیمری از اسیدهای کامیونول<sup>۲</sup> و کامیونیک<sup>۳</sup> که تا حدودی شبیه مواد موجود در کوپال فسیلی کاج است.

### - خواص

د. میرن<sup>۴</sup> معتقد است که از این رزین بارها برای ساختن جلا استفاده شده است. البته امکان بروز یک اشتباه خاص را درباره معنای صحیح عناوین آمبرساکنیوم<sup>۵</sup>، کارابا<sup>۶</sup> و گلوسا<sup>۷</sup> (که در گذشته برای توصیف این رزین به کار می رفتند) بایستی مدنظر داشت. در واقع امکان زیادی وجود دارد که این عناوین را برای توصیف رزین سخت دیگری، مثلاً برای کوپال به کار برده باشند.

مانند رزینهای دیگری که قبلاً به آنها اشاره شد عنبر نیز برای اینکه بتواند با روغن ترکیب شود بایستی ابتدا پیرولیز گردد. د. میرن روش جالبی را معرفی می کند که در آن با افزودن روغن کهربا (یعنی فرآورده ترپنی که با تقطیر تخریبی به دست می آید)، محلول کهربا تهیه می شود. محلولی که به این روش به دست می آید به تیرگی محلول حاصل از روش پیرولیز نیست.

1 - *Pinus Succinifera* Goepf

2 - *Communol Acid*

3 - *Communic Acid*

4 - *De Mayerne*

5 - *Ambre Succinum*

6 - *Carabe*

7 - *Glossa*



## لاک خاور دور یا لاک واقعی

لاک واقعی نوعی شیرابه صمغی رزینی است که با ایجاد شکافهایی در درخت لاک (معروفترین گونه آن درخت لاک ژاپنی رس ورنیسيفرا<sup>۱</sup>) به دست می آید. همچنین لاک را می توان از سایر گونه های این گیاه در چین، اندونزی، کامبوج و غیره به دست آورد (130).

لاک تازه را صاف می کنند و در ظروف غیر فلزی پوشیده با کاغذ سیاه عایق جمع آوری می کنند. در صورت دوری از رطوبت، لاک را می توان مدت ها نگهداری نمود. معمولاً آن را سه تا چهار سال بدون جابه جایی در تاریکی قرار می دهند، پس از ته نشین شدن، مرغوبترین بخشهای آن در رو قرار دارد. برای پلیمریزه شدن لاک دو عامل لازم است: یک آنزیم و یک محیط مرطوب (ر.ک. صفحه ۲۴)؛ سپس طی ۵ تا ۸ ساعت در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  -  $15^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۹۰-۷۵٪ سخت می شود.

استفاده از لاک مشکل است، زیرا هر شیء احتیاج به چندین لایه پوشش (تا ۶۰ لایه) دارد. لاک را در چین از دوران سلسله چو (۱۰۰۰ ق.م.) می شناختند، حدود قرن ششم در ژاپن کاربرد داشت و سپس در سایر کشورهای خاور دور مورد استفاده قرار گرفت.

در سال ۱۷۶۰ پدر د. اینکارویل<sup>۲</sup> راز تولید آن را برای اروپائیان فاش نمود. لاک کروماندل<sup>۳</sup> طی قرن هیجدهم در جامعه پیشرفته اروپا خیلی رایج بود. نام کروماندل برگرفته از نامی است که کشتیهای باربری کمپانی هند شرقی مکرراً برای ساحل شرقی هند به کار می بردند. این اشیای لاکمی معمولاً لوحه های بزرگی بود که به صورت ۱۲ لته ای، به علامت ماههای سال، ساخته می شد.

در قرن هیجدهم برادران مارتین، نوعی جلا ابداع کردند و برای ساخت لوازم خانگی از آن استفاده کردند. این جلا بدل لاک چینی بود. ظاهراً دستور ساخت

1 - *Rhus Vernicifera*2 - *Father D. Incarville*3 - *Coromandel Laquer*

جلای ابداعی ایشان مطابق ذیل است (132):

”روی آتش باز، ۳ کیلوگرم کوپال سخت همگن مرغوب را ذوب نمائید. ضمن اینکه آن را خوب هم می‌زنید تا از مخلوط شدن آن مطمئن شوید، ۱/۵ کیلوگرم روغن بزرک داغ را داخل توده مذاب بریزید. سپس با افزودن ۴/۵ کیلوگرم روغن ترباتین، آن را رقیق کنید.“

- ترکیب

ماده متشکله اصلی لاک، نوعی اسید فنولیک به نام اوروشیول<sup>۱</sup> است (131):  
 $(2,3 \text{ (OH)}_2 \text{ C}_6\text{H}_3 - \text{C}_{15}\text{H}_{31})$

- خواص

لاک چینی به محض پلیمریزه شدن کاملاً نامحلول می‌شود و در برابر عوامل شیمیایی مانند اسیدها، قلیاها، اوزون و غیره خیلی مقاوم می‌گردد.

لاک شفاف (شلاک)

لاک شفاف مانند عصاره کوچین<sup>۲</sup> به وسیله یک حشره تولید می‌شود. منشأ آن گونه‌های لاکسیفر لاک<sup>۳</sup>، کوکوس لاک<sup>۴</sup> یا تاکاردیا لاک<sup>۵</sup>، از خانواده کوکیدا<sup>۶</sup>، است. این حشره نیز، مانند سوسک کوچین، نوعی رنگینه قرمز تولید می‌کند که از قرن دهم در اروپا شناخته شده بود (133).

این حشره عمدتاً بر روی درخت هندی بوته فروندوسا<sup>۷</sup> زندگی می‌کند. بیشترین مقدار رزین را حشره ماده (هر حشره ۱۵۰ میلی‌گرم) در دوره حاملگی تولید می‌کند. با اینکه دوره زندگی حشره فقط ۶ ماه طول می‌کشد، لاک را فقط سالی یک بار

1 - Urushiol

2 - Cochineal

3 - Laccifer Lacca

4 - Coccus Lacca

5 - Tacchardia Lacca

6 - Coccidae

7 - Butea Frondosa

می‌توان جمع‌آوری نمود. "چسب لاک" <sup>۱</sup> خام را خرد و سرند می‌کنند ("لاک دانه" <sup>۲</sup>) سپس آن را، پس از ذوب کردن، صاف می‌کنند و به صورت قطره‌هایی موسوم به "لاک دکمه‌ای" <sup>۳</sup> یا ورقه‌هایی موسوم به "شلاک" منجمد می‌کنند. به گفته هیتون <sup>۴</sup> (134) استفاده از شلاک در اروپا از اواخر قرن شانزدهم شروع شد و از آن برای جلاکاری و پولونهای استرادیوار یوس <sup>۵</sup> و گوئرنریوس <sup>۶</sup> استفاده می‌کردند.

