

# اهمیت اندازه‌گیری مقاومت الیاف و رابطه آن با سایر صفات در پشم داخلی

مهناز صالحی<sup>۱</sup>- نصرت ا. طاهرپور<sup>۲</sup>- حمیدرضا انصاری رنانی<sup>۳</sup>

ملیحه کمالپور<sup>۴</sup>

۱ و ۲ و ۳ - اعضاء هیئت علمی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور

۴ - کارشناس مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور

چکیده :

برای تعیین مقاومت دسته الیاف و رابطه آن با سایر ویژگیهای پشم از ۱۹۸ نمونه الیاف گوسفند نژاد بلوچی استفاده شد. بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها، اندازه‌گیری قطر، طول دسته الیاف، طول الیاف و مقاومت بترتیب با دستگاههای میکروپرورزکتور، خط کش، آلتتر، و اینسترون انجام گرفت. برای داده‌پردازی داده‌ها ضربه همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SAS بکار رفت میانگین و اشتباہ معیار قطر الیاف، ضربه تغییرات قطر، طول دسته الیاف، طول اوتراالیاف و طول بارب الیاف و تناسیتی و بارپارگی بترتیب  $1/9$   $27/89 \pm 2/8$  میکرون،  $2/8 \pm 0/7$  درصد،  $39/86 \pm 0/3$  سانتی‌متر،  $28/07 \pm 2/0$  میلیمتر،  $42/49 \pm 3/0$  گرم‌نیرو/تکس و  $0/24 \pm 0/44$  کیلوگرم بود. همبستگی بین طول دسته الیاف با طول بارب، ضربه تغییرات طول و تناسیتی و بارپارگی مثبت و در سطح  $<0/0001$  معنی‌دار بود. طول بارب با قطر و تناسیتی همبستگی مثبت معنی‌دار  $<0/0001$  p داشت. همینطور همبستگی تناسیتی با ضربه تغییرات قطر منفی و معنی‌دار  $<0/0003$  p ولی با قطر معنی‌دار نبود.

واژگان کلیدی : گوسفند بلوچی، همبستگی، طول دسته الیاف، طول الیاف، قطر، تناسیتی .

مقدمه :

۸۰ درصد از واریاسیون طول اوتر<sup>۲</sup> در روبان پشم<sup>۳</sup> و میزان ضایعات حاصل از فرآوری آن به متوسط قطر الیاف، مقاومت و طول دسته پشم، مقدار مواد گیاهی و نقطه پارگی در دسته پشم مربوط می‌شود(۱۱). کیفیت منسوج تولیدی همین‌طور مراحل عمل آوری پشم در درجه اول به متوسط قطر و سپس به دامنه قطر الیاف توده پشم بستگی دارد به علاوه ضربه تغییرات قطر روی تاشدگی، شقی نخ و کیفیت تماسی (زبری و نرمی) منسوج نهایی اثر می‌گذارد. این یکنواختی بین گله‌های یک نژاد، گوسفندان یک گله و بین دسته‌های پشم یک بیده و حتی بین خود دسته‌ها و در طول دسته پشم اهمیت دارد. فقدان یکنواختی در الیاف دسته پشم که خصوصاً در الیاف پشم قالی به دلیل وجود الیاف مدولائی و الیاف کمپ نمایان‌تر است بدترین عیب پشم محسوب می‌شود. زیرا امکان جداسازی الیاف مختلف موجود در یک توده پشم وجود ندارد(۴). نایکنواختی قطر الیاف درون یک دسته در این گوسفندان بیش از پشم‌های ظرفی بوده و ایجاد دسته پشم مخروطی در آنها می‌کند. این ویژگی از کاربرد پشم قالی در تهیه انواع منسوجات می‌کاهد و باعث می‌شود، این نوع پشم اغلب در تولید منسوجات ضخیم از جمله انواع کفپوشها و پارچه‌های ضخیم پشمی بکار رود(۱۴). از دیگر ویژگی‌های الیاف نساجی یکسانی مقاومت کششی یا استحکام الیاف در سرتاسر طول آنها است. مخصوصاً در پشم‌های ظرفی مقاومت جزء مهمترین خصوصیت پشم بحساب می‌آید بطوری که ۴۸٪ ارزش پشم به ظرافت، ۲۱٪ به مقاومت، ۱۰٪ به مواد گیاهی و ۷٪ به طول و بقیه به سایر موارد اختصاص می‌یابد(۷). اهمیت مقاومت در عملیات شانه‌زنی برای تهیه نخ وقتی مشخص می‌شود که پشم بتواند استقامت کافی در برابر تنش‌های مختلف مراحل حلاجی و

