

## بررسی جنایی مو و الیاف

کارمند رتبه ۱۶ مهری افخمی: رییس اداره آزمایشگاه بیولوژی جنایی مرکز تشخیص هویت

پلیس آگاهی ناجا، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم انتظامی

کارمند رتبه ۱۲ مرتضی آهنگر دارابی: کارشناس مو و الیاف جنایی مرکز تشخیص هویت پلیس آگاهی ناجا

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۱۸

### چکیده

هر چند که تفاوت بین موی انسان و الیاف بسیار زیاد است، اما به دلیل شکل ظاهری یکسان مو و الیاف و همچنین استفاده مشترکی که برخی موها با الیاف دارد اساساً این دو مدرک با هم مورد بررسی قرار می‌گیرد. موها دارای ساختمان پروتئینی می‌باشند در حالی که الیاف ممکن است علاوه بر ساختمان پروتئینی (مانند الیاف پشمی) دارای ساختمان سلولزی (پنبه) و تعداد بسیار زیادی از ساختمان‌های شیمیایی دیگر (پلیمرها و...) باشند، همچنین هنگامی که موها رشد دوره‌ای آناتژن و فاز تلوزن یا خوابیده را آغاز می‌کنند خواص میکروسکوپی ویژه‌ای دارند. مدرک مو و الیاف تنها مدرک اثبات درگیری مظنون و قربانی در صحنه جرم نیست، بلکه این مدارک به علت آسیب‌هایی که ممکن است حین درگیری افراد به آنها وارد شود در بازسازی صحنه جرم و اثبات درگیری و یا مکان آن از اهمیت بالایی برخوردار است. این مقاله به بررسی استفاده از الیاف و مو در زمینه مسائل جنایی و پیشرفت‌های حاصله در این زمینه و روش mt DNA جهت تعیین هویت می‌پردازد.

کلید واژه: الیاف (Fibers)، سلولز (Cellulose)، پلیمر (Polymer)، آناتژن (Anagen)،

## تلوزن (Telogen)

نشانی نویسنده مسئول: خیابان فردوسی، خیابان نوفل لوشاتو، مرکز تشخیص هویت پلیس آگاهی ناجا، اداره آزمایشگاه بیولوژی جنایی.

### مقدمه

مو و الیاف از لحاظ بررسی جنایی دارای مشخصه‌های زیادی هستند، موی سر و سایر نواحی بدن یا موی افراد مختلف، یک شکل و یکسان نیستند و این امر موجب اهمیت بررسی میکروسکوپی و مقایسه بین موها می‌شود.

الیاف نساجی نیز به علت تنوع زیادی که در مواد اولیه و روش‌های تولید آنها وجود دارد بسیار متنوع بوده از این رو با بررسی‌های میکروسکوپی دقیقاً قادر به شناسایی آنها نخواهیم بود. بنابراین، علاوه بر بررسی میکروسکوپی، سایر روش‌ها نیز برای شناسایی و مقایسه نیز باید به کار برده شود.

امروزه با بهره‌گیری از تکنیک‌های جدید و پیشرفته و روش‌های طیف‌سنجی می‌توان به بررسی دقیق ساختمان شیمیایی الیاف پرداخت.

### الیاف

الیاف نساجی چه طبیعی و چه مصنوعی از ماده اولیه‌ای به نام پلیمر ساخته شده است. بنابراین، برخی پلیمرها مثل سلولز یا پروتئین‌ها در طبیعت موجود بوده و برخی دیگر مثل پلی‌آمید (نایلون)، پلی‌استر و... به صورت شیمیایی سنتز می‌شود.

لغت پلیمر از دو کلمه لاتین Polys به معنی زیاد و Meros به معنی واحد تشکیل شده است. پلیمر به مولکول‌های بزرگ و به عبارت دیگر ماکرومولکول‌هایی اطلاق می‌شود که از تکرار تعداد زیادی واحد کوچک بوجود می‌آید. تکرار واحدهای کوچک ممکن است به صورت خطی (شبه زنجیر) بوده، یا آن که از نوع انشعابی و یا شبکه‌های سه بعدی باشد. ماده‌ای که تشکیل پلیمر از آن شروع می‌شود منومر نام دارد. واحد تکرار شونده در پلیمرها

معمولاً مشابه و یا تقریباً مشابه منومر است. پلیمرهایی که واحد تکرار شونده آنها منفرد باشد (یعنی از یک نوع منومر تشکیل شده باشد) هموپلیمر نام دارد. پلی آمید (نایلون)، پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی اکریلونیتریل از جمله هموپلیمرها هستند. چنانچه پلیمر از تعداد بیشتری واحد تکرار شونده با ساختمان شیمیایی متفاوت (منومرهای متفاوت) تشکیل شده باشد کوپلیمر نام دارد (توانائی، ۱۳۷۷: ۲-۱).

در شکل زیر نحوه تشکیل یک پلیمر نشان داده شده است. اغلب پلیمرهای نساجی که الیاف از آنها ساخته می شود - مثل نایلون - دارای چنین ساختمانی است (ابول، ۲، ۱۹۹۶: ۱۴-۱۶).

## A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A

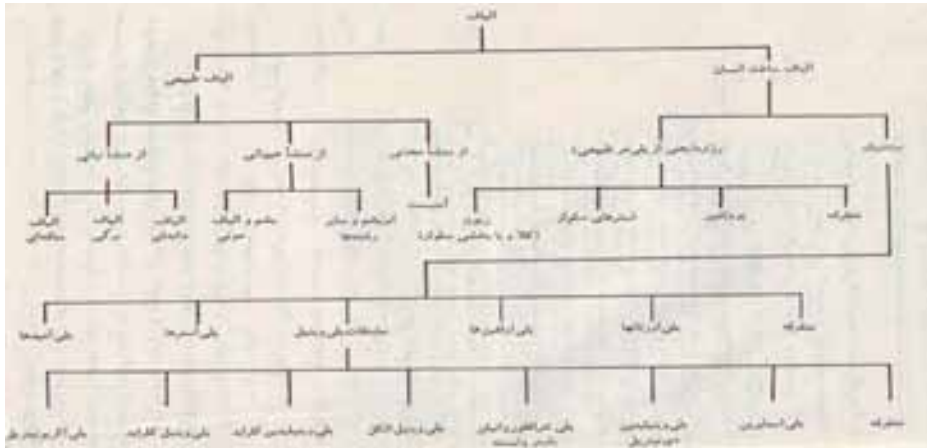
### ساختار یک پلیمر

#### طبقه بندی الیاف

طبقه بندی الیاف، شامل کلیه الیاف طبیعی و مصنوعی، کار بسیار مشکل و شاید هم غیر عملی است. با توجه به انواع زیاد الیاف طبیعی برای طبقه بندی الیاف بر حسب منشأ تولید، خانواده، ساختمان شیمیایی، خواص و مصرف آنها توسط متخصصین مختلف پیشنهادات گوناگونی شده است.