### - ترکیب

صمغ لاک دارای ترکیب پیچیده‌ای است از استرهای اسیدهای چرب هیدروکسی و اسیدهای سسکوترین با ساختار سروی شکل (135). همچنین حاوی ۳-۵٪ موم با نقطه ذوب بین ۷۸-۸۲°C است. در گذشته از آن به جای موم خرنوب <sup>۷</sup> استفاده می‌شد.

صمغ لامی اغلب آمیخته با کلفون (تا ۱۰ درصد) است.

### - خواص

محلول لاک شفاف تقریباً خواص غیر متعارفی از خود نشان می‌دهد. با توجه به وضعیت، محلول آن چیزی بین یک دیسپرسیون کلوئیدی و یک سیستم پراکنده مولکولی است. هنگام آماده‌سازی شلاک توصیه می‌شود که ابتدا آن را در مقدار کمی حلال قرار دهند تا نرم شود و بقیه حلال به تدریج در مراحل بعدی اضافه شود. با این روش لاک خشک بیش از حد نرم می‌شود و عمل حل شدن، آسان می‌گردد. شلاک در الکل، قلیایی مانند بوراکس، محلول رقیق کربنات سدیم یا آمونیم، در اسیدهای فرمیک، استیک و لاکتیک، و در پیریدن محلول است.

1 - Sticklac

2 - Seedlac

3 - Buttonlac

4 - Heaton

5 - Stradivarius

6 - Guarnevius

7 - Carnauba Wax

فیلم شلاک در برابر نفوذ آب حساس است و در محیط‌های مرطوب دچار عارضه‌ای موسوم به «ابری شدن» (Bloom) می‌شود. فیلم مذکور براق و چسبنده است ولی به مرور زمان نامحلول و تیره می‌شود. مدتهاست که از شلاک برای جلاکاری چوب و پرداخت چرم استفاده می‌شود (136).

## ۶. مواد تقطیری: قطران - قیر

در این قسمت دو گروه از مواد، با منشأ متفاوت همزمان بررسی می‌شود. این مواد قطرانهایی هستند که از تقطیر خشک مواد سوختنی (چوب، تورب، زغال سنگ قهوه‌ای (لینیت)، زغال سنگ، شیبست‌های قیری، ...) و قیر نفتی به دست می‌آیند (137). البته خواص فیزیکی و شیمیایی آنها شباهتهایی به یکدیگر دارد.

### الف) قطران

#### قطران‌های گیاهی - قطران چوب

تقطیر خشک چوب در یک محفظه در بسته، تحت درجه حرارتی حدود  $350^{\circ}\text{C}$ ، انجام می‌شود. طی این عمل مواد محلول و مایعات تقطیری جدا می‌شود و یک باقیمانده جامد به نام قطران باقی می‌ماند. قطران ماده‌ای است قهوه‌ای و کم و بیش غلیظ و چسبنده، با بویی تند و سوزان.

#### - ترکیب

ترکیب قطران تابع گونه چوبی است که از آن استخراج شده است. "زفت" عنوانی است که به قطرانهای حاصل از چوبهای رزینی اطلاق می‌شود. این ماده حاوی مقداری ترکیبات ترپن مشتق شده از رزین، به علاوه یک ترکیب خیلی پیچیده از فرآورده‌های پیرولیزی به ویژه هیدروکربنهای آروماتیک (مشخصاً هیدروکربنهای چند تراکمی) است. مقداری ترکیبات فنولیک (فنول، کرزول، متی کرزول، فلورول و غیره) نیز در آن وجود دارد.

## - خواص

این مواد فقط اندکی در آب محلول اند، اما در الکلها، حلالهای کلردار، اتر، استون، اسید استیک و روغن به سرعت حل می‌شوند. این مواد به دلیل ثبات، قدرت چسبندگی (183)، قابلیت پرداخت کاری (تکمیل) برخی از مواد (مانند چوب، کتان، کنف، چرم)، ضد آب بودن، و فساد ناپذیری (مثلاً به عنوان ماده درزگیر قایقها و به عنوان چسب کفشی) موادی مفید شمرده می‌شوند.

بعضی از قطرانها، مانند قطران تروژی که از کاج سیلویستر به دست می‌آید یا روغن سدر که از درخت ارس استخراج می‌شود، خاصیت ضد عفونی کننده دارند، لذا از آنها برای درمان امراض پوستی استفاده می‌شود. از قطران چوبِ غان برای پرداخت (آهارزنی) چرم‌های روسی استفاده شده است. معمولاً به قطران، موم یا پارافین اضافه می‌کنند.

## قطران حیوانی

این قطران اساساً از تقطیر استخوان به دست می‌آید و حاوی پیریدین و کینولین است.  
قطران گریس: باقیمانده تقطیر لائولین را قطران گریس می‌نامند.

## قطران زغال سنگ

فرآورده‌ای است که از تقطیر خشک زغال سنگ به دست می‌آید.

## - ترکیب

این ماده حاوی ترکیبات آروماتیک (بنزن، تولوئن، زیلن)، ترکیبات فنولیک (فنول، کرزول، زیلنول)، بنیانهای پیریدن (مشتقات نفتالین، آنتراسن) و غیره است.

## - خواص

قطران زغال سنگ ماده‌ای است سخت و تیره که با حرارت نرم می‌شود. بیشتر در آسفالت جاده‌ها به کار می‌رود.

## ب) قیر

قیر یک عنوان رایج است برای گروهی از مواد آتش گیر طبیعی که مقدار زیادی کربن و هیدروژن دارند. این مواد به راحتی شعله ور می شوند و دود غلیظی به راه می اندازند. در دوران باستان بسیاری از معادن سطحی آنها را می شناختند و قَبِز<sup>۱</sup> (139) گزارش مفصلی درباره آن ارائه داده است.

## - ترکیب

بخش عمده قیر از هیدروکربنهایی با وزن مولکولی بالا (حدود ۱۰۰۰)، به ویژه هیدروکربنهای اشباع شده و اولفینی، تشکیل شده است.

## - خواص

مواد قیری جامدات سیاه رنگی هستند که بسیاری از آنها در  $50^{\circ}\text{C}$  نرم و در اغلب حلالهای آلی به سرعت حل می شوند. دانسیته آنها حدود ۱ است. از دوران باستان مواد قیری را به منظورهای مختلف به کار می بردند، آن طور که قَبِز می گوید:

"برای ضد آب کردن، به عنوان سیمان، برای روشنایی و گرما، در جادوگری و صنایع دارویی و کشاورزی، برای مومیایی کردن و به عنوان رنگدانه."