\*- ahri@abdnnet.com

<sup>۱</sup> - Hauteur

<sup>۲</sup> - Tops

شانه‌زنی که فشار مکانیکی سختی به الیاف وارد می‌شود، داشته باشد. در این صورت به آن پشم سالم تلقی می‌شود. چنانچه قسمتهایی از الیاف مقاومت ضعیفی داشته باشد، بخوبی قادر به تحمل فشار وارد نبوده و مقادیر قابل توجهی از الیاف پاره می‌شود. این شکنندگی وسعت مؤثر را در طول الیاف کاهاش داده و سبب افزایش مقدار الیاف کوتاه خارج شده به صورت ضایعات شانه خواهد گشت. پشم‌ها از لحظه مقاومت در دامنه سالم یا قوی تا شکننده و ضعیف قرار دارند. دسته‌های الیاف پشم با تناسیتی بالاتر از ۳۰ نیوتون/کیلوتکس به عنوان الیاف خیلی خوب در برابر تنش‌های عملیات نساجی، ۲۰ تا ۳۰ نیوتون/کیلوتکس نسبتاً شکننده، ۱۰ تا ۲۰ نیوتون/کیلوتکس شکننده و زیر ۱۰ به الیاف پوسیده اطلاق می‌شود.<sup>(۷)</sup>

### مواد و روش‌ها:

نمونه برداری، آماده‌سازی و اندازه‌گیری نمونه‌ها  
تعداد ۵۸ رأس گوسفند ماده از گوسفندان بلوچی ایستگاه عباس آباد مشهد انتخاب شدند. گوسفندان مورد آزمایش شیششکهای ماده متولد بهمن و اسفند ۱۳۷۶ بودند. که در دو فصل و دو سال پیاپی از آنها نمونه‌برداری شد و جملاً ۱۹۸ دسته لیف مورد آزمایش قرار گرفت. قبل از پشم‌چینی طول دسته الیاف: با خطکش با حساسیت ۵/۰ سانتی‌متر معین شد. و سپس نمونه‌ای با وزن تقریبی ۲۰ گرم از محل پهلوی راست برداشت شد و در آزمایشگاه از نمونه‌های فرعی نمونه اصلی نمونه‌های فرعی جدا و با آب گرم محتوى ماده شوینده غیریونی، شسته و سپس خشک شدند و سپس در مایع دی‌کلرومستان به مدت چند دقیقه برای خارج شدن ملقبی چربی قرار گرفتند و بعد از خشک شدن با دست موادی گردیدند.

برای اندازه‌گیری قطر الیاف قسمتی از نمونه به وسیله میکروتوم هاردی به مقاطع طولی کوتاه بریده شده و در زیر میکروپرژکتور و با بزرگنمایی X۵۰۰ تعداد بیش از ۱۰۰ تار با روش ۷۸-ASTM.D2130 اندازه‌گیری شد.<sup>(۹)</sup>  
در اندازه‌گیری طول الیاف نمونه فرعی دیگری جدا شده ابتدا با دست موادی و سپس از دستگاه آلمتر<sup>۱</sup> برای اندازه‌گیری طول استفاده شد. نخست نمونه‌ها در قسمت موادی کننده الیاف قرار گرفت و پس از موادی شدن طول الیاف به دو روش اوتر (روش شمارشی اندازه‌گیری طول) و بارب<sup>۲</sup> (روش وزنی اندازه‌گیری طول) به دست آمد.