الیافی که در صنایع جدید نساجی مورد استفاده قرار می گیرند، به دو طبقه اصلی الیاف طبیعی و الیاف مصنوعی (ساخت انسان) تقسیم می شود که هر یک از این دو طبقه خود شامل گروه های فرعی دیگری است. الیاف طبیعی مانند پشم و پنبه، الیافی است که به طور طبیعی فراهم می آید. الیاف مصنوعی به الیافی اطلاق می شود که به خودی خود وجود ندارد و با استفاده از مواد خام اولیه و یا سایر مواد شیمیایی و یا به کار بردن روش های صنعتی تهیه می شود. الیاف طبیعی بر حسب منشأ طبیعی آنها به سه گروه فرعی تقسیم می شود: الیاف معدنی، الیاف گیاهی و الیاف حیوانی.

در نمودار زیر طبقه‌بندی الیاف نشان داده شده است ( حاجی شریفی، ۱۳۷۴: ۵).



### الیاف معدنی

مصرف این نوع الیاف در صنعت نساجی محدود بوده و آزبست که در اصطلاح عامیانه، پنبه کوهی، یا پنبه نسوز نامیده می‌شود، نمونه‌ای از این الیاف است. این الیاف دارای مصارف صنعتی است و در پارچه‌های ضد حریق نیز به‌کار می‌رود (پیشین: ۵).

### الیاف گیاهی

الیاف گیاهی شامل مهم‌ترین الیاف نساجی، یعنی پنبه و سایر الیاف مانند کتان، کنف و چتایی است. این الیاف از طریق کاشتن تهیه می‌شود و پایه سلولزی دارد که ماده سازنده گیاهان است. الیاف گیاهی به گروه‌های فرعی زیر تقسیم می‌شود:

۱. الیاف دانه‌ای، مانند پنبه.
۲. الیاف ساقه‌ای، مانند کتان، چتایی، کنف.
۳. الیاف برگ‌گی، مانند سیسال، مانیلا.
۴. الیاف میوه‌ای، مانند نارگیل.

## الیاف حیوانی

الیاف حیوانی عبارت از ابریشم است که توسط کرم ابریشم تولید می‌شود. همچنین پشم و سایر الیاف شبیه مو مانند کشمیر، پاکا و غیره را نیز در بر می‌گیرد. این الیاف پایه پروتئینی دارد که ترکیب پیچیده‌ای است و قسمت عمده ساختمان بدن جانداران را تشکیل می‌دهد و به گروه‌های فرعی زیر تقسیم می‌شود (پیشین: ۵-۶).

۱. پشم.

۲. ابریشم.

۳. مو، مانند موی بز، خرگوش، شتر، اسب.

## الیاف مصنوعی

الیاف مصنوعی برحسب ماده تشکیل دهنده الیاف، به دو گروه فرعی متمایز از یکدیگر یعنی، الیاف بازیافتی (الیاف رژنره) و الیاف صناعی (سنتتیک) تقسیم می‌شود:

## الیاف بازیافتی یا رژنره

اینها الیافی هستند که ماده تشکیل دهنده آنها، قبلاً در طبیعت موجود بوده است. به عنوان مثال می‌توان سلولز موجود در گیاهان را ذکر کرد که به مقدار زیاد در انواع گیاهان وجود دارد و نزدیک به نیم قرن است که با اجرای عملیات شیمیایی و صنعتی به الیاف قابل استفاده برای مصارف نساجی تبدیل می‌شود.

همچنین می‌توان از پروتئین موجود در ساختمان بدن حیوانات و برخی گیاهان استفاده کرد و پس از استخراج و بازیابی این پروتئین که قبلاً به‌طور طبیعی ساخته شده است، الیاف نساجی تهیه کرد. به عنوان مثال می‌توان موادی نظیر، شیر و لوبیای روغنی را که به این منظور از آنها پروتئین استخراج می‌شود، نام برد. گروه‌های فرعی زیر جزء الیاف بازیافتی به‌شمار می‌آید (پیشین: ۶).

- پروتئین بازیافته نظیر کازئین موجود در شیر.

- سلولزی باز یافته نظیر ویسکوز ریون.

- استر سلولز نظیر استات.

### الیاف صناعی یا سنتتیک

این الیاف صرفاً از مواد شیمیایی تهیه می‌شود که دارای لیفی از طریق سنتز مواد اولیه و با اجرای پروسس‌های شیمیایی لازم، ساختمان لیفی به آنها داده و طبیعت در ساختن آنها و یا در قسمتی از فرآیند تهیه آنها نقشی ندارد و کلاً سنتتیک هستند. گروه‌های فرعی الیاف صناعی را به اجمال می‌توان به صورت زیر بیان کرد (پیشین: ۷).

- پلی آمیدها، نظیر نایلون، پرلون.

- پلی استرها، نظیر تریلین، داکرون.

- مشتقات پلی وینیل، نظیر پلی وینیل کلراید، پلی الکل.

### الیاف سلولزی طبیعی

پنبه

الیاف سلولزی در ساقه برخی گیاهان قابل استفاده در نساجی وجود دارد، اما اهمیت آنها هرگز به پنبه نمی‌رسد. پلیمر تشکیل دهنده الیاف پنبه‌ای سلولز است که در شکل زیر ساختمان آن نشان داده شده است.



### ساختمان زنجیره پلیمری سلولز

الیاف پنبه جزو الیاف کوتاه بوده و هنگام مشاهده در زیر میکروسکوپ شکل روبانی و

یا تاب خوردگی در طول آن مشاهده می شود که مهم ترین مشخصه پنبه نسبت به سایر الیاف سلولزی و مصنوعی دیگر است.

## کتان

الیاف کتان از ساقه گیاهی بنام فلاکس استخراج می شود. ساختمان شیمیایی الیاف کتان نظیر پنبه سلولزی است. مقطع طولی آن در زیر میکروسکوپ به صورت استوانه ای صاف یا مارپیچی دیده می شود. ولی شکل روبان یا نوار طبیعی که در پنبه دیده می شود در کتان وجود ندارد. در مرکز الیاف کتان کانالی وجود دارد که در سرتاسر طول لیف قرار دارد (حاجی شریفی، ۱۳۷۴: ۱۲۷-۱۱۸).

## چتایی

چتایی از نوع الیاف ساقه ای است. این گیاه در هندوستان، پاکستان و کشورهای گرمسیر مرطوب به مقدار زیاد کشت می شود. چتایی تجارتي دارای رنگ زرد و قهوه ای متمایل به خاکستری است. مقطع میکروسکوپی این الیاف به صورت چندضلعی است. بیشتر در تولید کیسه و گونی جهت بسته بندی و حمل کالا به کار می رود و از الیاف ظریف چتایی در پارچه های پرده ای که مصرف دکوراسیون دارد استفاده می شود. (پیشین: ۱۲۷-۱۲۸)

## کنف

کنف از الیاف ساقه ای است که از گیاه شاهدانه استخراج می شود و بیشتر در کشورهای آسیایی شناخته شده و دارای رنگ روشن و شفاف است.

