اندازه گیری تاب نخ تک لای رینگ با استفاده از روش پردازش تصویری

سهیل صمدی تیمورلوئی *[۱]، مجید صفر جوهری [۲]، محمد امانی تهران[۳]

۱. کارشناس ارشدتکنولوژی نساجی ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۲. دانشیار و عضو هیات علمی دانشکده نساجی ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۳. استادیار و عضو هیات علمی دانشکده نساجی ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیـده :

برای اندازه گیری تاب نخ روشهای مختلفی وجود دارد . هر یک از این روشـها محدودیت های خاص خود را دارند. با رایج شدن استفاده از کامپیوتر در نساجی تلاشهائی نیز در جهت انداره گیری تاب نخ با استفاده از روش پردازش تصویر صورت گرفته است . در پژوهش حاضر تلاش گردیده تا با استفاده از این روش و اندازه گیری قطر و زاویه تـاب نخ ، مقدار تـاب در متر آن محاسبه گردد . نتـایج آماری حاصل از این روش با روش معمول Twist-untwist برای نخهای پنبه ای با سه تاب مختلف ۵۰۰ ، ۶۰۰ و ۷۰۰ تاب در متر و نخ اکریلیک با تاب در متر ۴۴۰ مورد مقایسه قرار گرفته که بیانگر تطابق نتایج به دست آمده می باشد.

در تصویرهای تهیه شده از نـخ اکریلیـک مسیر الیاف روی سطح نـخ نسبت به نـخ پنبه ای به خوبی قابل مشاهده می باشد و به عبارت دیگر تصویر بهتری نسبت به نخ پنبه ای بدست می آید . به همین دلیل میتوان گفت که بدست آوردن مقدار واقعی تاب توسط روش پردازش تصویری در نخ اکریلیک تاثیرپذیری کمتری نسبت به قطر فیلتر بالاگذراستفاده شده دارد.

واژگای کلیدی : قطرنخ ، تاب نخ ، زاویه تاب ،تبدیل فوریه ، پردازش تصویر

مقدمه :

بطور کلی تاب به منظور ایجاد چسبندگی در الیاف و جلوگیری از پراکنده شدن آنها در برابر فشارهای عرضی به نخ اعمال می گردد. این فرآیند در نخهای متشکل از الیاف منقطع[1] سبب افزایش استحکام کششی نخ نیز می گردد[۱] . برای اندازه گیری تاب نخ می توان از روش Twist - untwist و برای تعیین زاویه آن از میکروسکوپ استفاده نمود. اندازه گیری تاب با روش فوق خصوصا برای نخهایی که تثبیت حرارتی (Intermingle) شده اند وقت گیر و مشکل می باشد. همچنین نتایج حاصل از روش میکروسکوپی نیز برای اندازه گیری قطر و زاویه تاب نخ وابسته به شخص آزمایش کننده بوده و آن نیز مشکل و وقت گیر می باشد[۲] . روش پردازش تصویر ، روش نوین و سریعی جهت تعیین قطر نخ ، زاویه تاب و در نهایت تاب نخ در واحد طول می باشد. در مقاله حاضرتلاش گردیده تا با استفاده از تبدیل فوریه و روشهای بهینه سازی تصویر ، قطر و زاویه تاب نخ همزمان اندازه گیری شده و سپس از طریق رابطه موجود تاب در واحد طول نخ محاسبه می گردد.

۱- کلیات :

* مسؤول مکاتبات ، پیام نگار :soh_s2000@yahoo.com

1 - Staple.

برای بدست آوردن تاب نخ ابتدا باید یک تصویر مناسب از نخ تهیه نمود و سپس قطر نخ و پس از آن زاویه تاب الیاف را بدست آورد و با استفاده از رابطه ۱ تاب در متر را محاسبه کرد. که θ زاویه آرایش یافتگی الیاف با محور نخ و D قطر نخ می باشد.

$$TPM = \frac{\tan\theta}{\pi.D} \qquad (۱)$$

اصولا"یک تصویرگسسته[1] تابعی دو بعدی در حوزه مکان می باشد و قطر نخ را می توان با استفاده از تصویر نخ در حوزه مکان بدست آورد.

برای بدست آوردن زاویه تاب نخ معمولا"بررسی تصویر نخ که دارای ساختاری متناوب و متشکل از پرزها و زمینه می باشد با مشکلاتی همراه است . جهت رفع این مشکلات میتوان با بکارگیری تبدیل فوریه[2] این حوزه مکانی را به حوزه فرکانسی تبدیل کرده وسپس زاویه تاب را اندازه گیری نمود[۳] .