برای اندازه‌گیری بارپارگی و تناسیتی از روش ASTM.D-1294 استفاده شد.<sup>(۸)</sup> برای انجام آزمایش سه دسته لیف کوچک از نمونه الیاف موادی شده انتخاب شد و مقدار هر دسته لیف به حدی برداشته شد که الیاف مابین گیره‌ها بعد از بارگی به وزن ۱۵ تا ۲۵ میلی‌گرم برسد. سپس یک قطعه با طول ۱ اینچ از هر کدام از آنها با چسباندن نوار چسب به دو انتهای طولی الیاف بدست آمد. نمونه آماده شده روی دستگاه اینسترون با سلول بار ۱۰۰ کیلوگرم (کیلونیوتون) به صورتی که فاصله گیره‌ها از یکدیگر ۱ اینچ ۲/۵۴ سانتی‌متر باشد، سوار شد و دستگاه برای سرعت حرکت ۲۵ سانتی‌متر در دقیقه تنظیم گردید. بعد از پاره شدن لیف، الیاف مابین نوار چسب‌ها بریده و توزین گردید. با قرار دادن وزن نمونه و میزان بارپارگی در فرمول زیر مقدار تناسیتی یا مقاومت کششی بدست آمد.

$$\text{Breaking tenacity (gf / tex)} = (b / M) \times 2 / 540 \times 10^{-5}$$

که: b بارپارگی دسته الیاف به گرم نیرو و M وزن دسته لیف پاره شده به گرم است.  
روش محاسبه و تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای پردازش داده‌ها از روش تعیین ضریب همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SAS استفاده شد<sup>(۱۳)</sup>

### نتایج:

چنانچه از جدول ۱ مشخص است، میانگین طول دسته الیاف، قطر، ضریب تغییرات قطر و تناسیتی بترتیب ۶/۹ سانتی‌متر، ۲۷/۹ میکرون، ۴/۴ گرم نیرو/تکس بدست آمده است و نیز همبستگی طول دسته الیاف با طول اوتر منفی و با طول بارب، ضریب تغییرات طول و تناسیتی با توجه به حدول ۲ مثبت و معنی دار p<0.001 بوده است. همین‌طور طول اوتر با طول بارب، ضریب تغییرات طول و قطر همبستگی مثبت معنی دار p<0.001 داشت. ضریب تغییرات قطر با تناسیتی و بارپارگی همبستگی منفی و معنی دار p<0.001 بود

<sup>۱</sup> - Almeter

<sup>۲</sup> - Barbe

جدول ۱ : میانگین و انحراف معیار مربوط به الیاف پشم گوسفندان بلوچی

صفت	تعداد	اشتیاه معیار $\pm$ میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
طول دسته الیاف (سانتیمتر)	۱۹۸	۶/۹۵ $\pm$ ۰/۰۷	۲/۱۵	۳/۷	۱۳/۷
طول الیاف به روش اوتر (میلیمتر)	۱۹۸	۲۸/۰۷ $\pm$ ۲	۵/۶۵	۱۷/۲	۴۵/۲
طول الیاف به روش بارب (میلیمتر)	۱۹۸	۴۲/۴۹ $\pm$ ۳	۸/۰۸	۲۲/۹	۶۶/۵
ضریب تغییرات طول الیاف در روش اوتر (درصد)	۱۹۸	۷۰/۸۶ $\pm$ ۵/۰۴	۱۶/۶۲	۳۳/۳	۱۱۳/۷
ضریب تغییرات طول الیاف در روش بارب (درصد)	۱۹۷	۴۹/۸۹ $\pm$ ۳/۵	۱۲/۰۷	۲۳/۸	۷۷/۷
میانگین قطر (میکرون)	۱۹۸	۲۷/۸۹ $\pm$ ۱/۹۸	۴/۰	۱۹/۶	۳۸/۵
ضریب تغییرات قطر (درصد)	۱۹۸	۳۹/۸۶ $\pm$ ۲/۸	۷/۰۴	۲۷/۸	۷۵/۴
تناسیتی (گرم نیرو/تکس)	۱۹۸	۴/۴۱ $\pm$ ۰/۳	۱/۸۸	۰/۴۳	۹/۷۰
بارپارگی (کیلوگرم)	۱۹۸	۳/۴۴ $\pm$ ۰/۲۴	۱/۶۲	۰/۲۳	۷/۲