## الیاف پروتئینی طبیعی

### پشم

بخشی از الیاف نساجی از رویش موین حیوانات تأمین می شود که در میان آنها پشم گوسفند

مهم‌ترین است و بقیه الیاف حیوانی به‌طور عموم از انواع بز، شترها و لامها تأمین می‌شود. تجزیه‌های اولیه پشم شسته شده، وجود عناصر کربن، هیدروژن، ازت و گوگرد را در آن نشان می‌دهد چنانچه اکسیژن را هم در نظر بگیریم این پنج عنصر، ماده اولیه کلیه ترکیبات شیمیایی پشم هستند. هیدرولیز پشم با اسید و قلیایی‌ها منجر به تشکیل و پیدایش مخلوطی از اسیدهای آمینه به نام آلفا آمینو اسید می‌شود.

### ۱. پوسته (کوتیکول)

در مشاهدات میکروسکوپی فلس‌ها مسطح و تقریباً عدم یکنواختی را در سطح لیف نشان می‌دهد که سطح لیف را پوشانده است و این پوشش به نام پوسته نامیده می‌شود. فلس‌ها در جهت طول لیف به‌طور موازی و از طرف ریشه به طرف سر لیف قرار گرفته لبه فوقانی فلس‌ها روی قسمت تحتانی فلس بالاتر واقع شده است (مثل فلس‌های ماهی) ضخامت لایه کوتیکول ۰/۵ تا ۱ میکرون و عرض آن ۳۶ و طول قسمت مویی آن ۱۶ میکرون است و در نژادهای مختلف تغییر می‌کند.

### ۲. قشر مو (کورتکس)

قسمت اعظم لیف را ناحیه کورتکس تشکیل داده است. مطالعه مقطع عرضی لیف، این ناحیه را به درستی نشان نمی‌دهد، اما مقطع بیضوی آن حاکی از وجود سلول‌های دوکی شکل در این ناحیه است.

### ۳. مغز مو (مدولا)

در بعضی الیاف ضخیم پشم و مو مخصوصاً موهای زبر و کلفت گوسفند که به پشم زبر معروف است یک ناحیه مرکزی به نام مدولا وجود دارد و از سلول‌های بسیار زیادی تشکیل شده که اکثراً چند ضلعی هستند. از میان فضای مدولا کانال‌هایی عبور می‌کند که معمولاً حاوی هوا است و در مواردی سلول‌های مدولا از بین می‌رود و یک کانال خالی در مغز لیف باقی می‌ماند.



#### ۴. اپی کوتیکول

تحقیقات عمیق تر راجع به ساختمان پشم در مورد فلس های سطحی آن وجود حباب ها یا کیسه های کوچکی را در سطح فلس ها به اثبات رسانده است. غشاء نازکی که نیمه قابل نفوذ است و مایع به صورت اسمزی از آن عبور می کند اپی کوتیکول نام دارد و با عکسبرداری های میکروسکوپ الکترونی قابل ثبوت است. (پیشین: ۱۴۶-۱۳۳)

#### موهر

اگر چه پشم مهم ترین الیاف حیوانی است، اما الیاف دیگر حیوانی نیز در نوع خود اهمیت فراوانی دارد. الیاف موهر از بز آنگورا تهیه می شود و ارزش تجاری زیادی دارد. الیاف پشمی در سطح طولی دارای فلس بوده، اما مقدار آن کمتر از الیاف پشمی است. موهر مانند پشم دارای لایه کورتکس است و فقط برخی الیاف موهر دارای کانال مرکزی یعنی مدولا است. (پیشین: ۱۵۲-۱۵۱)

#### ابریشم

ابریشم گران ترین لیفی است که مصرف پوششی دارد. در حال حاضر کشور ژاپن بزرگترین تولید کننده ابریشم و صادر کننده آن است. کشور چین و هند در مراحل بعدی قرار دارند. الیاف ابریشم ممکن است از کرم ابریشم اهلی (تربیت شده) و یا از کرم ابریشم های وحشی حاصل شود. مشاهده میکروسکوپی ابریشم خام حاکی از سطح ناهموار، دارای بافت متقاطع و چین خوردگی است. ابریشم نیز همانند پشم ساختمان پلی پتیدی دارد. تفاوت عمده پشم و ابریشم از نظر اسید آمینه های موجود در آنها، تنها اسید آمینه سیستین است که در پشم وجود دارد، اما ابریشم فاقد آن است (پیشین: ۱۶۴-۱۵۵)

## الیاف بشر ساخته باز یافتی

### الیاف ویسکوز (یا ویسکوز ریون)

ماده اولیه الیاف ویسکوز ریون سلولز است که از لینترهای پنبه (الیاف کوتاه پنبه‌ای) و یا از خمیر چوب حاصل از درختان تهیه می‌شود. چوب درختان را به ابعاد ریز خرد کرده توسط محلول بی‌سولفیت کلسیم و بوسیله بخار تحت فشار، عملیات پخت صورت می‌گیرد. پس از حذف مواد غیر سلولزی، پلیمر سلولز به صورت خمیری شکل باقی می‌ماند و پس از طی فرآیندهای شیمیایی محلول سلولزی به دست آمده قابلیت تولید الیاف را دارد و در نهایت به اندازه‌های مشخص کوتاه و بسته‌بندی و به کارخانجات ریسندگی و بافندگی ارسال می‌شود. (پیشین: ۱۸۰-۱۶۵)

### الیاف استات (استات سلولز)

زنجیره‌های طولانی مولکول سلولز، اساس ساختمان شیمیایی سلولز استات را تشکیل می‌دهد. تفاوت اساسی این الیاف با ویسکوز ریون و کویر آمونیوم این است که در استات بیشتر گروه‌های هیدروکسیل سلولز به استیل تبدیل شده است. برای تهیه الیاف استات نیز مانند ویسکوز ریون و ریون کویر آمونیوم از منابع سلولز طبیعی نظیر لینترهای پنبه و چوب درختان استفاده می‌شود. طی فرآیند شیمیایی گروه‌های هیدروکسیل سلولز تبدیل به گروه‌های استیل می‌شود. (پیشین)

### الیاف مصنوعی (الیاف سنتز شده)

#### الف- نایلون ۶

پلی‌آمیدها تولیدات سنتزی و دارای گروه تکرار شونده آمید CONH در طول زنجیره اصلی هستند. پلی‌آمیدها را از منومرهای مختلف می‌توان سنتز کرد. نایلون ۶ به وسیله ترکیبات آمینوکاپروئیک اسید به دست می‌آید. چون منومر این ماده دارای شش اتم کربن می‌باشد معروف به نایلون ۶ است.

الیاف نایلون به صورت مخلوط با سایر الیاف به کار می‌رود، اما مصرف عمده آن در جوراب‌های نازک است. (توانائی، ۱۳۷۷)

#### ب. - نومکس

پلیمر نومکس از واکنش دو ماده آروماتیک به نام‌های متافنیلین دی‌آمین و ایزوفنالیل کلراید تهیه می‌شود. (حاجی شریفی، ۱۳۷۴)

### بررسی جنایی الیاف

اثبات حضور مظنون در صحنه وقوع جرم یکی از مهم‌ترین پارامترهای مورد بررسی جنایی است، این مسأله از طریق قرارگیری الیاف نساجی مشابه الیاف لباس قربانی یا صحنه جرم بر روی لباس مظنون یا از طریق کشف الیافی مشابه لباس مظنون در صحنه جرم قابل حصول است.

