نشریه آموزشی- پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور
فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی
شماره ۲۳، تابستان ۱۳۹۶
ص‌ص: ۱۷~۲۴

شناسائی شکل داخلی الیاف شترهای یک‌کوهانه بومی با میکروسکپ نوری و الکترونی

- **مهناز صالحی** (نویسنده مسئول)
عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران، کرج
- **زهرا عبادی**
عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران، کرج

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۲۶۳۴۴۳۰۰۱۰
Email: Msalehi572000@gmail.com

چکیده:
شناسائی دقیق الیاف برای محافظت و نگه‌داری آن‌ها از نظر نساجی مهم است. در کنار این اطلاعات، خصوصیات و نحوه مصرف الیاف و نیز مسیر نگه‌داری انواع الیاف معلوم شده و ممکن است در نمایان کردن جزئیات منشا و تاریخچه فرآوری الیاف کمک کند. روش‌های متفاوتی در شناخت الیاف از یکدیگر به‌کار می‌رود. آزمایش‌های میکروسکپی از روش‌های معمول است که به همراه اندازه‌گیرهای فیزیکی و شیمیائی، راه‌های شناخت انواع الیاف و عملیات انجام گرفته بر روی آن‌ها را فراهم می‌سازد. بررسی انواع الیاف و تجزیه و تحلیل ساختار سطحی فلس آن‌ها توسط میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی پویشی هنوز از روش‌های مرجع است. مطالعه برای تعیین مدولا و ویژگی‌های فلس با تهیه ۱۴ نمونه از الیاف شترهای یک کوهانه انجام گرفت. همه الیاف مورد آزمایش به رنگ شتری روشن (آهوئی) بودند. با فرو بردن نمونه الیاف در مایع بخصوصی برای وضوح بهتر فلس‌ها، ویژگی‌های مدولائی و نوع فلس‌ها با میکروسکپ نوری مشاهده شد. میانگین فراوانی فلس‌ها در ۱۰۰ میکرون طول قابل مشاهده توسط میکروسکپ الکترونی با بزرگنمائی ۵۰۰ و ۲۰۰۰ برابر اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها دارای دامنه قطر الیاف ۱۴ تا ۵۷ میکرون با متوسط قطر ۲۲/۶ میکرون و متوسط الیاف ضخیم ۱۸ درصد بودند. نتایج نشان دادند که متوسط و دامنه تعداد فلس‌ها در الیاف ظریف شترها، ۶/۸ با دامنه ۵/۵ تا ۸/۷ عدد بود. اما در الیاف نیمه ضخیم و یا متوسط، به‌طور متوسط ۸/۹ با دامنه ۸/۰ تا ۱۱/۲ بود. این مطالعه نشان داد که فراوانی و طرح فلس‌ها مشابه الیاف سایر شترهای دنیا است.

واژه‌های کلیدی: الیاف حیوانی، طرح فلس، لبه فلس، مدولا

Applied Animal Science Research Journal No 23 pp: 17-24

Identification of Internal Morphology from Dromadry Camel Fibres by Optical and Scanning Electron Microscope (SEM)

By: M. Salehi*. Z. Ebadi
msalehi572000@gmail.com

Accurate identification of fibres is important to textile conservators. Such knowledge, in conjunction with an understanding of the properties and usage of textile materials, will inform conservation, display and storage strategies. It may further help to annotate biographical detail concerning the origins of the textile and related history. Microscopy has traditionally afforded the principal means of identifying historic fibres, alongside simple chemical and physical tests. Optical and Scanning Electron Microscope (SEM) is still the preferred method of fibre type and analyzing surface scale structure. Experiments were conducted with 14 samples were collected from one hump camels to determine medulla and scale parameters. All samples in this study were colored (brown, fawns). The medullated characteristics and type of scales were visualized by an optical microscope by coating the fiber samples with a special liquid that enhances the contrast of the scales. Mean scale frequency per 100 micron (µ) field of view as measured by the SEM at 500 and 2000X magnification. The samples had a range diameter of 14-57 µ with a mean of 22.6 µ and 18 % coarse fibers. The results indicated that the average and range frequency scales for fine (down) fibers were 6.8 and 5.5 to 8.7 scales. However this traits for intermediate and coarse (hair) fibers were 8.9 and 8 to 11.2 scales. This study has appeared that scaled frequency and pattern similar to the other world camel fibers.