برای بدست آوردن زاویه تاب با استفاده از تبدیل فوریه لازم است که مراحل زیر انجام گردد.

۱- تهیه تصویر مناسب از نخ .

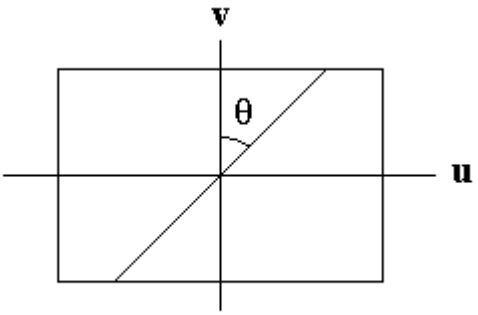
۲- اعمال تبدیل فوریه بر روی تصویر و تبدیل آن به طیف قدرت[3].

۳- بدست آوردن توزیع زاویه ای طیف قدرت (ADPS)[4] و خواندن زاویه.

یک تصویر طیف قدرت را می توان از تبدیل فوریه بدست آورد . به طور کلی هر ساختار دارای نوسان منظم در تصویر، باعث ایجاد یک پیک در طیف قدرت می گردد . مقدار و محل این پیک به ترتیب به شدت نوسانات و جهت دار بودن ساختار نوسانی بستگی دارد[۴] .

توزیع زاویه ای طیف قدرت(ADPS) یا $p(\theta)$ می تواند برای تحلیل کردن آرایش یافتگی اصلی لیف در نخ بکار رود (معادله ۱) . این توزیع بیانگر میانگین قدرت نقاط در طول یک خـــط مورب بوده که زاویه آن خط نسبت به محور v (محور عمودی) برابر θ می باشد. در این معادله K تعداد نقاط تشکیل دهندهٔ خط مورب می باشد (شکل ۱) .

$$p(\theta) = \sum_{\tan^{-1}(\frac{u}{v})=\theta} p(u,v)/k \qquad -90 \le \theta \le -90 \qquad (۱)$$



شکل ۱ :محاسبه توزیع زاویه ای طیف قدرت[۳].

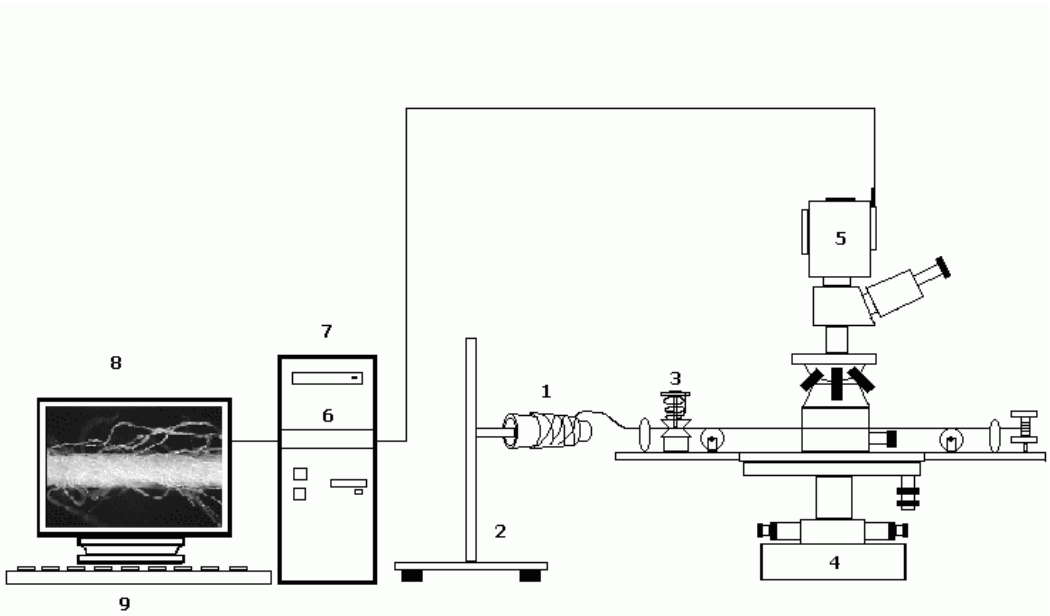
۲- تجربیات و اصول اندازه گیری قطر و زاویه تاب نخ :

تجهیزات مورد استفاده و روش اندازه گیری قطر و زاویه تاب نخ به شرح زیر می باشد .