### مدرک الیاف

الیاف کوچک‌ترین جزء مواد نساجی و طول آنها بسیار بزرگتر از قطر آنها است. الیاف می‌توانند به طور طبیعی از گیاهان و یا حیوانات تهیه شوند اما می‌تواند الیاف مصنوعی نیز باشد، یک لیف می‌تواند به تنهایی یا با سایر الیاف ریسیده شود تا به شکل نخ در آید. این نخ می‌تواند به صورت تار و پودی یا حلقوی بافته شود و پارچه را تشکیل دهد. نوع و طول الیاف مورد استفاده، نوع روش ریسندگی و نوع پارچه ساخته شده همه بر روی انتقال الیاف و اهمیت همخوانی الیاف تأثیر می‌گذارد.

این مسئله هنگامی ارزشمند است که احتمال انتقال الیاف بین مظنون و قربانی در طول ارتکاب جرم وجود داشته باشد. همان طور که قبلاً ذکر شد، الیاف را می‌توان به عنوان مدرک ردیابی که از لباس مظنون به لباس قربانی در طول ارتکاب جرم منتقل می‌شود بررسی کرد، الیاف همچنین می‌تواند از منبع منسوج از قبیل فرش، رختخواب یا مبل موجود در صحنه

جرم نیز منتقل شود. این انتقال‌ها می‌تواند مستقیم (اولیه) و یا غیرمستقیم (ثانویه) باشد. انتقال اولیه هنگامی اتفاق می‌افتد که الیاف مستقیماً از منسوج بر روی لباس قربانی منتقل شود، الیاف همچنین می‌تواند از منبع منسوج از قبیل فرش، رختخواب یا مبل موجود در صحنه جرم نیز منتقل شود. در حالی که انتقال ثانویه زمانی رخ می‌دهد که الیافی که از قبل بر روی لباس مظنون منتقل شده است بر روی لباس قربانی منتقل شود. درک مکانیزم انتقال اولیه و ثانویه زمانی مهم است که صحنه جرم بازسازی شود. هنگامی که بین دو فرد تماسی رخ می‌دهد یا هنگامی که تماس بین اجزاء موجود در صحنه رخ می‌دهد این احتمال وجود دارد که انتقال الیاف رخ دهد. این، بدین معنا نیست که انتقال الیاف همواره رخ می‌دهد. در نوع خاصی از منسوجات الیاف به خوبی ریزش نمی‌کند (جامه دهنده) و برخی دیگر از منسوجات الیاف را به خوبی نگه نمی‌دارد (جامه دریافت‌کننده). نحوه ساخت و ترکیب الیاف منسوج، مدت زمان و نیروی تماس و شرایط پوشاک از لحاظ آسیب‌دیدگی از جمله بررسی‌های مهم است.

یکی از بررسی‌های مهم، مدت زمان بین تماس فیزیکی واقعی و جمع‌آوری اجزاء لباس از مظنون یا قربانی است. اگر قربانی غیر متحرک باشد الیاف بسیار کمی گم می‌شود در حالی که لباس مظنون الیاف انتقالی را سریعاً از دست می‌دهد. احتمال پیدا کردن الیاف انتقالی بر روی لباس مظنون بعد از گذشت یک روز از تماس ممکن است بعید باشد و این امر بستگی به استفاده بعدی یا دستکاری لباس دارد.

الیاف طبیعی بسیار مختلفی که منشاء گیاهی و حیوانی دارد در ساخت منسوجات قابل استفاده هستند، پنبه یکی از عمومی‌ترین الیاف گیاهی است که اغلب در مواد نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تنوع در نوع پنبه، طول الیاف و میزان تاب این الیاف زیاد است و تکنیک‌های فرآیندی و عملیات رنگی نیز ارزش شناسایی الیاف پنبه را متأثر می‌سازد، سایر الیاف گیاهی مورد استفاده در محصولات نساجی شامل فلکس، رامی، سیسال، جوت، کنف، کاپوک و نارگیل هستند. سطح مقطع الیاف بشر ساخته می‌تواند به طور خاصی باشد، بعضی از سطح مقطع‌ها نسبت به بقیه مرسوم‌تر و برخی از سطوح تنها ممکن است فقط برای دوره زمانی کوتاهی تولید شود، مواجه شدن با سطح مقطع‌های غیرعادی در طول بررسی جنائی

به اهمیت همخوانی الیاف می‌افزاید. (دیدریک، ۲۰۰۴: ۴-۲)

## رنگ الیاف

رنگ، ارزش حاصله از الیاف خاص را متأثر می‌سازد. چگونگی به‌کارگیری رنگ و جذب آن در طول الیاف جزو خواص مقایسه‌ای مهم تلقی می‌شود. در منسوجاتی که رنگ محو شده یا رنگ زدایی روی آنها اعمال شده ارزش همخوانی الیاف افزایش می‌یابد. (پیشین: ۴)

## تعداد الیاف

تعداد الیاف شناسایی شده بر روی لباس قربانی جهت تطابق با لباس مظنون در تعیین درگیری واقعی مهم است. تعداد الیاف بیشتر می‌تواند نشان‌دهنده درگیری بیشتر بین افراد باشد.

## مکان الیاف

جایی که الیاف پیدا می‌شود ارزش همخوانی الیاف خاص را متأثر می‌سازد. قرارگیری الیاف بر روی نواحی مختلف یا بر روی شیء خاص در صحنه جرم اهمیت همخوانی الیاف را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

## تعیین منبع الیاف

هنگامی که الیاف مجهول با الیاف مربوط به پارچه‌ای با منبع مشخص مقایسه می‌شود، تصمیم گرفته می‌شود که آیا این الیاف می‌تواند از پارچه معلوم نشأت گرفته باشد یا خیر. همچنین ناتوانی در مرتبط ساختن قطعی الیاف با منبعی خاص به وسیله روش‌های مختلف از اهمیت همخوانی الیاف می‌کاهد، تنوع وسیع انواع الیاف، رنگ‌های مختلف الیاف و انواع پارچه می‌تواند همخوانی الیاف را بسیار مهم کند. زیرا ارزش همخوانی الیاف بستگی به نوع الیاف، رنگ الیاف، تعداد الیاف منتقل شده، مکانی که الیاف کشف می‌شود و سایر فاکتورها

دارد. (پیشین: ۵)

## انتقال الیاف و پایداری

الیاف نساجی به وسیله انتقال مستقیم (انتقال اولیه) یا انتقال غیر مستقیم (انتقال ثانویه) به سطح یک جسم منتقل می‌شوند، احتمال انتقال بستگی به نوع پارچه حین درگیری و ماهیت و زمان درگیری دارد. مطالعات نشان داده است که الیاف منتقل شده سریعاً گم شده که این امر بستگی به نوع پارچه دارد، برای مثال لباس قربانی کشته شده، الیاف منتقل شده را به مدت طولانی تری حفظ می‌کند زیرا قربانی حرکتی ندارد. (پیشین)

## ماهیت درگیری

نوع درگیری فیزیکی بین مظنون و قربانی می‌تواند تعداد الیاف منتقل شده و ارزش مکانی کشف‌شان را تعیین کند، طول کشیدن درگیری فیزیکی شدید باعث ازدیاد الیاف انتقالی می‌شود.