Key words: Animal fibers, Scale edge, Scale pattern , Medulla

مقدمه

اولین قدم برای شناسائی الیاف تعیین نوع آن است. در مدتی نه چندان دور در اوایل قرن بیستم اغلب پارچه‌ها از الیاف حیوانی، پنبه، کتان و ابریشم بافته می‌شد. لذا شناسائی آن‌ها با لمس و دیدن آسان بود. امروزه طیف وسیعی از الیاف مصنوعی در بازار پدیدار شده است که تشخیص ظاهری آن از الیاف طبیعی تاحدی مشکل است. به‌علاوه پیشرفت صنایع به‌حدی رسیده است که الیاف را به‌صورتی با هم مخلوط و ترکیب می‌کند که یک منسوج یک‌پارچه تولید می‌شود که تجزیه و تشخیص کامل و یا شناسائی منسوج را مشکل می‌کند. با توجه به این‌که برای دستیابی به بعضی از خصوصیات مطلوب در منسوج، الیاف مختلفی با هم مخلوط می‌شوند که ارزش ریالی و مصرفی متفاوتی دارند. با این‌که احتمال دارد، به دلیل شرایط فرآوری قبلی مانند عملیات دباغی، شیمیائی و یا فیزیکی مخرب، دچار مشکل شده باشند، بالاجبار باید نوع، مقدار مصرف و شرایط هرکدام معلوم شود.

روش‌های متفاوتی در شناخت الیاف از یکدیگر به کار می‌رود که از ابتدائی‌ترین راه‌ها آتش زدن ساده الیاف به نام تست سوخت است که نوع و طبیعت لیف را نشان می‌دهد و با علائمی مانند شعله، بو، زمان شعله‌وری و اثرات باقی‌مانده حاصل از سوخت شروع می‌شود. آزمایش‌های اولیه دیگر شامل لکه‌گذاری، حلالیت، نقطه ذوب و ضریب انعکاس تکمیل‌کننده‌ها در شناسائی الیاف است. سایر ابزارها از جمله کالری‌متری تشخیصی پویشی (DSC)[1]، جداسازی گرمایشی[2]، تجزیه‌ای ترموگراویمتریک

[1] Differential scanning calorimetry
[2] Thermal analysis

(TGA)[3] ، میکروسکوپ الکترونی انتقالی (TEM)[4] میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) [5] جزئیات دقیق‌تری را نشان می‌دهند. استفاده از روش‌های جدید ژنتیکی با آزمایش DNA نیز کاربرد دارد (Tumlison, 2007). گرچه آزمایش‌های اسپکتروسکپی و کروماتوگرافی نیز در مواقعی به‌کار می‌رود ولی روش‌های پیشرفته میکروسکپی اغلب با تجارب پیچیده کامپیوتری با هم ادغام می‌شود. لذا آزمایش‌های میکروسکپی با کمک اندازه‌گیری‌های فیزیکی و شیمیائی روش‌های شناخت نوع و عملیات انجام گرفته بر روی الیاف است (Houck, 2009).

از صفاتی که در شناسائی الیاف منفرد نه منسوج شده اهمیت دارد، در درجه اول خصوصیات فلس است، ولی همین‌طور وجود رنگدانه (پیگمان) و مشخصه‌های دیگر بصری به‌علاوه اندازه‌های کمی وجود دارند که شاخص‌هائی مانند قطر، تراکم فلس‌ها و ضخامت فلس‌ها هستند (Ryder and Stephenson, 1968). برای دسترسی به روش آخر دو روش جدید معمول شده است که شامل روش‌های میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی پویشی است (Ainsworth and Zhang, 2005; Harizi and Sakli, 2015).