جدول ۲ : ضرائب همبستگی پیرسون صفات پشم با یکدیگر و حدود اطمینان

صفت	طول اوتر	طول بارب	ضریب تغییرات طول	ضریب تغییرات قطر	ضریب تغییرات قطر	تناسیتی	بارپارگی
طول	۰/۵۵	-۰/۰۲۵	۰/۷۳	۰/۶۲	-۰/۱۰	۰/۳۳	۰/۵۳
دسته الیاف	۰/۰۰۰۱	۰/۷۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
طول اوتر	۰/۶۷	-	-۰/۴	-۰/۶	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۱۶
طول بارب	-	-	-	۰/۰۰۰۱	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۰۲
ضریب				-۰/۳۶	۰/۶۳	۰/۰۲	۰/۰۶
تغییرات طول اوتر				-	۰/۱۱	۰/۳۸	۰/۵۸
ضریب				-	۰/۱۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
تغییرات طول بارب				-	۰/۰۰۰۱	-	-
ضریب				-۰/۳۶	۰/۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۴۳
تغییرات طول بارب				-	۰/۹۲	۰/۰۰۰۱	۰/۵۸
ضریب				-۰/۵۲	-۰/۴۸	۰/۳۳	۰/۴۲
تغییرات طول بارب				-	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
قطر الیاف				-	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۵	۰/۰۸
ضریب تغییرات قطر				-	۰/۹	۰/۹۴	۰/۲
ضریب تغییرات قطر				-	-۰/۰۰۰۳	-۰/۰۰۰۲	-۰/۱۷
تناسیتی				-	-	-	۰/۷۵
				-	-	-	۰/۰۰۰۱

## بحث و نتیجه‌گیری

اندازه و واریاسیون صفات در ترازهای مختلف متفاوت است. بطورمثال طول دسته الیاف، طول کشیده شده، قطر و نیروی بارپارگی لیف در پشم گوسفندان آواسی ۱۲ سانتی متر، ۳۱/۹ میکرون، ۱۶/۴ گرم می‌باشد و دامنه قطر در بینه از ۱۰ تا ۱۵۰ میکرون وسعت دارد(۱۲). در آزمایش روی پشم گوسفند باهارات مقدار قطر، مدولاسیون، تناسیتی و افزایش طول در زمان پارگی بترتیب ۲۰/۳۲ میکرون، ۱/۶٪، ۸/۱۹ گرم/تکس و ۱۹/۹٪ حاصل شده است(۱۲). در پشم نیوزلند واریاسیون بالائی در بین دسته‌های پشم همچواییک بینه بدست آمده است، طول دسته الیاف، قطر و مقاومت در پشم این گوسفند به ترتیب ۱۴/۵ و ۱۳/۴ سانتی متر، ۳۴/۱ و ۳۲/۹ میکرون، ۰/۳۹ و ۱/۸۷ گرم/تکس ذکر شده است.(۱۰).

گوسفندان بلوچی خالص و سویه‌های آن تقریباً ۲۲ درصد جمعیت کل گوسفند و بره کشور را شامل می‌شود که در قسمت وسیعی در نواحی شرقی، مرکزی و حاشیه کویرهای ایران پراکنده‌اند. این گوسفندان ۴۰ درصد پشم سفید داخلی را تولید می‌کنند. در بررسی‌های مختلف انجام شده بر روی پشم این گوسفند دامنه میانگین قطر، ضریب تغییرات قطر و طول دسته الیاف را بترتیب ۲۵ تا ۳۳/۷ میکرون، ۷/۳۶ تا ۷/۳۸ درصد و ۹/۳ تا ۱۰/۲ سانتی متر بدست آمده است(۱۳،۱۴). بطوری که ملاحظه می‌شود مقادیر اندازه‌گیری شده صفات در بررسی فعلی در دامنه نتایج مطالعات فوق در مورد گوسفند بلوچی و گوسفندان پشم قالی قرار دارد بصورتی که میانگین قطر، طول دسته الیاف و تناسیتی الیاف بترتیب در دامنه ۱۹/۶ میکرون و ۳/۷ تا ۱۳/۷ سانتی متر، ۰/۰۷۴ گرم/نیرو/تکس بدست آمده است. با این تفاوت که دامنه میانگین قطر و ضریب تغییرات آن بسیار بالا است و از ۱۹/۶ تا ۳۸ میکرون در مورد قطر و ۷۵ تا ۲۷/۸ درصد برای ضریب تغییرات قطر متغیر بوده است. نظر به قطر بیشتر این گوسفند نسبت به گوسفندان پشم ظرفی و وجود همبستگی مثبت بین قطر و مقاومت انتظار مقاومت بالاتری در این مطالعه می‌رفت اما به دلیل ضریب تغییرات بالا که دلیل بر نایکنواختی قطر و کاهش سطح مقطع الیاف در محل پارگی است این امر تحقق نیافته است. گرچه مقدار تناسیتی الیاف نمونه‌های پشم این آزمایش در حد سالم ارزیابی می‌شود، ولی از مقادیر تناسیتی گوسفندان پشم طریف(۲/۵ تا ۵/۱۴) و نیز استاندارد تاپس پشم مربینو در آمریکا بر اساس طول دسته الیاف ۰/۵ (۱۱) گرم/تکس) کمتر می‌باشد. هم چنین طول دسته الیاف از مقادیر ذکر شده در مطالعات قبلی کمتر است که علت آن در نظر گرفتن طول دسته الیاف مربوط به دو پشم بهاره و پائیزه یا به عبارت دیگری دو چین در سال در این آزمایش می‌باشد.