## همخوانی الیاف متعدد

الیاف متعدد یافت شده بر روی قسمت‌های مختلف لباس یا پارچه حاصله از مظنون، قربانی و صحنه جرم، به طور مؤثر احتمال درگیری بین افراد مختلف و صحنه را افزایش می‌دهد. (پیشین: ۶)

## مدرک الیاف، اهمیت ارجاع

هنگامی که الیاف بر روی لباس قربانی با الیاف معلوم حاصل از لباس مظنون تطابق حاصل می‌کند، این امر می‌تواند پدیده مهمی باشد، تطابق الیاف مصنوعی رنگ شده یا الیاف طبیعی رنگ شده می‌تواند بسیار ارزشمند باشد، در حالی که تطابق الیاف مرسوم از قبیل پنبه سفید یا پنبه کتان آبی ارزش کمتری دارد. در بعضی موقعیت‌ها حضور پنبه سفید یا آبی هنوز می‌تواند

مقداری ارزشمند باشد. کشف انتقال دو جانبه<sup>۱</sup> و انتقال الیاف متعدد بین لباس مزنون و لباس قربانی به طور چشمگیری احتمال اینکه دو شخص درگیری فیزیکی داشته اند را افزایش می دهد (پیشین : ۷)

## شناسایی الیاف

شناسایی کیفی الیاف نساجی کار مشکلی بوده و ممکن است نیاز به آزمایشات متعددی داشته باشد.

این آزمایشات شامل می شود بر:

۱. آزمایش سوزاندن: محل قرارگرفتن لیف را در گروه های الیاف مشخص می کند، اما به ندرت یک لیف خاص را شناسایی می کند.
۲. ارزیابی میکروسکوپی: در بعضی موارد ممکن است یک لیف مشخص را شناسایی کند.
۳. قابلیت حل شیمیایی: می توان برای دسته بندی کردن الیاف در گروه های کلی از آن بهره جست.

## نحوه بررسی نمونه ارسال شده به بخش بافت شناسی

الف- مقایسه نمونه صحنه و نمونه مربوط به مظنون

### ۱- بررسی رنگ

نمونه پارچه و یا الیاف مورد مقایسه از ظاهر رنگی برخوردار است. مسلماً دو تکه پارچه که از رنگ مشابهی برخوردار نیستند در ابتدای مقایسه رد می شود، این بررسی باید برای پشت و روی پارچه صورت گیرد. در صورتی که یکی از نمونه ها پارچه و دیگری الیاف باشد باید بررسی کرد که آیا در پارچه از رنگ مشابه نمونه الیاف استفاده شده است یا خیر. در صورت تشابه رنگی جهت مقایسه باید از روش های دیگر استفاده نمود.

### 1. Cross transfers

## ۲- بررسی نوع بافت

امروزه دستگاه‌ها و روش‌های بسیار مختلفی جهت بافتن پارچه به‌کار گرفته می‌شود. علاوه بر این دستگاه‌ها قابلیت برنامه‌ریزی داشته و با توجه به نوع طرح مورد دلخواه پارچه را می‌بافند بنابراین، تنوع بافت پارچه‌ها بسیار زیاد است. فرض کنید دو نمونه پارچه را که مربوط به صحنه و مظنون است، باید مورد بررسی قرار داد. در صورتی که دو نمونه از ترکیب رنگی یکسانی و یا تقریباً مشابهی برخوردار باشند باید بررسی شود که آیا از بافت یکسانی برخوردار هستند یا خیر، برای بررسی این امر پارچه را در جهت پود آن قرار داده و نحوه حرکت پودها از میان تارها بررسی می‌شود. لازم به ذکر است که نخ‌های تار ممکن است از الیاف فیلامنتی طویل تهیه شده باشد که این امر جهت شناسایی نخ تار مفید است.

## ۳- بررسی نوع بافت نخ

نمونه‌های ارسالی ممکن است از تارهای نخ یا پارچه باشد که از بافت یکسانی برخوردار هستند. در این صورت توجه به نوع الیاف تشکیل دهنده نخ‌ها ممکن است سودمند باشد. ممکن است نخی از الیاف بسیار طویل تشکیل شده باشد در حالی که نخ دیگر از ریسیده شدن الیاف کوتاه تشکیل شده باشد. علاوه بر این، وجود الیاف بسیار طویل یعنی الیاف فیلامنتی نشان‌دهنده ماهیت مصنوعی بودن آنها است زیرا تنها الیاف مصنوعی و ابریشم طبیعی به صورت فیلامنت‌های طویل تهیه می‌شود در حالی که الیاف کوتاه ممکن است طبیعی یا مصنوعی باشد.

## مدرک مو

موها عمدتاً از ترکیبات پروتئینی کراتین، تشکیل شده که می‌تواند به عنوان روینده ظریف بر روی پوست پستانداران تعریف شود. در انسان موهای روی سر، نواحی شرمگاهی، پاها و سایر نواحی بدن خصوصیات دارنده که تعیین‌کننده رستگاه آنها است. به دلیل این که در حین درگیری‌های فیزیکی موها می‌توانند جابه‌جا شوند، حضورشان



می‌تواند متهم را به قربانی یا متهم و قربانی را به صحنه جرم مرتبط سازد، نوع موهایی که کشف می‌شود و شرایط و تعداد موهای پیدا شده همگی بر میزان ارزش مدرک گردآوری شده در بررسی‌های جنایی اثر می‌گذارد. (دیدریک، ۲۰۰۰: ۱)

مقایسه خواص میکروسکوپی موهای مجهول با نمونه‌های معلوم جهت تشخیص این که آیا چنین انتقالی رخ داده است، کمک زیادی می‌کند.

### بررسی میکروسکوپی مو

بررسی موهای انسان در آزمایشگاه تشخیص جنایی معمولاً توسط میکروسکوپ نوری صورت می‌گیرد و این بررسی معمولاً فرآیند دو مرحله‌ای است

#### ۱- شناسایی موی مجهول

۲- مقایسه موهای معلوم با موهای مجهول.

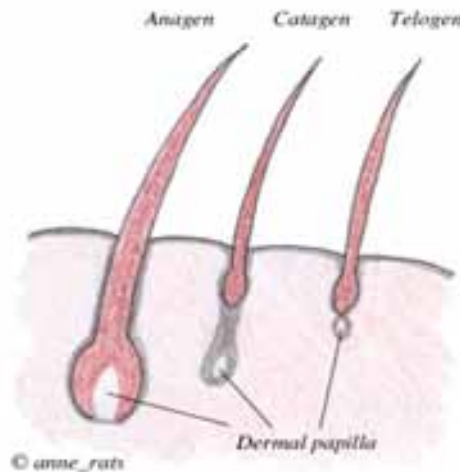
شناسایی این مدارک به‌ویژه در جنایت‌های خشونت‌بار (از قبیل قتل، تجاوز به عنف، ضرب و جرح‌های شدید) که درگیری‌های فیزیکی رخ می‌دهد، مفید است. در جنایت‌هایی از قبیل دزدی و سرقت‌های مسلحانه ممکن است بقایایی از نمونه‌ها و تکه لباس حاوی مو بر جای بماند که در شناسایی مظنون مهم است. (پیشین: ۴-۱)

اهمیت مو به عنوان مدرک، مربوط به متنوع بودن خواص مو بین افراد مختلف جامعه است که امکان پیش‌بینی را به وسیله مقایسه میکروسکوپی فراهم می‌کند. فاکتورهای زیادی بر روی اعتبار بررسی مو اثر دارد که از آن جمله می‌توان به ورزیدگی بررسی‌کننده، نوع انتقال، تناسب موی معلوم و داشتن امکانات اشاره کرد. مقایسه موها یک فرآیند چند مرحله‌ای است. در ابتدا مشخص می‌شود که آیا منشاء موی مجهول از حیوان است یا انسان، اگر منشاء مو حیوانی باشد باید بررسی بیشتری صورت گیرد.