این مقاله در ابتدا به بیان توضیحاتی در مورد خصوصیات الیاف حیوانی بالاخص ویژگی‌های میکروسکپی می‌پردازد. عوامل مؤثر در تهیه تصویر و تفاوت شناسائی بین میکروسکوپ نوری و الکترونی به طور اختصار مورد توجه قرار می‌گیرد و سپس خصوصیات درونی و مشخصات فلسی الیاف شتر بحث خواهد شد.

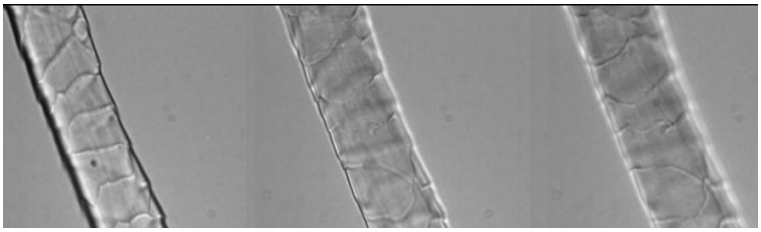
مواد و روش‌ها

خصوصیات الیاف و تشخیص آن‌ها از لحاظ ساختمان فلس و سایر مشخصات با میکروسکوپ نوری و الکترونیکی از روش‌های مناسب و علمی است. روش عمل بر پایه منابعی مانند ASTM-629, AATCC-20A, Wildman and Bray, است که شامل فتوگرافی‌های است که بعضی از خصوصیات اصلی انواع الیاف را شناسائی می‌کند. شاخص‌های شناسائی و تهیه تصاویر از الیاف مختلف از طریق روش‌های مختلف استاندارد مانند ASTM-629, AATCC-20A توصیف شده است (Houck, 2009; AATCC, 2017; ASTM, 2015; Wortmann and Phan, 2004). اشکالات موجود در روش نوری محدودیت در وضوح میکروسکوپ است (بهترین وضوح در حدود ۰/۳ میکرون است). همین‌طور حداقل عمق زمینه (۱ تا ۲ میکرون) منجر به عدم وضوح سطوح الیاف می‌شود. به‌علاوه میکروسکوپ نوری از طریق هدایت نور، اشکال را نمایش می‌دهد و این باعث بروز سایه محو در دو طرف لبه‌های تار می‌شود (شکل ۱).

پرفایده‌ترین این روش مشاهده رنگدانه یا پیگمان‌های درون لیف است. در حالی‌که خاصیت مهم میکروسکوپ الکترونی ایجاد تصاویر با وضوح بالا (کمتر از ۲نانومتر) و تشکیل عمق نسبتاً وسیعی از ناحیه تصویر است (Harizi and Sakli, 2015).

این باعث می‌شود که کل سطح لیف با جزئیات زیاد (بستگی به میزان وضوح یا رزولوشن تصویر) دیده شود و بنابراین قضاوت درست‌تری از مشخصات سطح الیاف به‌دست می‌دهد. در حالی‌که خصوصیات داخلی لیف از طریق میکروسکوپ نوری بهتر معلوم می‌شود و وقتی میکروسکوپ روی ساقه لیف متمرکز می‌شود طرح فلس‌های کوتیکولی دیده می‌شود (Ainsworth and Zhang, 2005).

[3] Thermogravimetric analysis
[4] Transmission electron microscopy
[5] Scanning electron microscopy



شکل ۱ - تصاویری از یک لیف با سه نقطه از وضوح دید در میکروسکوپ نوری

بنابراین روش‌های میکروسکوپی برای این منظور می‌تواند مفید و قابل دسترس‌تر باشد.

برای تعیین خصوصیات میکروسکوپی الیاف شتر ۱۴ نمونه از الیاف شترهای یک کوهانه تهیه شد. همه الیاف مورد آزمایش رنگی و به‌رنگ شتری روشن (آهوئی) بودند. دامنه قطر الیاف ۱۴ تا ۵۷ میکرون و متوسط ۲۲/۶ میکرون و متوسط الیاف ضخیم ۱۸ درصد بودند. برای تهیه خصوصیات مدولائی و نوع فلس‌ها از میکروسکوپ نوری با بزرگنمائی ۵۰۰ برابر استفاده شد.