عوامل مختلفی بر واریاسیون استحکام اثر می‌گذارد که ۶۰ درصد از این تغییرات را به اختلاف الیاف در بین بینه‌ها و ۴۰ درصد را به داخل بینه نسبت داده‌اند و بعد از آن نیمه را به بین نواحی مختلف بینه و نیمه دیگر را به اختلاف الیاف در دسته‌های پشم داخل هر ناحیه مربوط نموده‌اند. بنابراین تعداد الیاف در دسته پشم و ضخامت الیاف تاثیرات عمیقی در کشن مورد نیاز برای پارگی یک دسته لیف دارد(۱۵). ضریب تغییرات قطردر بین دسته‌های پشم با تغییرات قطر در طول الیاف و داخل دسته الیاف براساس نمونه‌های برداشت شده از قوچهای جوان، همبستگی بالائی را نشان داده‌اند. این رابطه بیش از ۸۰٪ از تغییرات مقاومت را بوسیله ضریب تغییرات قطر بیان می‌کند(۸). همین طور گفته شده است بین مقاومت و تغییرات قطر در طول دسته لیف رابطه بیشتری نسبت به ضریب تغییرات قطر در بین الیاف یک دسته وجود دارد(۱۵). با توجه به همبستگی ژنتیکی (۰/۴) بین ضریب تغییرات قطر و مقاومت الیاف یکی از مهمترین مشخصه‌های فعلی برای تشخیص مستقیم مقاومت ضریب پایین واریاسیون قطر است. اهمیت نسبی میانگین قطر و ضریب تغییرات آن در رابطه با مقاومت بسته به تراز متفاوت است. دریک مطالعه بر روی تراز باهارات مربینو همبستگی مثبتی بین قطر با طول و تناسیتی مشاهده شد(۱۲) بعلاوه رگرسیون مشخصات پشم نشان داده است که مقاومت با انحراف معیار قطر، میانگین قطر و واریاسیون قطر در طول لیف همبستگی معنی‌داری دارد (۱۳/۷۳) همبستگی فوتیپی طول دسته الیاف با میانگین قطر در پشم گوسفندان لری بختیاری ۰/۲ گزارش نموده(۲) و صالحی (۱۳/۷۵) همبستگی ژنتیکی این صفات را در گوسفند بلوچی مثبت و معنی‌دار و همبستگی محیطی آنها را صفر و ناچیز بدست آورده است(۱۴). همین طور در تحقیق ذکر شده همبستگی میانگین قطر با ضریب تغییرات قطر از نظر ژنتیکی منفی ولی از لحاظ محیطی مثبت بود شده است چنانچه گزارش شده همبستگی ضریب تغییرات قطر با طول دسته الیاف و میانگین قطر در مشاهدات فوق بترتیب ۰/۲۳ و ۰/۳۹ منفی و معنی‌دار(۰/۵ p) بوده است اما در بررسی فعلی ضریب تغییرات قطر با هیچ‌یک از صفات فوق همیستگی معنی‌دار نداشت ولی همبستگی آن با تناسیتی و بارپارگی بترتیب ۰/۲۶ و ۰/۱۷ منفی و معنی‌دار(۰/۰۰۱ p) بود.