## آناتومی مو و دوره‌های رشد آن

هنگامی که موها رشد دوره‌ای، آنازن<sup>۱</sup> و فاز تلوزن<sup>۲</sup> یا خوابیده را آغاز می‌کند، خواص میکروسکوپی ویژه‌ای دارد که از روی آنها می‌توان دوره رشد مو را تعیین کرد. در طول فاز آنازن، موها رشد فعالی دارد و مواد روی بدنه مو به وسیله سلول‌های موجود در فولیکول رسوب می‌کند. با فعالیت متابولیکی و تقسیمات سلولی، بر روی و اطراف برآمدگی پوستی (زائده‌های بافتی)، ریشه مو طی فاز آنازن رو به بالا رشد کرده تا اجزاء اصلی مو (مدولا، کورتکس، کوتیکول، و غلاف همراه ریشه) شکل گیرد. در طول فاز تلوزن، فولیکول‌ها (غدد ترشحی) در حالت خوابیده یا ایستا هستند. از طرفی دوره انتقال بین فاز آنازن و تلوزن، فاز کاتاژن<sup>۳</sup> نامیده می‌شود. (روبرتسون، ۱۹۹۹: ۵۲-۴۰)

موها معمولاً در طول فاز تلوزن از بین می‌روند و منبع اولیه مدرک را فراهم می‌کند، مثالی از ریزش طبیعی را هنگامی که شخص موهای سر خود را شانه می‌کند، می‌توان مشاهده کرد.



نحوه اتصال موها در دوره‌های مختلف رشد

1. Anagen phase
2. Telogen phase
3. Catagen phase

هر مو در هر فازی از رشد که باشد دارای یک ساقه است که از پوست بیرون می‌آید و یک ریشه دارد که در عمق پوست بوده و همراه این قسمت لااقل یک حفره چربی و یک عضله راست کننده مو وجود دارد. ریشه مو به وسیله لوله‌ای از جنس اپیدرم و درم به نام فولیکول مو احاطه شده است. این فولیکول‌ها در انتهای عمقی مو ایجاد برجستگی می‌کنند که پیاز مو نامیده می‌شود. در وسط انتهای عمقی مو برآمدگی به شکل عدد ۸ وجود دارد که پایپلا نام دارد و از بافت همبند و موینه‌های ظریفی پر شده است. در ساختمان مو از داخل به خارج سه قسمت تشخیص داده می‌شود. (پیشین: ۱۶-۱۴)

#### ۱- مغز مو (مدولا)

عبارت است از یک استوانه به قطر ۲ تا ۳ سلول که در محور مرکزی قرار دارد. سلول‌های مدولای مو مکعبی فشرده و شاخی بوده، گاهی به وسیله حباب‌های هوا از یکدیگر مجزا می‌شود. (پیشین: ۱۸-۱۶)

#### ۲- قشر مو (کورتکس)

ضخامت عمده مو مربوط به ناحیه قشری یا کورتکس است. کورتکس مو از سلول‌های دوکی پهن اسیدوفیل و شاخی شده تشکیل یافته که ذرات ملانین را از مانوسیت‌ها دریافت داشته است. در موهای سیاه که سلول‌های کورتکس آنها ملانین بیشتری دارد، تیروزین به خوبی اکسید نشده و در کورتکس موهای سفید رنگدانه از بین رفته است (پیشین: ۲۲-۸)

#### ۳- پوسته (کوتیکول)

بیرونی‌ترین پوشش مو بوده و به صورت لایه بسیار نازکی از یک طبقه سلول پهن است که هر سلول بی‌هسته و شاخی شده، آن قسمت از سلول‌های مجاور را می‌پوشاند. همین امر باعث شکل‌گیری فلس‌ها و پولک‌هایی به حالت نیمه نیمه شده که روی هم قرار گرفته و جهت آنها به سوی انتهای نوک مو است. (پیشین: ۲۵-۲۲)

## اساس مورفولوژی موهای انسانی

نظم و توزیع و ظاهر خواص میکروسکوپی موهای افراد در نواحی مختلف این اجازه را به متخصصین بررسی می دهد که تفاوت بین موی افراد را مشخص کنند، اهمیت مقایسه را نمی توان ندیده گرفت چرا که مقایسه به افراد این قابلیت را می دهد که چهره دوستان و بستگان را در جمعیت از طریق گوش ها، چشم ها، بینی و دهانی که دارند تشخیص دهند. همچنین مقایسه یکی از ابزارآلات اثبات در ریاضیات است. (دیدریک ۲۰۰۰: ۵)

## موی حیوانات

کشف موی حیوان بر روی مدارک فیزیکی می تواند مذنون یا آن مکان را به جرم و خشونت مرتبط سازد. هنگامی که موی حیوانی پیدا می شود نیاز است که نوع حیوان مشخص گردد و مقایسات میکروسکوپی با سایر نمونه موهای حیوانی معلوم که در مجموعه بانک اطلاعاتی حیوانات ویژه قرار دارد انجام گیرد، اگر موی مجهول، خواص میکروسکوپی یکسانی با یک موی معلوم نشان داد، مشخص می شود از کدام حیوان نشأت گرفته است. (پیشین: ۴-۵)

## موی انسانها

تماس فیزیکی باعث انتقال مو می شود. این انتقال می تواند مستقیماً از ناحیه ای که موها رشد کرده است، (انتقال اولیه) یا از لباس افراد صورت گیرد (انتقال ثانویه). موهایی که بر روی لباس مذنون یا قربانی پیدا می شود و به طور طبیعی ریزش پیدا کرده، باعث انتقال از نوع اولیه و ثانویه می شود، موهایی که به زور کنده شده، نشان دهنده یک درگیری شدید است. (پیشین)

## تعیین نواحی بدن

نواحی بدن که مو از آنجا نشأت گرفته به وسیله مورفولوژی های عمومی تعیین می شود، طول، شکل، سایز، رنگ، سختی، میزان پیچ خوردگی (فر) و ظاهر میکروسکوپی همگی به ناحیه

خاصی از بدن تعلق می‌گیرد، ظاهر پیگمان‌ها و مدولا نیز در شناسایی نواحی بدن تأثیر دارد. به دلیل این که تغییرات زیادی بین افراد در موی سر و ناحیه شرمگاهی وجود دارد فعالیت‌های اصلی در تشخیص جنایی و مقایسه روی موهای مختلف در نواحی سر و ناحیه شرمگاهی متمرکز است.