الیاف در ابتدا برای بهبود میزان وضوح در مایع پارافین غوطه‌ور شدند.

اندازه‌گیری خصوصیات طول و تراکم الیاف با میکروسکوپ الکترونی در دو بزرگنمائی ۵۰۰ و ۲۰۰۰ برابر به‌دست آمد. برای این کار نمونه الیاف در پوشش ۲۰ تا ۳۰ انگسترون از طلا به وسیله میکروسکوپ الکترونی مشاهده شد. طول سلول‌های فلسی، تراکم، ارتفاع زاویه لبه فلس به‌دست آمد. طول فلس‌هائی که دور ساقه لیف را تشکیل می‌دادند به عنوان میانگین فراوانی فلس‌ها (MSF)[6] در ۱۰۰ میکرون از ناحیه قابل مشاهده با میکروسکوپ الکترونی به‌دست آمد. تعداد فلس‌های کورتیکلی در ۱۰۰ میکرون از دایره دید اندازه‌گیری شد و تراکم فلس‌ها به‌صورت میانگین فراوانی فلس‌ها تعین شد.

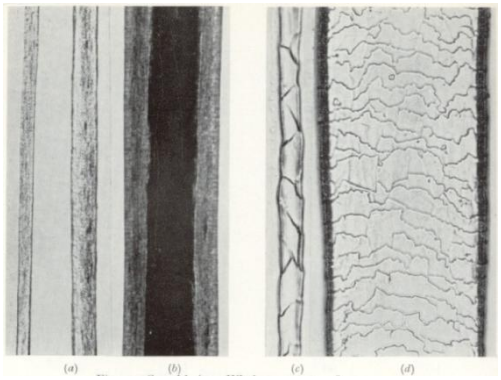
نتایج و بحث

میکروسکوپ نوری: در مقطع طولی الیاف، طرح فلسی در الیاف ضخیم نامشخص و ناپیدا بوده و در الیاف ظریف به‌صورت غنچه‌ای مشاهده شد. با این که واریاسیون زیاد در قطر الیاف بیده شتر وجود داشت ولی قطر یکنواخت در طول لیف برای هر درجه از واریاسیون بیده در مطالعه حاضر (جدول ۱، اشکال ۲ الی۴) مشابه سایر منابع مشاهده شد (Dougbag, 1987; Houck, 2009). در مشاهده طرح[7] و لبه فلس[8] (الیاف شتر، ملاحظه می‌شود که فلس‌های اپیدرمی به دلیل وجود رنگدانه‌های رنگی درلایه کورتیکل به اشکال قابل مشاهده هستند. لبه فلس‌ها معمولاً صاف و اغلب دارای زاویه زیاد بین ۵۰ تا ۷۰ درجه از ساقه اصلی لیف هستند و فقط در الیاف خیلی ظریف لبه فلس‌ها نسبت به محور اصلی لیف قائم قرار گرفته‌اند. در یک بررسی اختلاف بارزی در ساختمان فلس‌ها بین الیاف تولید شده از شترهای ایرانی و افغانی با چین و مغولستان دیده نشده است (Von Bergen, 1963).

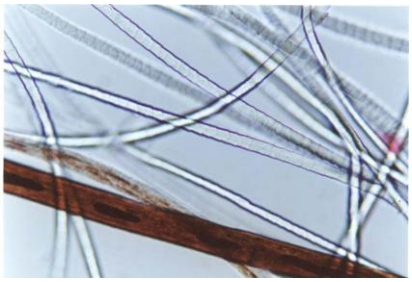
[6] Mean scale frequency
[7] Scale pattern
[8] Scale margin(