کاربرد این مواد به وسیله نقاشانی نظیر ژریکو<sup>۲</sup> در رنگ روغن نتایج فجیعی به دنبال داشت. در واقع حرارت ملایم، مواد قیری را جاری می کرد، نوعی تیرگی سراسر تابلو را فرا می گرفت (140) و مواد مذکور به درون لایه رنگ نفوذ می کرد. این نوع جابه جایی مواد قیری تاکنون به خوبی بررسی نشده است. ممکن است که این اتفاق معلول نوعی از خواص فعال سطحی باشد.

در غرب اروپا از انواع مواد قیری استفاده می کردند، به خصوص از قیر یهودیه، که از قیر معدنی استخراج می شود.

## BIBLIOGRAPHY

ALEXANDER, S.M. "Toward a History of Art Materials". IC Art and Archaeology Technical Abstracts, Vol. 7 N°3 (1969) 123-161; idem, Vol. 7 N°4 (1969) 201-216; idem, Vol. 8 N°1 (1970-1971) 155-174.

ANDRE, E. "Les corps gras". Collection Que sais-je? Paris: Presses Universitaires de France, 1950.

ANONYMOUS. "Les frères Martin". Peintures, Pigments et Vernis, 41 (1965) 374-376.

ANONYMOUS. "Les laques liants". Peintures, pigments, vernis, 41, fiche technique N°3 (1965) 377-378.

BARRY, T.H. Natural Resins. London: E. Benn Ltd, 1932.

BEAL, G.F., H.V. ANDERSON and J.S. LONG. "X-Ray Study of Some Natural and Synthetic Varnish Resins". Ind. Eng. Chem., 24 (1932) 1068-1072.

BENNETT, H. Industrial Waxes. New York and London: Chemical Publishing Co, 1965.

BLOM, A.V. Organic Coatings in Theory and Practice. Amsterdam: Elsevier, 1949.

BONDY, C. and M.M. COLEMAN, "Film Formation and Film Properties Obtained with Acrylic, Styrene / acrylic and Vinyl Acetate. Veova Copolymer Emulsions". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 53 (1970) 555-577.

BROWN, P.T. and E.W. GARNISH. "Adhesion as a Factor in the Performance of Surface Coatings". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 50 (1967) 331-354.

BRUN-THARAUD, M. "Les laques d'Extrême-Orient". Peintures, Pigments, vernis, 41 (1965) 543-552.

CAMINA, M. "Measurements of the Fading of Pigments in Relation to the Loss of Opacity". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 51 (1968) 14-26.

CARR, W. "Optical Properties of Films". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 59 (1976) 443-452.

CHAMPETIER, G. and H. RABATE, eds. Physique des peintures, vernis et pigments. 2 vols. Paris: Dunod, 1962.

CHATFIELD, H.W. The Science of Surface Coatings. London: E. Benn Ltd, 1962.

CHAUMAN, V.S., N. SRIRAM and G.B.V. SUBRAMANIAN. "Chromatographic Separation of the Alkaline Hydrolysis Products of Shellac". J. Chrom., 84 (1973) 51-58.

COLLING, J.H., W.E. CRACKER and J. DUNDERDALE. "An Investigation Into the Relationship Between the Nature of Surface Defects and Gloss". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 49 (1966) 521-546.

COLLING, J.H. and T.M. WILKINSON. "Implications of the Paint Film Contraction Theory for Comparisons of Accelerated and Natural Weathering Results". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 58 (1975) 377-388.

COOK, R.P. Cholesterol. London: Academic Press, 1958.

COREMANS, P. "Les rayons infrarouges". Bull. des Musées Royaux d'Art et d'Histoire, 4 (1938) 87-91.

-----, R.J. GETTENS and J. THISSEN. "La technique des Primitifs flamands". Studies in Conservation, Vol. 1 (1952) 3-29.

-----, and J. THISSEN. "Composition et structure des couches originales", in "La Descente de croix de Rubens". Bull. IRPA/KIK, V (1962) 119-127.



- CRACKER, W.E. and F.D. ROBINSON. "The Effect of Pigment Volume Concentration and Film Thickness on the Optical Properties of Surface Coatings". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 50 (1967) 111-113.
- DALBON, C. Les origines de la peinture à huile. Paris: Perrin, 1904.
- DE BRUYNE, N.A. and R. HOUWINK, eds. Adhesion and Adhesives. Amsterdam: Elsevier, 1951.
- DE WITTE, E. "The Influence of Light on the Gloss of Matt Varnishes". ICOM Committee for Conservation (1975) Venice, 75/22/6.
- , "The Protection of Silverware with Varnishes". Bull. IRPA / KIK, XIV (1973-1974) 140-151.
- , Unpublished study.
- DOERNER, M. The Materials of the Artists. London: G. Harrap & Co.
- EASTLAKE, C.L. Methods and Materials of Painting of the Great Schools and Masters. New York: Dover Publ., 1960.
- ELM, A.C. "Some Mechanical Properties of Paint Films". Official Digest (1953) 751-774.
- ELSKENS, I. "L'enduit au goudron de bois", in "La Descente de croix de Rubens". Bull. IRPA / KIK V (1962) 154-161.
- FELLER, R.L. "Factors Affecting the Appearance of Picture Varnish". Science, 125 (1957) 1143-1144.
- , "Hardness and Flexibility of Natural and Synthetic Varnishes". The Museum News (1952) 107-108.
- , "Problems in Retouching: Chalking of Intermediate Layers". Bull. IIC Amer. Group, Vol. 7 N° 1 (1966) 32-34.

-----, and J.L. KOSTICH. "Critical Pigment Volume Concentration and Chalking". Bull. IIC Amer. Group, Vol. 5 N° 1 (1964) 25-26.

-----, N. STOLOW and E.H. JONES. On Picture Varnishes and Their Solvents. Cleveland: The Press of Case Western Reserve Univ., 1971.

FIESER, L.F. and M. FIESER. Steroids. New York and London: Reinhold Publishing Corp., 1959.

FLAMM, A. "Prise d'huile et concentration critique". Peintures, pigments, vernis, 49 (1973) 129-138.

FLIEDER, F. "Mise au point des techniques d'identification des pigments et des liants inclus dans la couche picturale des enluminures de manuscrits". Studies in Conservation, Vol. 13 (1968) 49-86.