## فهرست منابع

- ۱ - احمدی.ب، طاهرپور،ن، و صالحی،م، "پشم گوسفندان ایران" ، هسته خودکفایی صنایع تحقیقات نساجی پشم ایران. وزارت صنایع، تهران، چاپ اول، ۱۳۶۷.
  - ۲ - حسنی. س، ادريس، م، نیکخواه، ع، رشیدی، ا، "برآورد پارامترهای ژنتیکی و فنتیبی و بررسی اثرات برخی از عوامل محیطی و ژنتیکی بر روی صفات مربوط به پشم در گوسفندان لری بختیاری" ، پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشکده کشاورزی کرج.دانشگاه آزاد.صفحات ۵۰-۵۱.
  - ۳ - صالحی،م، حجازی،م، طاهرپور،ن، منعم،م، "بررسی خصوصیات پشم گوسفندان بلوجی ایستگاه عباس آباد در مقایسه با گوسفندان بومی مشهد" ، موسسه تحقیقات دامپروری، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، نشریه پژوهشی شماره ۷۵:۴۵، صفحات ۲۹-۳۲، ۱۳۷۲.
  - ۴ - صالحی،م، امام جمعه کاشان،ن، نیکخواه، ع، گرامی، ع، "برآورد پارامترهای ژنتیکی پشم و وزن بدن در گوسفندان بلوجی عباس آباد" ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران، ۸۱، ۶۸، ۹۱ و ۱۶، صفحات ۱۳۷۵.
  - ۵ - صالحی،م، نیکخواه، ع، "رشد پشم، معایب و آسیب های مربوط به آن" (ترجمه)، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ اول، شماره مسلسل ۹۲۵۳، صفحات ۷-۴۳ تا ۵، ۱۳۷۹.
  - ۶ - صالحی،م، طاهرپور،ن، منعم،م، "بررسی ویژگیهای پشم گوسفندان بلوجی در استانهای اصفهان، یزد و کرمان". معاونت آموزش و تحقیقات. وزارت جهاد سازندگی، صفحه ۱۶، ۱۳۸۱.
- 7 -Ansari Renani. H.R, "Follcle shutdown and wool staple strength" ,Uni.Of Adelaide. Faculty of Agr. And Natural resource Department of Animal Science Waite Agr. Res. Inst., South Australia,75-76,1996.
- 8 -ASTM." Breaking strength of wool fibre bundles 1 in Gage length", D.2130 –610, vol 32,pp. 105-115, 1982.
- 9 -ASTM,"Diameter of wool and other animal fibres by microprojection"D.1294-79.vol 32,pp.295–302. . 1982.
- 10 -Hawker.H,." Liveweight and wool characteristics of Romney ewe hoggets slected on highfleece weight", NewZealand Ministry of Agriculture and Fisheries. Agri. Res, Dessision.Annual Report,pp. 265, 1985.
- 11 – Holt.L.A, "The effects of weathering on wool properties and processing", Wool Technology and Sheep Breeding,vol.44-1,pp. 73-75, 1996.
- 12- Parthasarthy.S.Swain.N. Gopikrishna.G, Gour.D. Surya. A.K, . "Physical properties of Bharat Merino wool", Indian Journal of Small Ruminants. Vol. 2 : 2,pp.29 – 32: 3 ref, 1996 .
- 13 - SAS / STAT" User's Guide", 6.03 edition, sas institute inc,pp. 602 –610 , 624 –632 – 4,1975.
- 14 - Von Bergen. W.,"Wool handbook", Vol 1,Interscience.publishers,pp.139-569, 1968.
- 15 – Yamin.M, Hynd.P.I, Ponzoni,r.w.,Hill,J.I, Pitchford, W.S, Hansford, K.A, 1999. "Is fiber diameter variation along the staple a good indirect selection critetion for staple strength". Wool Technology and Sheep Breeding, vol.47: 3,pp, 151-158, 14 ref, 1999.