### موی سر

موهای ناحیه فرق سر طویل بوده، تغییرات قطری ملایم دارد، دارای بافت قابل انعطاف بوده، اغلب نوک مدور و ساییده شده و به طور کلی بافت خشن و سفتی دارد. موی سر معمولاً از بزرگ‌ترین موهای موجود روی بدن انسان‌ها است. (روبرتسون، ۱۹۹۹: ۹۵-۸۹)

### موی ناحیه شرمگاهی

موهای ناحیه شرمگاهی اغلب زبر و ظاهری سیمی شکل دارند، آنها تغییرات قطری قابل بررسی یا پیچش‌هایی را نشان می‌دهد و اغلب مدولای مداوم یا غیر مداوم دارند، در حالی که نوک‌های باریک شونده مرسوم هستند، این موها ممکن است دچار سائیدگی یا بریدگی نیز شده باشند. (دیدریک ۲۰۰۰: ۷-۶)

### موهای صورت

موهای صورت عموماً موهای ریش یا سبیل نامیده می‌شود. موهای ریش و سبیل دارای قطری زمخت با سطح مقطعی نامنظم و یا سه ضلعی و مدولای زمخت و ممتد است و ظاهری خشن و زبر دارد. (پیشین: ۷)

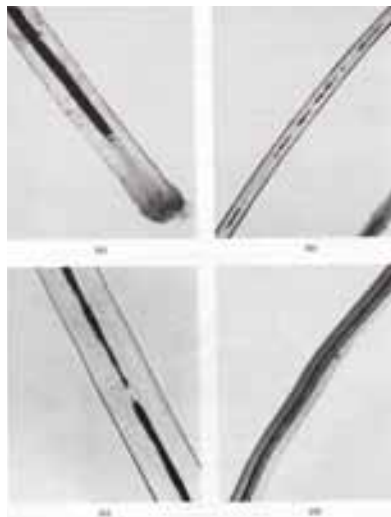
### موهای دست و پا

موهای حاصل از دست و پا را (limp) گویند. موهای ناحیه دست و پا دارای قطر باریک با تغییرات کم و مدولای پهن و غیر ممتد و ظاهری دانه دانه‌ای و دارای بافتی نرم است. این

موها از نظر طولی کوتاه تر و قوسی شکل بوده و اغلب سائیده و نوک تیز است، پیگمان‌ها در موهای دست و پا عموماً گرانبولی بوده و مدولاً ناچیز یا غیر مداوم است. هر چند که موهای دست و پا به طور مرسوم در آزمایشگاه‌های تشخیص جنایی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. (پیشین: ۷)

### موهای سایر نواحی بدن

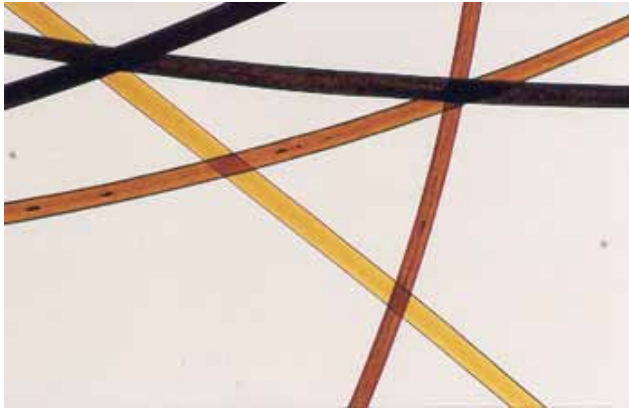
موهای قفسه سینه دارای ساقه‌ای با قطر متوسط و تغییرات کم بوده، بافت خشنی داشته و دارای نوک طویل، باریک و کمانی شکل است. موهای زیر بغل دارای ظاهری عمومی شبیه موهای ناحیه شرمگاهی، لیکن دارای نوک طویل و باریک است. به طور کلی موهای زیر بغل، موی قفسه سینه، موهای چشم و موهای بینی معمولاً مقایسه نمی‌شود، همانند موهای دست و پا و موهای حاشیه‌ای، حضورشان تنها ممکن است به تصدیق اطلاعات به دست آمده در طول بررسی‌ها کمک کند. (روبرتسون، ۱۹۹۹: ۸۹-۸۴)



مدولای موی انسان. (a) مدولای مداوم در یک موی مربوط به ناحیه شرمگاهی. (b) مدولای قطعه قطعه. (c) مدولای منقطع یا گسیخته، هنگامی که تشکیل مدولاً در پياز منقطع باشد کورتکس جایگزین مدولاً می‌شود. (d) یک موی دو مدولایی مربوط به ریش.

## عمل کردن و برداشتن

حضور عملیات مصنوعی از قبیل رنگ یا شستشو را می توان از طریق بررسی های میکروسکوپی شناسایی کرد، نظر به این که موهای سر با سرعت یک سانتیمتر در ماه رشد می کند زمان تقریبی این عملیات را می توان با اندازه گیری طولی از مو که عمل نشده است، تعیین کرد. مقایسه مجاور (side by side) رنگ موهای مجهول و موهای عمل شده (معلوم) عموماً توسط بررسی کننده های مو انجام می گیرد (دیدریک ۲۰۰۰: ۷)



چند نمونه موی رنگ شده  
(بیولوژی جنائی مرکز تشخیص هویت پلیس آگاهی ناجا)

## جمع آوری مو

- مو باید نمونه ای کامل همراه با ریشه باشد.
  - مو باید در دوره رشد یعنی فاز آناتژن باشد.
  - موهایی با طول مشابه از نواحی یکسانی از بدن باید انتخاب شود.
  - نمونه برداری باید تا جایی که امکان دارد بلافاصله بعد از وقوع جرم صورت گیرد زیرا نمونه های حاوی مو ممکن است بر اثر گذشت زمان و شرایط دگرگون شود.
- (روبرتسون، ۱۹۹۹: ۱۸۰-۱۷۹)

گذشت زمانی بیش از چندین ماه تا سال می‌تواند از معنی دار بودن مقایسه موهای سر بکاهد. در حالی که گذشت چندین سال ممکن است تأثیر اساسی بر روی مقایسه معنی دار موهای ناحیه شرمگاهی نداشته باشد. (دیدریک ۲۰۰۰: ۱۰-۹)

### اهمیت مدرک مو

اهمیت نتایج بررسی مو به روش جمع‌آوری مدرک مورد استفاده در صحنه جرم و فرآیند به‌کار گرفته شده بر روی مدرک، روش بررسی مدرک و مهارت بررسی کننده مو بستگی دارد. موی سر و موهای نواحی شرمگاهی عموماً نسبت به موهای سایر نقاط بدن از اهمیت بالاتری برخوردار است.

- فرآیند شناسایی موها شامل بررسی و مقایسه میکروسکوپی و مقایسه خواص مو در کل طول تار مو است. موهای طویل‌تر خواص بیشتری برای مقایسه دارد و تغییرات بیشتری در طول دارد و درجه اهمیت آن افزایش پیدا می‌کند.