FORBES, R.J. Studies of Ancient Technology. 9 vols. Leiden, Netherlands: E.J. Brill, 1955.

FOX, S.W. and J.F. FOSTER. Introduction to Protein Chemistry. New York: J. Wiley and Sons, 1957.

GARDNER, H.A. and G.G. SWARD. Physical and Chemical Examination of Paints, Varnishes, Lacquers and Colors. Maryland: Gardner Laboratories, 1947.

GAY, M.C. "Essais d'identification et de localisation des liants picturaux par des colorations spécifiques sur coupes minces". Annales du laboratoire de recherches des Musées de France (1970) 8-24.

GENIN, G. "Emulsions et suspensions, phénomènes superficiels, mouillage". Physique des peintures, vernis et pigments, eds. G. CHAMPETIER and H. RABATE. 2 vols. Paris: Dunod, 1962.

GETTENS, R.J. and G.L. STOUT. Painting Materials. New York: Dover Publ., 1966.

- GHILL, G.V. "The Mechanism of the Formation of Crystalline Bloom on Paint Films". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 57 (1974) 342-344.
- GILES, C.H. A Laboratory Course in Dyeing. Bradford, U.K.: The Soc. of Dyers and Col., 1971.
- GRANDOU P. and P. PASTOUR, eds. Peintures et vernis. Paris: Hermann, 1966.
- GRENET-DELISLE, C. "Gonflement, perméabilité, résistance à l'eau et aux agents chimiques". Physique des peintures, vernis et pigments, eds. G. CHAMPETIER and H. RABATE. 2 vols. Paris: Dunod, 1962.
- GUINIER, G. and R. GUIMBAL. Chimie. Paris: Guides pratiques Bordas, 1965.
- HAVEL, M. La technique du tableau. Paris: Dessain et Tolra, 1974.
- HEATON, N. "Outlines of Paint Technology". London: Ch. Griffin and Co., Ltd, 1947.
- HISCOX, G.D., H.E. EIGENSON and T. O'CONNOR SLOANE. Adapted by J. JOUSSET. 3000 procédés et formules. Paris: Dunod, 1959.
- HOOGERBEETS, J.G. "The Efficient Use of Titanium Dioxide Pigments in Organic Coatings". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 54 N° 12 (1971) 1162-1171.
- HOUWINK, R. and G. SALOMON, eds. Adhesion and Adhesives. Amsterdam: Elsevier, 1965.
- HULME, B.E. "Some Aspects of the Pigmentation on U.V. Curable Systems". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 59 (1976) 245-252.
- HUTCHINSON, G.H. "Molecular Models from Pipe-Cleaners". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969) 743-749.
- , "Some Aspects of Drying Oil Technology". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 56 (1973) 44-53.

JOHNSON, M. and E. PACKARD. "Methods Used for the Identification of Binding Media in Italian Paintings of the 15th and the 17th Centuries". Studies in Conservation, Vol. 16 (1971) 145-164.

JOHNSTON, R.M. and R.L. FELLER. "Optics of Paint Films: Glazes and Chalking". Application of Science in Examination of Works of Art. Boston: Museum of Fine Arts, 1965.

JONES, S.R. "Physics and Painting". Bull. Inst. Physics (1960) 157-165.

KARPOWICZ, A. "Ageing and Deterioration of Proteinaceous Media". Studies in Conservation, Vol. 26 (1981) 153-160.

KATZ, R. and B.F. MUNK. "The Influence of the Solvent and of the Substrate on the Water Vapour Permeability of Films". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969) 418-432.

KECK, S. "Mechanical Alteration of the Paint Film". Studies in Conservation, Vol. 14 (1969) 9-30.

-----, and T. PETERS. "Identification of Protein-Containing Paint Media by Quantitative Aminoacid Analysis". Studies in Conservation, Vol. 14 (1969) 75-82.

KOCKAERT, L. "Note sur les émulsions des Primitifs flamands". Bull. IRPA / KIK, XIV (1973-1974) 133-139.

KRACH, A.M. and J. WOOTTON, "Animal Glue and Related Protein Adhesives". Adhesion and Adhesives, eds. R. HOUWINK and G. SALOMON. 2 vols. Amsterdam: Elsevier, 1965.

KUBELKA, V., J. MITERA and P. ZACHAR. "Analysis of Spike Oil by Gas Chromatography and Mass Spectrometry". J. Chrom., 74 (1972) 195-199.

LAFONTALNE, R.H. "Decreasing the Yellowing Rate of Dammar Varnish Using Antioxidants". Studies in Conservation, Vol. 24 (1979) 14-22.

----- . "Effect of Irganox 565 on the Removability of Dammar Films". Studies in Conservation, Vol. 24 (1979) 179-180.

LANGENHEIM, J.H. and C.W. BECK. "Infrared Spectra as a Means of Determining Botanical Sources of Amber". Science, 149 (1965) 52-55.

Laurie, A.P. The Painters, Methods and Material. New York: Dover Public., 1967.

Laurie, A.P. "The Refractive Index of a Solid Film of Linseed Oil: Rise in Refractive Index With Age". Proceeding of the Royal Soc. London, A 159 (1937) 123-133.

----- . The Technique of the Great Painters. London: Carroll and Nicholson, 1949.

MAJEWSKI, L.J. "Note on Salt Crystals Found in a Water Color". Bull. IIC. Amer. Group, Vol. 10 N° 1 (1969) 20.

MANTELL, C.I., C.W. KOPF, J.L. CURTIS and E.M. ROGERS. The Technology of Natural Resins. New York: J. Wiley and Sons, 1942.

MARGIVAL, F. "Le jaune d'oeuf et les peintures à la tempera". Peintures, pigments, vernis, 43, N° 1 (1967) 48-53.

----- . Peintures, pigments, vernis, 41 (1965) 256.

MARIJNISSEN, R.H. Dégradation, conservation et restauration de l'oeuvre d'art. 2 vols. Brussels: Arcade, 1967.

MARTENS, C.R. Emulsions and Water-Soluble Paints and Coatings. New York and London: Reinhold Corp., 1964.

MARTIN, E. "Some Improvements in Techniques of Analysis of Paint Media". Studies in Conservation, Vol. 22 (1977) 63-67.

MASSCHELEIN-KLEINER, L. "An Improved Method for the Thin-layer Chromatography of Media in Tempera Paintings". Studies in Conservation, Vol. 19 (1974) 207-211.

----- . "Contribution to the Study of Aged Proteinaceous Media". Conservation and Restoration of Pictorial Art, eds. N. BROMMELLE AND P. SMITH. London, Boston: Butterworth, 1976.