۲-۱-وسایل اندازه گیری :

1 - Digital Image
2 – Fourier Transform
3 - Power Spectrum
4 – Angle Distribution of power Spectrum (ADPS)

سخت افزار مورد استفاده شامل قسمتهای اپتیکی برای بزرگ نمایی و وضوح تصویر، قسمتهای مکانیکی برای نمونه گیری و هدایت نخ و قسمت های الکترونیکی که در بردارنده بخشهای آنالوگ دریافت تصویر، مدار واسط آنالوگ به دیجیتال و رایانه است ، می باشد. نمودار شماتیک این وسایل در شکل۲ ارائه گردیده است .



شکل۲- نمای شماتیک وسایل مورد استفاده : ۱-بسته نخ ، ۲- پایه ، ۳- ابزار هدایت و کنترل کشیدگی نخ ، ۴- میکروسکوپ نوری ۵- دوربین CCD ، ۶- کارت واسط A/D ، ۷ - رایانه ، ۸- نمایشگر، ۹-صفحه کلید

نرم افزار مورد استفاده در این پژوهش شامل دو قسمت می باشد که قسمت اول مربوط به کمپانی سازنده کارت واسط جهت دریافت و ذخیره کردن تصویر و قسمت دوم برنامه نوشته شده در نرم افزار متلب جهت پردازش تصویر می باشد.

نور پردازی در این روش از اهمیت زیادی برخوردار می باشد بطوریکه در صورت عدم استفاده از یک نور پردازی صحیح ، تصویر مناسبی از سطح نخ بدست نخواهد آمد. برای نورپردازی منبع نور باید در بالا قرار گیرد تا بتوان الیاف روی سطح نخ را مشاهده نمود.

۲-۲) مشخصات نخهای آزمایش شده :

نمونه نخهای مورد استفاده جهت پردازش تصویر عبارتند از :

۱- نخهای صددرصد پنبه ای نمره اسمی N_e=۲۰ و با سه تاب مختلف به شرح جدول ۱ که توسط ماشین ریسندگی رینگ آزمایشگاهی SKF موجود در آزمایشگاه ریسندگی دانشکده از نیمچه نخی با نمره N_e= ۱/۰۱ ریسیده گردیدند . نیمچه نخ های مصرفی نیز از فتیله ای با نمره Hank ۰/۱۱۹ و توسط فلایر موجود در کارگاه ریسندگی تهیه شده اند . کاهش نمره در نخ با تاب در متر ۷۰۰ به دلیل افزایش تاب آن می باشد .

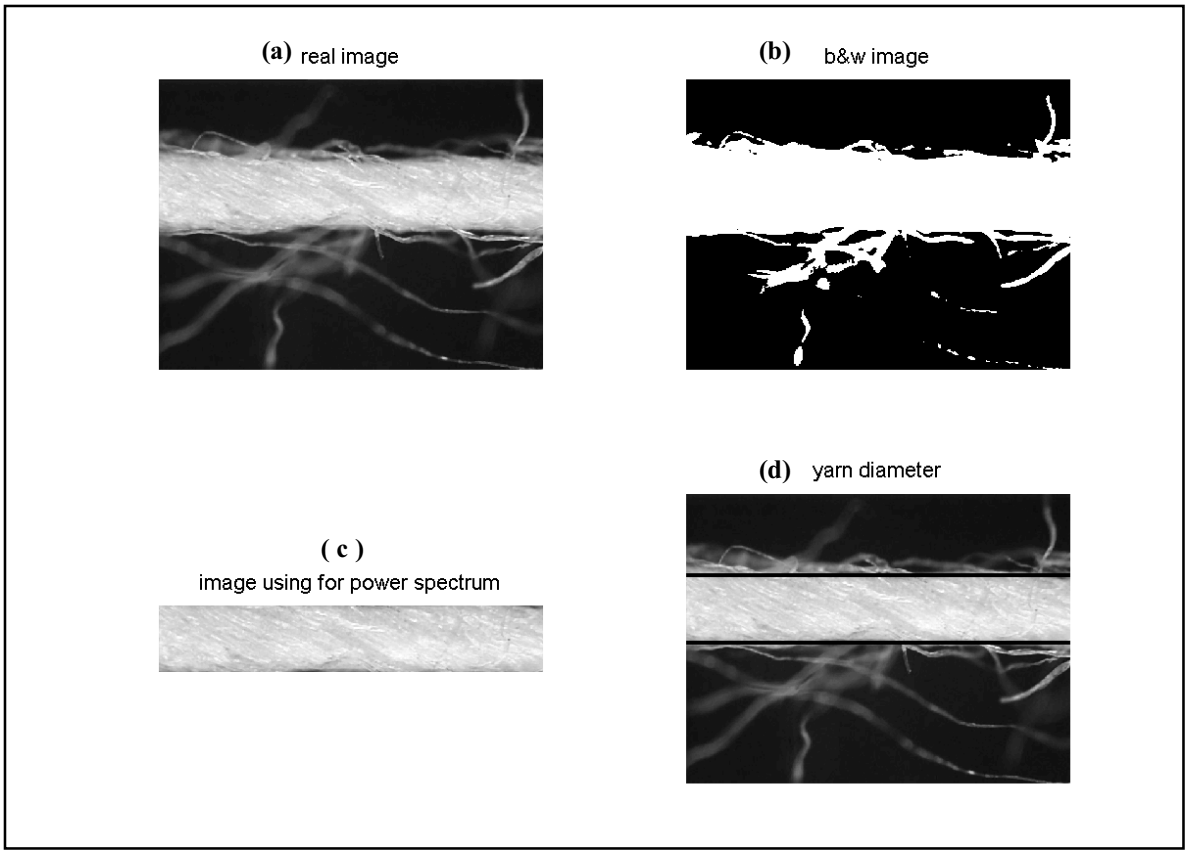
۲- یک نمونه نخ از الیاف منقطع(Staple) اکریلیک با نمرهN_e=۱۵/۷۳ و تاب در متر۴۴۰/۵.