### مقایسه میکروسکوپی

چندین نتیجه‌گیری از بررسی و مقایسه میکروسکوپی موی انسان‌ها قابل حصول است، هنگامی که موی مجهول با موی معلوم توسط میکروسکوپ مورد مقایسه قرار می‌گیرد تمام طول تار مو به انضمام کل خواص میکروسکوپی تار مو مقایسه می‌گیرد. در آنالیز تارهای مو، بررسی کنندگان مو ممکن است مطالب زیر را بحث کنند:

- موی مجهول خواص میکروسکوپی مشابه با موی معلوم داشته و بنابراین منشاء موی مجهول با موی معلوم یکی است.

- موی مجهول خواص میکروسکوپی غیر مشابهی با نمونه موی معلوم دارد و بنابراین نمی‌تواند از منبع یکسانی نشأت گرفته باشد.

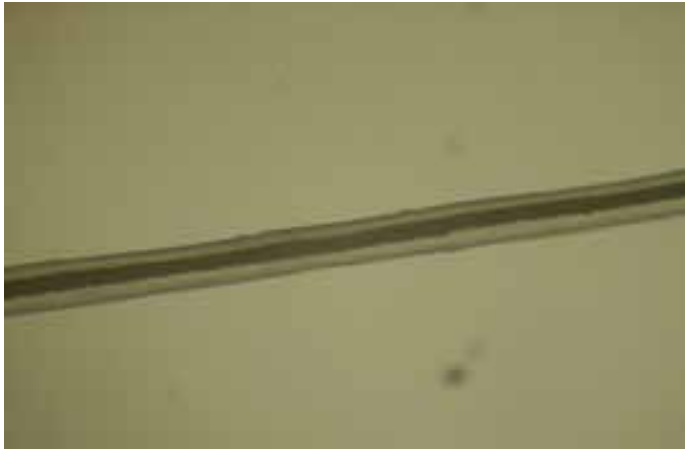
از مقایسه مو برای شناسایی قطعی افراد استفاده نمی‌شود، باید توجه داشت به دلیل اینکه پیدا کردن مو از دو فرد متفاوت که خواص میکروسکوپی یکسانی داشته باشند، نادر است و



یافته‌های میکروسکوپی یا تطابق اساساً برای همخوانی قوی تر است. فاکتورهایی که مقایسه منفی موها را قوت می‌بخشد، شامل مقدار زیادی نمونه موی معلوم، کم بودن تغییرات درون نمونه‌ای تعداد دو یا بیشتر موی مجهول که با هم در ضرب و شتم پیدا می‌شود و با نمونه موهای معلوم اختلاف نشان می‌دهد، مقایسه منفی موها را قوت می‌بخشد. (روبرتسون، ۱۹۹۹)

### DNA میتوکندریال و مو (mt DNA and hair)

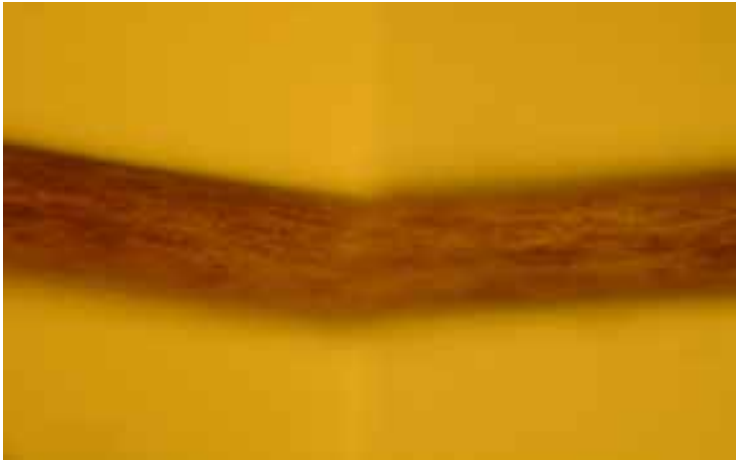
قسمت اعظم مواد ژنتیکی در سلول‌های انسان در هسته قرار دارد. علاوه بر آن DNA خارج از هسته نیز وجود دارد. میتوکندری یکی از اندامک‌های درون سلولی و خارج از هسته است که دارای DNA حلقوی مستقل است و برخلاف DNA هسته که از هر دو والدین به ارث می‌رسد تنها از طریق مادر منتقل می‌شود. یکی از خصوصیات mt DNA انتقال آن از سلول مادری به فرزند است. و این خاصیت در ردیابی خانواده‌ها و جمعیت‌ها مفید است به بیان دیگر همهٔ ترادف‌های mt DNA بین فرد و خویشان مادری یکسان و قابل ردیابی هستند. در حال حاضر آزمایش‌هایی که روی موهای به‌دست آمده در صحنه جرم انجام می‌گیرد به سرعت جای خود را به آزمایش‌های mt DNA می‌دهند چرا که روش mt DNA می‌تواند اطلاعات عینی تر و دقیق‌تری را در اختیار کارشناسان صحنه جرم قرار دهد. در حدود ۹۳٪ از تارموها حاوی اطلاعات mt DNA است. حتی موهایی که ۳۰ سال در شرایط محیطی مناسب قرار داشته باشند و از صدمات محفوظ باشد می‌توان DNA آنها را استخراج و تعیین هویت کرد. (ملتون، ۲۰۰۵)



تصویر فوق متعلق به موی قفسه سینه انسان (Thorax) است.  
به مدولای ضخیم و کاملاً پیوسته و ممتد آن توجه کنید.  
(بیولوژی جنایی مرکز تشخیص هویت پلیس آگاهی ناجا)



تصویر میکروسکوپی از پیوسته (کوتیکول) موی انسان  
به میزان فلس ها و برآمدگی ها توجه کنید.  
(بیولوژی جنایی مرکز تشخیص هویت پلیس آگاهی ناجا)



به تشابهات بین موی صحنه و موی حاصل از مظنون توجه کنید.  
قطر یکسان، عدم وجود مدولا، میزان برابری تکاثف رنگدانه ها  
(بیولوژی جنایی مرکز تشخیص هویت پلیس آگاهی ناجا)



تصویر مقایسه‌ای دو عدد تار مو  
(بیولوژی جنایی مرکز تشخیص هویت پلیس آگاهی ناجا)

فهرست منابع:

- 1- Hairs, Fibers, Crime, and Evidence, Part 1: Hair Evidence, Douglas W. Deedrick, FORENSIC SCIENCE COMMUNICATIONS, VOLUME2, JULY 2000.
- 2- Hairs, Fibers, Crime, and Evidence, Part 2: Fiber Evidence, Douglas W. Deedrick, FORENSIC SCIENCE COMMUNICATIONS, VOLUME2, JULY 2000.
- 3- Hairs, Fibers, Crime, and Evidence, Part 3: Crime and Evidence, Douglas W. Deedrick, FORENSIC SCIENCE COMMUNICATIONS, VOLUME2, JULY 2000
- 4-Forensic Examination of Hair, James Robertson, 1999
- 5- Melton, et al., JFS V50, N1, 2005

۶. حاجی شریفی، محسن - ساسان نژاد، جواد (۱۳۷۴) خصوصیات الیاف نساجی، ناشر مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۸۶.
۷. توانایی، حسین - ادیسی محمد حسن (۱۳۷۷) الیاف بشر ساخته، ناشر ارکان.