----- , J. HEYLEN and F. TRICOT-MARCKX. "Contribution à l'analyse des liants, adhésifs et vernis anciens". Studies in Conservation, Vol. 13 (1968) 105-121 and references cited therein.

----- , and P. TAETS. "Contribution to the Study of Natural Resins in the Art". ICOM Committee for Conservation, 6th Triennial Meeting, Ottawa (1981), 81/16/3.

MATHEWS, A.C.B. "Grinding". J. Oil Col. Chem. Assoc., 50 (1967) 407-424.

MC DOWELL, R.H., K.A. HILTON and C.T. BLOOD. "Les alginates". Cahiers CIBA 1 (1969) 1-46.

Merck Index, The. 8th ed. Rahway, U.S.A.: Merck and Co., 1968.

MILLS, J.S. "The Gas Chromatographic Examination of Paint Media. Part I. Fatty Acid Composition and Identification of Paint Films". Studies in Conservation, Vol. 11 (1966) 92-107.

----- , and R. WHITE. "Natural Resins of Art and Archaeology, Their Sources, Chemistry and Identification". Studies in Conservation, Vol. 22 (1977) 12-31.

----- , and R. WHITE. "The Identification of Paint Media from the Analysis of their Sterol Composition". Studies in Conservation, Vol. 20 (1975) 176-182.

NEDEY, G. "Propriétés mécaniques des films de vernis et peintures". Chimie des peintures et vernis, eds. G. CHAMPETIER and H. RABATE. 2 vols. Paris: Dunod, 1956.

NEUMAN, R.E. Archives of Biochemistry and Physics 24 (1949), and in The Proteins, eds. H. NEURATH and K. BAILEY. Vol. 1. A: 222. New York: Acad. Press, 1954.

NEWMAN, A.A. Chemistry of Terpenes and Terpenoids. London and New York: Academic Press, 1972.

OESTERLE, K.M. "The Rheological Shear-Rate-Limit Method as an Aid in Paint Production". J. Oil Col. Chem. Assoc., 51 (1968) 1007-1026.

PARISELLE, H. Chimie organique spéciale et industrielle. Paris: Masson, 1955.

PAYNE, H.F. Organic Coating Technology. 2 vols. New York and London: J. Wiley, 1960.

PERSOZ, B. "Aspect optique des peintures et vernis". Physique des peintures, vernis et pigments, eds. G. CHAMPETIER and H. RABATE. 2 vols. Paris: Dunod, 1962.

..... . Introduction à l'étude de la rhéologie. Paris: Dunod, 1960.

PHILIPPOT, A. and P. PHILIPPOT. "Réflexions sur quelques problèmes esthétiques et techniques de la retouche". Bull. IRPA / KIK, III (1960) 170.

..... , and P. PHILIPPOT. "Technique picturale et traitement", in "La Descente de croix de Rubens". Bull. IRPA / KIK, VI (1963) 7-51.

RASTI, F. and G. SCOTT. "The Effects of Some Common Pigments on the Photo-oxidation of Linseed Oil-based Paint Media". Studies in Conservation, Vol. 25 (1980) 145-156.

REMINGTON, J.S. Drying Oils, Thinners and Varnishes. London: Abacus, 1950.

ROFF, W.J. and J.R. SCOTT. Fibres, Films and Rubbers. London: Butterworth, 1971.

- SMITH, F. and R. MONTGOMERY. The Chemistry of Plant Gums and Mucilages. New York, London: Reinhold Publ. Corp., 1959.
- SNELL, F.D. and F.M. BIFFEN. Commercial Methods of Analysis. London: McGraw Hill, 1944.
- SNEYERS, R. and N. VERONEE-VERHAEGEN. "Le Jugement dernier de Diest". Bull. IRPA / KIK, X (1967-1968) 99-120.
- Société Talens en zoon. Le secret des Maîtres anciens. Apeldoorn, Netherlands: Société Talens en zoon, 1928.
- STOLOW, N. "The Application of Gas Chromatography in the Investigation of Works of Art". Application of Science in Examination of Works of Art. Boston: Museum of Fine Arts, 1965.
- STROBEL, H.A. Les méthodes physiques en chimie. Paris: Masson, 1962.
- SUNTHANKAR S.V. and C.R. DAWSON. "The Structural Identification of the Olefinic Components of Japanese Lac Urushiol". J. Amer. Chem. Soc., 76 (1954) 5070-5074.
- TAWN, A.R.H. "Physicochemical Principles of Film Formation". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969) 814-829.
- THOMPSON, D.V. The Practice of Tempera Painting. New York: Dover Public., 1962.
- THOMSON, G. "Some Picture Varnishes". Studies in Conservation, Vol. 3 (1957) 64-79.
- TRUAX, T.R. "The Glueing of Wood". Adhesion and Adhesives, eds. N.A. DEBRUYNE and R. HOUWINK. Amsterdam: Elsevier, 1951.
- VAN ASPEREN DE BOER, J.R.J. "Reflectography of Paintings Using an Infra-red-vidicon Television System". Studies in Conservation, Vol. 14 (1969) 96-118.



---

VIBERT, J.G. La science de la peinture. Paris: Albin Michel, undated.

WHISTLER, R.L. and E.F. PASCHALL. Starch, Chemistry and Technology. New York: Academic Press, 1965.

WHITE, R. "An Examination of Varnish from Three 18th Century Musical Instruments". Icom Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting, Ottawa (1981), 78/16/1.

## REFERENCES

- (1) GRANDOU P. and P. PASTOUR, eds. Peintures et vernis. (Paris, 1966).
- (2) S.M. ALEXANDER, "Toward a History of Art Materials". IIC Art and Archaeology Technical Abstracts, Vol. 7 N° 3 (1969), pp. 123-161;  
idem, Vol. 7 N° 4 (1969), pp. 201-216;  
idem, Vol. 8 N° 1 (1970-1971), pp. 155-174.
- (3) C. DALBON, Les origines de la peinture à huile. (Paris, 1904).
- (4) R. SNEYERS and N. VERONEE-VERHAEGEN, "Le Jugement dernier de Diest", Bull. IRPA / KIK, X (1967-1968), 99-120.
- (5) P. COREMANS, R.J. GETTENS and J. THISSEN, "La technique des Primitifs flamands", Studies in Conservation, Vol. 1 (1952), pp. 3-29.
- (6) G. CHAMPETIER and H. RABATE, eds. Physique des peintures, vernis et pigments (Paris, 1962).
- (7) G. GENIN, "Emulsions et suspensions, phénomènes superficiels, mouillage", op. cit. (6), Chapter VI, Vol. 2, pp. 1-33.
- (8) C.R. MARTENS, Emulsions and Water-Soluble Paints and Coatings, (New York and London, 1964).
- (9) H.A. GARDNER and G.G. SWARD, Physical and Chemical Examination of Paints, Varnishes, Lacquers and Colors (Maryland, 1947), p. 280.
- (10) M. HAVEL, La technique du tableau (Paris, 1974), p. 36.
- (11) H.F. PAYNE, Organic Coating Technology (New York and London, 1960), Vol. II, p. 740.
- (12) A.C.B. MATHEWS, "Grinding", J. Oil Col. Chem. Assoc., 50 (1967), pp. 407-424.
- (13) B. PERSOZ, Introduction à l'étude de la rhéologie (Paris, 1960).