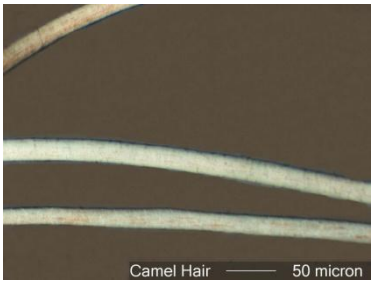
جدول ۱ - خصوصیات مقطع طولی الیاف بیده شتر در مشاهده میکروسکپ نوری

	نوع لیف	مدولا	توزیع رنگ‌دانه
ظریف	قطر یکنواخت و منظم، صاف	بدون مدولا یا نقطه‌ای	پراکنده بعضی اوقات رگه‌ای
حدواسط	قطر منظم، صاف	ممتد با تراکم کم	کمی متراکم، رگه‌ای
ضخیم	قطر یکنواخت و منظم، صاف	ممتد و غیر بریده با تراکم کم	کمی متراکم، رگه‌ای



شکل۲- نمایش میکروسکپی مقطع طولی و طرح فلس‌ها در الیاف شتر a) الیاف کرکی مربوط به پوشش زیرین b) الیاف مو c) طرح فلس الیاف ظریف کرکی d) طرح فلسی الیاف ضخیم





اشکال ۳ و ۴ - مقطع طولی و طرح فلس‌ها الیاف شترهای مورد مطالعه با میکروسکپ نوری (سمت چپ) و منبع (سمت راست)

گرانول‌های رنگی در الیاف ظریف مورد آزمایش روشن، کم، پراکنده و نزدیک به میانه لیف بود تا کناره آن. در حالی‌که در الیاف ضخیم رنگدانه‌ها تیره‌تر و در تمام پهنای لیف تجمع یافته‌اند (شکل ۳). رنگدانه‌ها در الیاف ضخیم چین و مغولستان اغلب به صورت توده‌های بزرگ و مجتمع بوده که هرچقدر به مرکز یا قسمت مدولائی لیف نزدیک می‌شود، بزرگ‌تر می‌شدند. در خیلی از الیاف ناحیه‌ای که بلافاصله در زیر کوتیکول قرار گرفته نسبتا بدون رنگدانه است. الیاف ظریف‌تر موئی دارای رنگ روشن‌تر یا آهوئی بوده، گرانول‌های رنگی به تعداد کمتر و پراکنده‌تر هستند و در مشاهده میکروسکپی در مقطع طولی گرانول در لیف پخش و به حالت رگه‌های کوتاه دیده می‌شوند. در الیاف موئی تیره ایرانی و افغانی، پیگمان‌ها دورتر از مرکز لیف تجمع یافته است به طوری که تجمع و تمرکز بیش‌تری از گرانول‌های رنگی به شکل حلقوی در طول لیف در کناره و یا در اپیدرم آن دیده می‌شود. اختلاف بارزی در ساختمان فلس‌ها بین الیاف تولید شده از الیاف چین، مغولستان با الیاف ایرانی و افغانی به‌دست نیامده است (Von Bergen, 1963).

شکل ۵- مشاهده طرح فلس و لبه‌های آن به صورت رنگی در الیاف ظریف شتر با ۱۰ سانتی‌متر طول که با میکروسکوپ الکترونی گرفته شده است.

میکروسکوپ الکترونی (SEM)**:** الگوی فلس‌ها در روی ساقه الیاف ظریف کرکی به‌صورت غنچه‌ای و کوتاه با لبه‌های خارجی کم‌فاصله از هم دیده می‌شود (شکل ۵). بر این اساس ارتفاع خیلی کوتاه فلس‌ها مشخص می‌کند که چرا تولیدات منسوجی الیاف شتر دارای زیردست بسیار عالی نسبت به الیاف پشم با متوسط قطر مشابه است.

در الیاف حدواسط با قطر متوسط و الیاف ضخیم دو نوع الگوی فلسی دیده می‌شود. یکی شامل طرح موزائیکی نامنظم موج‌دار در نیمه پائینی لیف با لبه صاف فاصله کم از هم، که به طرف بالای ساقه لیف به‌صورت ساده نامنظم موج‌دار با لبه‌های دندانه یا کنگره‌ای موج‌دار کوچک نزدیک هم تبدیل می‌شود (جدول ۲ و شکل ۶).