جدول ۱ : مشخصات نخ های مصرفی.

ردیف	جنس نخ	تاب در متر تئوری(تنظیم شده روی ماشین)	تاب در متر عملی	نمره انگلیسی واقعی
۱	پنبه	۵۰۰	۵۱۴/۸	۱۹/۵۵
۲	پنبه	۶۰۰	۵۹۴/۷	۱۹/۰۶
۳	پنبه	۷۰۰	۷۰۸/۵	۱۷/۸۲
۴	اکریلیک	نخ آماده	۴۴۰/۵	۱۵/۷۳

۳-۲-محاسبه قطر نخ [۵]:

برای محاسبه قطر نخ به روشی نیاز است که بتواند برای تصویر گرفته شده از نخ ، عددی را به عنوان قطر نخ بیان نماید. برای این منظور در ابتدای کار تصویر تهیه شده از نخ به تصویر دودویی[1] (سیاه و سفید) تبدیل می شود .



شکل ۳ : (a) تصویر اولیه نخ ، (b) تصویر سیاه و سفید ، (c) تصویر مورد استفاده برای عملیات بعدی ، (d) نمایش قطر نخ

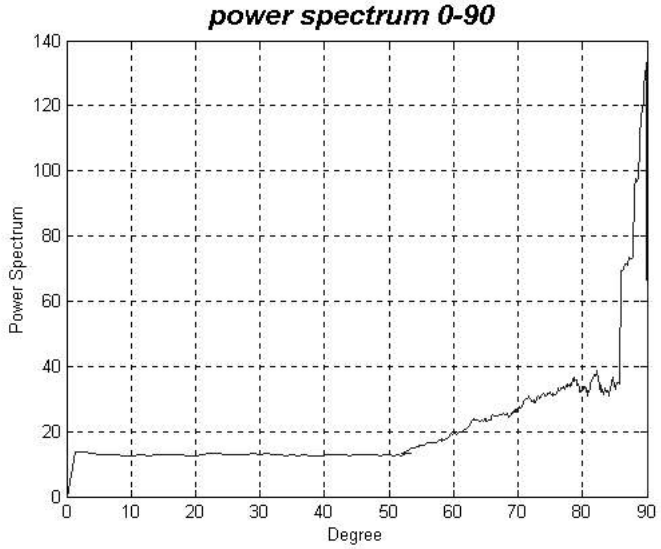
در نهایت زمینه[2] این تصویر به صورت سیاه و بدنه نخ به صورت سفید رویت گردد. سپس تصویر سطر به سطر از بالا به پایین اسکن شده تا نقاط سفید در هر سطر شمارش گردد . چنانچه این دو فراوانی تجمعی به صورت نمودار ترسیم گردند محل تلاقی آنها تقریباً در مرکزیت نخ قرار می گیرد . با مشخص شدن این مرکزیت ، مختصات مرکز نخ در تصویر قابل دستیابی می باشد . چنانچه از مرکز نخ شروع