- 
- (14) R.L. FELLER, N. STOLOW and E.H. JONES, On Picture Varnishes and Their Solvents (Cleveland, 1971).
- (15) K.M. OESTERLE, "The Rheological Shear-Rate-Limit Method as an Aid in Paint Production", J. Oil Col. Chem. Assoc., 51 (1968), pp. 1007-1026.
- (16) A. PHILIPPOT and P. PHILIPPOT, "Réflexions sur quelques problèmes esthétiques et techniques de la retouche", Bull. IRPA / KIK, III (1960), 170.
- (17) A. PHILIPPOT and P. PHILIPPOT, "Technique picturale et traitement", in "La Descente de croix de Rubens", Bull. IRPA / KIK, VI (1963), 7-51.
- (18) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 42.
- (19) G. GENIN, op. cit. (7), p. 27.
- (20) C.L. EASTLAKE, Methods and Materials of Painting of the Great Schools and Masters (New York, 1960).
- (21) G. GENIN, op. cit. (7), p. 30.
- (22) A. FLAMM, "Prise d'huile et concentration critique", Peintures, pigments, vernis, 49 (1973), pp. 129-138.
- (23) C. GRENET-DELISLE, "Gonflement, perméabilité, résistance à l'eau et aux agents chimiques", op. cit. (6) chap. IX, p. 309.
- (24) J.G. HOOGERBEETS, "The Efficient Use of Titanium Dioxide Pigments in Organic Coatings", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 54 N° 12 (1971), pp. 1162-1171.
- (25) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1) "Pigments", pp. 741-803.

- (26) F. MARGIVAL, "Prise d'huile (et d'essence)", Peintures, pigments, vernis, 41 (1965), p. 256.
- (27) A.V. BLOM, Organic Coatings in Theory and Practice, (Amsterdam 1949).
- (28) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1), p. 653.
- (29) A.R.H. TAWN, "Physicochemical Principles of Film Formation", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969), pp. 814-829.
- (30) R. KATZ and B.F. MUNK, "The Influence of the Solvent and of the Substrate on the Water Vapour Permeability of Films", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969), pp. 418-432.
- (31) R.L. FELLER, op. cit. (14), Part III, "Resins and the Properties of Varnishes", p. 140.
- (32) S. KECK, "Mechanical Alteration of the Paint Film". Studies in Conservation, Vol. 14 (1969), pp. 9-30.
- (33) C. BONDY and M.M. COLEMAN, "Film Formation and Film Properties Obtained with Acrylic, Styrene / acrylic and Vinyl Acetate Veova Copolymer Emulsions", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 53 (1970), pp. 555-577.
- (34) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1), p. 654.
- (35) A.V. BLOM, op. cit., (27), p. 237.
- (36) G.H. HUTCHINSON, "Molecular Models from Pipe-Cleaners", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969), pp. 743-749.
- (37) G.H. HUTCHINSON, "Some Aspects of Drying Oil Technology", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 56 (1973), pp. 44-53.
- (38) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1), p. 885.

- 
- (39) N. STOLOW in (14) Part II, "Solvent Action", p. 54.
- (40) B. PERSOZ, op. cit. (6), Chapter V, "Aspect optique des peintures et vernis", pp. 201-408.
- (41) J.H. COLLING, W.E. CRACKER and J. DUNDERDALE, "An Investigation Into the Relationship Between the Nature of Surface Defects and Gloss", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 49 (1966), pp. 521-546.
- (42) W.E. CRACKER and F.D. ROBINSON, "The Effect of Pigment Volume Concentration and Film Thickness on the Optical Properties of Surface Coatings", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 50 (1967), pp. 111-113.
- (43) M. CAMINA, "Measurements of the Fading of Pigments in Relation to the Loss of Opacity", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 51 (1968), pp. 14-26.
- (44) R.L. FELLER, "Factors Affecting the Appearance of Picture Varnish", Science, 125 (1957), pp. 1143-1144.
- (45) R.L. FELLER and J.L. KOSTICH, "Critical Pigment Volume Concentration and Chalking", Bulletin IIC Amer. Group, Vol. 5 N° 1 (1964), pp. 25-26.
- (46) R.M. JOHNSTON and R.L. FELLER, "Optics of Paint Films: Glazes and Chalking", in Application of Science in Examination of Works of Art (Boston, 1965), pp. 86-95.
- (47) R.L. FELLER, "Problems in Retouching: Chalking of Intermediate Layers", Bull. IIC Amer. Group, Vol. 7 N° 1 (1966), pp. 32-34.
- (48) J.H. COLLING and T.M. WILKINSON, "Implications of the Paint Film Contraction Theory for Comparisons of Accelerated and Natural Weathering Results", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 58 (1975), pp. 377-388.

- (49) G.V. GHILL, "The Mechanism of the Formation of Crystalline Bloom on Paint Films", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 57 (1974), pp. 342-344.
- (50) L.J. MAJEWSKI, "Note on Salt Crystals Found in a Water Color", Bull. IIC Amer. Group, Vol. 10 N° 1 (1969), p. 20.
- (51) G. THOMSON, "Some Picture Varnishes", Studies in Conservation, Vol. 3 (1957), pp. 64-79.
- (52) E. DE WITTE, "The Influence of Light on the Gloss of Matt Varnishes", ICOM Committee for Conservation (1975) Venice, 75/22/6.
- (53) R.H. MARIJNISSEN, Dégradation, conservation et restauration de l'oeuvre d'art (Brussels, 1967), pp. 124, 149.
- (54) C.H. GILES, A Laboratory Course in Dyeing (Bradford, U.K., 1971) pp. 18-20.
- (55) P. COREMANS and J. THISSEN, "Composition et structure des couches originales", in "La Descente de croix de Rubens", Bull. IRPA / KIK, V (1962), 119-127.
- (56) H.A. STROBEL, Les méthodes physiques en chimie (Paris, 1962), p. 203.
- (57) P. COREMANS, "Les rayons infrarouges", Bull. des Musées Royaux d'Art et d'Histoire, 4 (1938), pp. 87-91.
- (58) A.P. LAURIE, "The Refractive Index of a Solid Film of Linseed Oil: Rise in Refractive Index With Age". Proceeding of the Royal Soc. London, A 159 (1937), 123-133.
- (59) S.R. JONES, "Physics and Painting", Bull. Inst. Physics (1960), 157-165.
- (60) B.E. HULME, "Some Aspects of the Pigmentation on U.V. Curable Systems", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 59 (1976), pp. 245-252.
- (61) W. CARR, "Optical Properties of Films". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 59 (1976), pp. 443-452.