در بعضی الیاف، به‌خصوص در الیافی با قطر متوسط، تغییر شکل از نوع لبه ساده به کنگره‌ای یا دندانه‌ای ممکن است و مجدد با فلس‌های با لبه صاف دنبال می‌شود. این تغییر عکس ممکن است دو یا سه بار در طول لیف تا انتهای آن تکرار شود، به طوری‌که لبه‌های کنگره‌ای در نوک لیف مشاهده شود. لایه کورتیکالی به صورت خطوط منظم است که با رنگدانه‌ها پر شده است. این رنگدانه‌ها خطوط را مشخص‌تر می‌کنند.

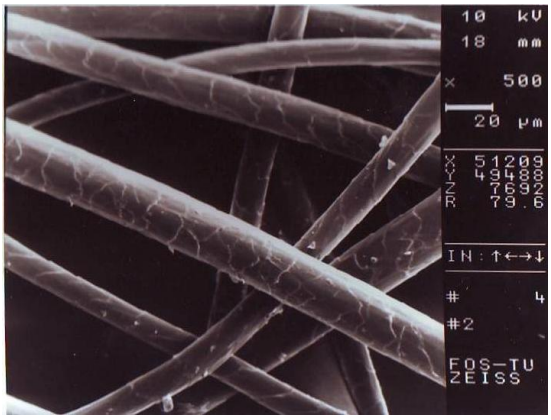
جدول ۲- ارزیابی میکروسکوپ الکترونی از طرح فلس الیاف شتر

نوع لیف	ابتدای لیف	وسط لیف	نوک لیف
ظریف	موزائیک موج‌دار، صاف، لبه فلس‌ها نزدیک به هم یا با فاصله کم		
حدواسط	موزائیک موج‌دار غیر منظم، صاف: لبه‌ها با فاصله		موج‌دار غیر منظم، کنگره‌ای با لبه نزدیک به هم
ضخیم	موزائیک موج‌دار غیر منظم، صاف: لبه‌های نزدیک	موزائیک موج‌دار غیر منظم، دندانه‌دار کنگره‌ای با لبه نزدیک یا خیلی نزدیک	موج‌دار غیر منظم، کنگره‌ای با لبه نزدیک به هم

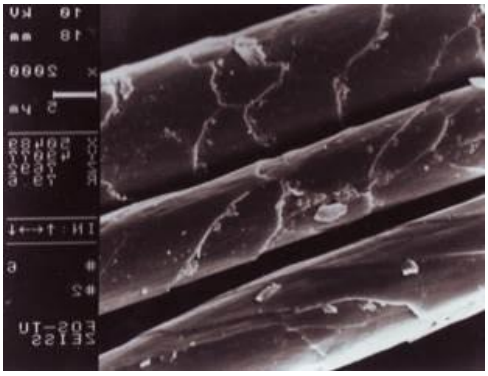
شکل ٦- مشاهده طرح فلس و لبه‌های آن به‌صورت رنگی
در الیاف حدواسط شتر