- 
- (62) R.H. MARIJNISSEN, *op. cit.* (53), p. 76.
- (63) A. PHILIPPOT and P. PHILIPPOT, *op. cit.* (17), p. 22.
- (64) G. NEDEY, "Propriétés mécaniques des films de vernis et peintures", Chimie des peintures et vernis (Paris, 1956), Vol. II, Chapter VIII, pp. 75-292.
- (65) G. GUINIER and R. GUIMBAL, Chimie (Paris, 1965), pp. 64-70.
- (66) R.L. FELLER, "Hardness and Flexibility of Natural and Synthetic Varnishes", The Museum News (1952), pp. 107-108.
- (67) G.F. BEAL, H.V. ANDERSON and J.S. LONG, "X-Ray Study of Some Natural and Synthetic Varnish Resins", Ind. Eng. Chem., 24 (1932), pp. 1068-1072.
- (68) A.C. ELM, "Some Mechanical Properties of Paint Films", Official Digest (1953), pp. 751-774.
- (69) H.W. CHATFIELD, The Science of Surface Coatings (London, 1962) p. 447.
- (70) N.A. DE BRUYNE and R. HOUWINK, eds. Adhesion and Adhesives. (Amsterdam, 1951).
- (71) P.T. BROWN and E.W. GARNISH, "Adhesion as a Factor in the Performance of Surface Coatings", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 50 (1967), pp. 331-354.
- (72) R. HOUWINK and G. SALOMON, eds. Adhesion and Adhesives. (Amsterdam, 1965).
- (73) H. PARISELLE, Chimie organique spéciale et industrielle (Paris, 1955).
- (74) The Merck Index. 8th ed. (Rahway, NJ, U.S.A., 1968).
- (75) G.D. HISCOX, H.E. EIGENSON and T. O'CONNOR SLOANE. Adapted by J. JOUSSET, 3000 procédés et formules (Paris, 1959).

- (76) E. ANDRE, "Les corps gras", Collection Que sais-je? (Paris, 1950).
- (77) Société Talens en zoon, Le secret des Maîtres anciens (Apeldoorn, Netherlands, 1928).
- (78) C. LITCHFIELD, Analysis of Triglycerides (New York and London, 1972).
- (79) J.S. MILLS, "The Gas Chromatographic Examination of Paint Media. Part I. Fatty Acid Composition and Identification of Paint Films". Studies in Conservation, Vol. 11 (1966), pp. 92-107.
- (80) F.D. SNELL and F.M. BIFFEN, Commercial Methods of Analysis, (London, 1944) pp. 338-366.
- (81) R.H. MARIJNISSEN, op. cit. (53), Vol. I, p. 149.
- (82) J.G. VIBERT, La science de la peinture (Paris, undated).
- (83) R.H. MARIJNISSEN, op. cit. (53), Vol. I, p. 142.
- (84) A.P. LAURIE, The Painters, Methods and Material (New York, 1967) p. 133.
- (85) H. BENNETT, Industrial Waxes (New York, London, 1965).
- (86) E. DE WITTE, Unpublished study.
- (87) L.F. FIESER and M. FIESER, Steroids (New York, London, 1959).
- (88) R.P. COOK, Cholesterol (London, 1958).
- (89) J.S. MILLS and R. WHITE. "The Identification of Paint Media from the Analysis of their Sterol Composition", Studies in Conservation, Vol. 20 (1975), pp. 176-182.



- (90) F. SMITH and R. MONTGOMERY, The Chemistry of Plant Gums and Mucilages (New York, London, 1959).
- (91) F. FLIEDER, "Mise au point des techniques d'identification des pigments et des liants inclus dans la couche picturale des enluminures de manuscrits". Studies in Conservation, Vol. 13 (1968), pp. 49-86.
- (92) R.L. WHISTLER and E.F. PASCHALL, Starch, Chemistry and Technology (New York, 1965).
- (93) R. HOUWINK and G. SALOMON, eds., op. cit\* (72), p. 171.
- (94) R.H. MC DOWELL, K.A. HILTON and C.T. BLOOD, "Les alginates", Cahiers CIBA, 1 (1969), pp. 1-46.
- (95) S.W. FOX and J.F. FOSTER, Introduction to Protein Chemistry (New York, 1957).
- (96) A.M. KRACH and J. WOOTTON, "Animal Glue and Related Protein Adhesives", in Adhesion and Adhesives, eds. R. HOUWINK and G. SALOMON (Amsterdam, 1965), Vol. I, pp. 141-146.
- (97) T.R. TRUAX, "The Glueing of Wood", in Adhesion and Adhesives, eds. N.A. DEBRUYNE and R. HOUWINK (Amsterdam, 1951), p. 149.
- (98) W.J. ROFF and J.R. SCOTT, Fibres, Films and Rubbers (London, 1971).
- (99) R. HOUWINK and G. SALOMON, eds., op. cit. (72), p. 164.
- (100) R.E. NEUMAN, "Amino acid composition of gelatins, collagens and elastins from different sources", Archives of Biochemistry and Physics, 24 (1949), p. 289 and in The Proteins, eds. H. NEURATH and K. BAILEY, Vol. I.A (New York, 1954) p. 222.
- (101) R. HOUWINK and G. SALOMON, eds., op. cit. (72). p. 162.