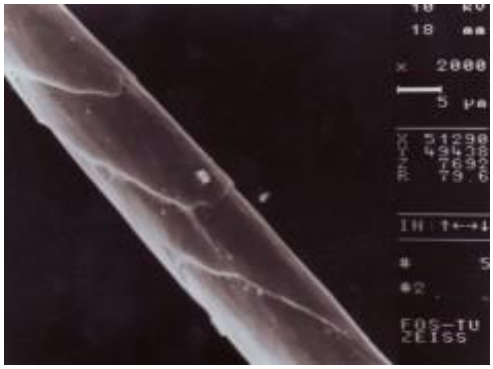
تعداد فلس‌ها در هر ۱۰۰ میکرون برای الیاف ظریف شترهای مطالعه حاضر مربوط به ۷ نمونه، به‌طور متوسط ۶/۸ با دامنه ۵/۵ تا ۸/۷ بود. در این نوع الیاف هر فلس تقریباً به‌طور کامل به دور لیف پیچیده است (دو لیف بالا و پائین از عکس ۱۵ و لیف میانی عکس ۸ و لیف عکس ۹). اما تعداد فلس‌ها در الیاف نیمه ضخیم و یا متوسط مربوط به ۷ نمونه، به‌طور متوسط ۹/۱ با دامنه ۸/۰ تا ۱۱/۲ بود. این نوع از الیاف دارای فلس‌هائی با لبه کنگره‌ای و زاویه کم با ساقه لیف بوده و معمولاً هر فلس قسمتی از دور لیف را می‌پوشاند و لذا ممکن است در هر مقطع چندین فلس مشاهده شود (لیف میانی از عکس ۷ و لیف بالائی از عکس ۹). تعداد فلس‌ها در هر ۱۰۰ میکرون برای شترهای مغولی، به‌طور متوسط ۶/۲ با دامنه ۴ تا ۹ گزارش شده است.

میانگین بالاتر فراوانی فلس‌ها نشان‌دهنده فلس‌های کوتاه‌تر است. مطالعات مشخص کرده است که دامنه این صفت در پشم بسته به دامنه قطر الیاف بین ۱۰ تا ۱۲ عدد و در کشمیر موکشی شده بین ۶ تا ۸ عدد و ۶ تا ۷ عدد در الیاف غیرموئی موهر می‌باشد. میانگین طول فلس و فراوانی فلس در الیاف با قطر بین ۱۶ تا ۱۹ میکرون مربوط به الیاف پشم به‌ترتیب ۸ میکرون و ۹ عدد و برای کرک شتر، ۴ میکرون و ۶ تا ۹ عدد گزارش شده است (Dougbag, A.EL.S. 1987; Tumlison R. 2007.).



عکس ۷ - تصاویر میکروسکوپ الکترونی از مقاطع طولی و طرح فلسی الیاف شترهای مورد آزمایش
(دو لیف بالا و پائین، ظریف و لیف میانی، نیمه ضخیم است)





عکس‌های ۸ (سمت چپ) و ۹(سمت راست)- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از مقاطع طولی و طرح فلسی الیاف مورد آزمایش را نشان می‌دهند (دو لیف میانی عکس ۸ و لیف عکس۹ ظریف هستند و لیف بالائی از عکس ۹ نیمه ضخیم است).

منابع

AATCC. (2017). Textile examination digital microscope. AATCC. 20 / 20A. Retrieved on September 7. 2017 from https://www.microscopeworld.com.

Ainsworth, W. D. and Zhang, L. (2005). Microscope analysis of animal fibre blends. PRATO Fibre Gorini (S.A.S.). Via Dei Fossi - 59100 Prato (PO).

ASTM. (2015). Standard Test Methods for Quantitative Analysis of Textiles. ASTM D629-15. ASTM International. West Conshohocken. PA. www.astm.org.

Dougbag, A. EL. S. (1987). Scanning electron microscopy of the skin and skin appendages of the camel (*camelus dromedarius*). Zeitschrift fur mikroskopisch anatomische forschung. 101(4): 723-734.

Harizi, T. and Sakli, F. (2015). Microscopic analysis of wool/dromedary hair blends. Proceedings of the International Camel Conference. Al-Hasa. Saudi Arabia. 17-20 February 2013. Camel Publishing House. Bikaner. India: Record number : 20153416614. Pp.383-386.

Houck, M. M. (2009). Identification of textile fibers - Woodhead Publishing Series in Textiles. ISBN: 978-1-84569-266-7.

Tumlison, R. (2007). Characteristics of mammalian hair. Material paper. Conference for Exchanging Opinions With Cashmere Trade (manufacturing, distribution and marketing) and CCMI (Cashmere and Camel Hair Manufactures Institute).

Von Bergen, W. (1963). Wool handbook. Interscience publishers. Pp: 366-383.

Wortmann, F. J., and Phan, K. H. (2004). The accurate analysis of speciality fibre/wool blends. Wool Record. 163(3720): 51.