- (102) A.V. BLOM, op. cit. (27), p. 78.
- (103) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 57.
- (104) A.P. LAURIE, The Technique of the Great Painters (London, 1949), p. 19.
- (105) D.V. THOMPSON, The Practice of Tempera Painting (New York, 1962).
- (106) M. DOERNER, The Materials of the Artists (London, 1949).
- (107) L. MASSCHELEIN - KLEINER, J. HEYLEN and F. TRICOT - MARCKX, "Contribution à l'analyse des liants, adhésifs et vernis anciens", Studies in Conservation, Vol. 13 (1968), pp. 105-121 and references cited therein.
- (108) L. MASSCHELEIN-KLEINER, "Contribution to the Study of Aged Proteinaceous Media", in Conservation and Restoration of Pictorial Art, eds. N. BROMMELLE and P. SMITH (London, Boston, 1976).
- (109) L. MASSCHELEIN-KLEINER, "An Improved Method for the Thin-layer Chromatography of Media in Tempera Paintings", Studies in Conservation, Vol. 19 (1974), pp. 207-211.
- (110) L. KOCKAERT, "Note sur les émulsions des Primitifs flamands". Bulletin IRPA / KIK. XIV (1973-1974) pp. 133-139.
- (111) S. KECK and T. PETERS, "Identification of Protein-Containing Paint Media by Quantitative Aminoacid Analysis", Studies in Conservation, Vol. 14 (1969), pp. 75-82.
- (112) M. JOHNSON and E. PACKARD, "Methods Used for the Identification of Binding Media in Italian Paintings of the 15th and the 17th Centuries", Studies in Conservation, Vol. 16 (1971), pp. 145-164.
- (113) M.C. GAY, "Essais d'identification et de localisation des liants picturaux par des colorations spécifiques sur coupes minces", Annales du laboratoire de recherches des Musées de France (1970), pp. 8-24.

- 
- (114) E. MARTIN, "Some Improvements in Techniques of Analysis of Paint Media", Studies in Conservation, Vol. 22 (1977), pp. 63-67.
- (115) N. STOLOW, "The Application of Gas Chromatography in the Investigation of Works of Art" in Application of Science in Examination of Works of Art, (Boston, 1965) pp. 172-183.
- (116) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 59.
- (117) F. MARGIVAL, "Le jaune d'oeuf et les peintures à la tempera". Peintures, Pigments, Vernis, 43, N° 1 (1967), pp. 48-53.
- (118) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 61.
- (119) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 60.
- (120) C.I. MANTELL, C.W. KOPF, J.L. CURTIS and E.M. ROGERS, The Technology of Natural Resins (New York, 1942).
- (121) T.H. BARRY, Natural Resins (London, 1932).
- (122) J. SIMONSEN, The Terpenes (Cambridge U.K., 1961).
- (123) J.S. MILLS and R. WHITE, "Natural Resins of Art and Archaeology, Their Sources, Chemistry and Identification", Studies in Conservation, Vol. 22 (1977), pp. 12-31.
- (124) J.S. REMINGTON, Drying Oils, Thinners and Varnishes, (London, 1950).
- (125) V. KUBELKA, J. MITERA and P. ZACHAR, "Analysis of Spike Oil by Gas Chromatography and Mass Spectrometry", J. Chrom., 74 (1972), pp. 195-199.
- (126) A.A. NEWMAN, Chemistry of Terpenes and Terpenoids, (London, New York, 1972), p. 193.

- (127) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1), p. 216.
- (128) R.H. MARIJNISSEN, op. cit. (53) II. p. 367; I. p. 78.
- (129) J.H. LANGENHEIM and C.W. BECK, "Infrared Spectra as a Means of Determining Botanical Sources of Amber", Science, 149 (1965), pp. 52-55.
- (130) ANONYMOUS, "Les laques liants", Peintures, pigments, vernis, 41, fiche technique N° 3 (1965), pp. 377-378.
- (131) S.V. SUNTHANKAR and C.R. DAWSON, "The Structural Identification of the Olefinic Components of Japanese Lac Urushiol", J. Amer. Chem. Soc., 76 (1954), pp. 5070-5074.
- (132) ANONYMOUS, "Les frères Martin", Peintures, Pigments et Vernis, 41, (1965), pp. 374-376.
- (133) M. BRUN-THARAUD, "Les laques d'Extrême-Orient", Peintures, Pigments, vernis, 41, (1965), pp. 543-552.
- (134) N. HEATON, Outlines of Paint Technology (London, 1947), p. 300.
- (135) V.S. CHAUMAN, N. SRIRAM and G.B.V. SUBRAMANIAN, "Chromatographic Separation of the Alkaline Hydrolysis Products of Shellac", J. Chrom., 84 (1973), pp. 51-58.
- (136) W.J. ROFF and J.R. SCOTT, op. cit. (98), p. 237.
- (137) H. PARISELLE, op. cit. (73), p. 4.
- (138) I. ELSKENS, "L'enduit au goudron de bois", in "La Descente de croix de Rubens", Bull. IRPA / KIK, V (1962), pp. 154-161.
- (139) R.J. FORBES, Studies of Ancient Technology, Vol I (Leiden, Netherlands, 1955), pp. 1-120.
- (140) R.J. GETTENS and G.L. STOUT, Painting Materials, (New York, 1966), p. 94.

- (141) J.R.J. VAN ASPEREN DE BOER, "Reflectography of Paintings Using an Infra-red-vidicon Television System", Studies in Conservation, Vols. 14 (1969), pp. 96-118.
- (142) G. CHAMPETIER and H. RABATE, eds., op. cit. (6) vol 2, p. 307.
- (143) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1) p. 233.
- (144) E. DE WITTE, "The Protection of Silverware with Varnishes", Bull. IRPA / KIK, XIV (1973-1974), 140-151.
- (145) A. KARPOWICZ, "Ageing and Deterioration of Proteinaceous Media", Studies in Conservation, Vol. 26 (1981), pp. 153-160.
- (146) F. RASTI and G. SCOTT, "The Effects of Some Common Pigments on the Photo-oxidation of Linseed Oil-based Paint Media", Studies in Conservation, Vol. 25 (1980), pp. 145-156.
- (147) L. MASSCHELEIN-KLEINER and P. TAETS, "Contribution to the Study of Natural Resins in the Art", ICOM Committee for Conservation, 6th Triennial Meeting, Ottawa (1981), 81/16/3.
- (148) R. WHITE, "An Examination of Varnish from Three 18th Century Musical Instruments", ICOM Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting, Ottawa (1981), 78/16/1.
- (149) R.H. LAFONTAINE, "Decreasing the Yellowing Rate of Dammar Varnish Using Antioxidants", Studies in Conservation, Vol. 24 (1979), pp. 14-22.
- (150) R.H. LAFONTAINE, "Effect of Irganox 565 on the Removability of Dammar Films", Studies in Conservation, Vol. 24 (1979), pp. 179-180.