1 - Binary
2 - Background

به حرکت کرده و نقطه ای را که از آن نقطه نمودار فراوانی نقاط از خط مستقیم خارج می گردد را به عنوان نقطه خروج از هسته نخ در نظر گرفته و این عمل را از مرکز نخ به سمت راست و سپس به سمت چپ نمودار گسترش داد ، در این صورت مرز بالا و پایین نخ بدست خواهد آمد و بدین صورت امکان محاسبه قطر نخ بر حسب پیکسل میسر خواهد شد . در نهایت با استفاده از یک مقیاس برای بزرگنمایی تصویر قطر نخ بر حسب میلیمتر قابل محاسبه خواهد شد (شکل ۳) .

٤-۲-تعیین زاویه تاب و تاب در متر نخ :

اعمال تبدیل فوریه به تابع تصویر نخ و رسم نمودار ADPS باعث آشکار شدن جهت آرایش یافتگی الیاف خواهد شد [۳]. اما زمینه تصویر و پرزها می تواند اثر منفی در آشکار شدن زاویه الیاف در نمودار ADPS بگذارد به همین دلیل پس از محاسبه قطر نخ مناطق خارج از قطر که شامل پرزها و زمینه تصویر می باشند حذف شده و از تصویر قطر نخ (شکل c ۳) برای اعمال تبدیل فوریه استفاده می گردد . در شکل ۴ نمودار ADPS حاصل از شکل c ۳ مشاهده می شود . همانطور کـــــه در شکل ۴ مشاهده می گردد به دلیل عدم آشکار شدن زاویه الیاف به صورت یک پیک در نمودار ADPS در تصاویر تهیه شده ، لازم است تا با استفاده از روشهای پردازش تصویر ، تصویر نخ را بهسازی نمود تا پس از اعمال تبدیل فوریه نتیجه مناسب بدست آید .



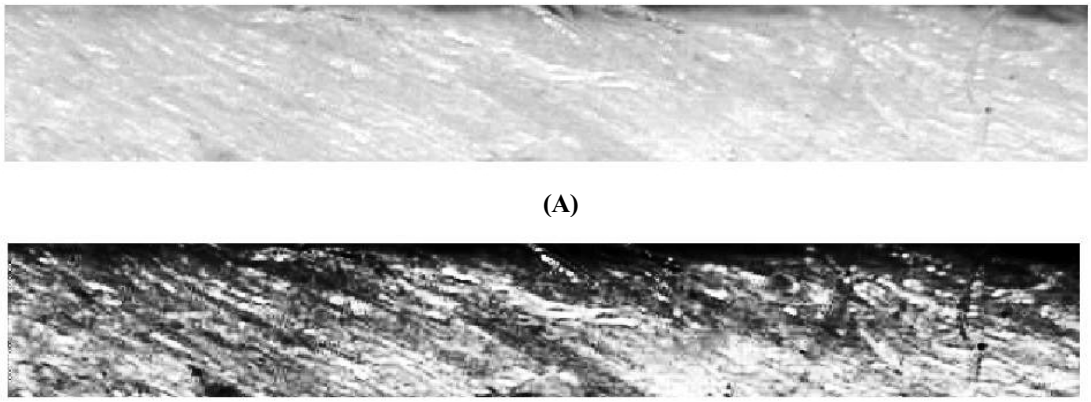
شکل۴ : نمودار ADPS حاصل از شکل c ۳

نتایج اعمال فیلترها و عملیات‌های مختلف پردازش تصویر را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود :

۱- فیلـتر میانـه[1] در ابـتدای کـار مـی‌توانـد تصویر را برای عملیات بعدی مناسب‌تر نماید و اگر اختلالی(نویز) در تصویر در اثر انتقال تصویر به دوربین و ... بوجود آید را مرتفع سازد.

۲- مسطح سازی هیستوگرام[2] می‌تواند باعث افزایش تباین تصویر[3] گردد و همچنین اثر نورپردازی‌های مختلف را از بین خواهد برد . البته بسته به اینکه این عمل روی کل تصویر و یا قطر نخ اعمال گردد ، نتیجهٔ حاصل از آن متفاوت خواهد بود. استفاده از این عمل بر روی قطر نخ نتیجه بهتری از لحاظ ایجاد تباین بیشتر در تصویر ایجاد می‌کند . در شکل ۵ این اثر عمل بر تصویر قطر نخ و در شکل ۶ اثر آن بر نمودار ADPS مشاهده می گردد.

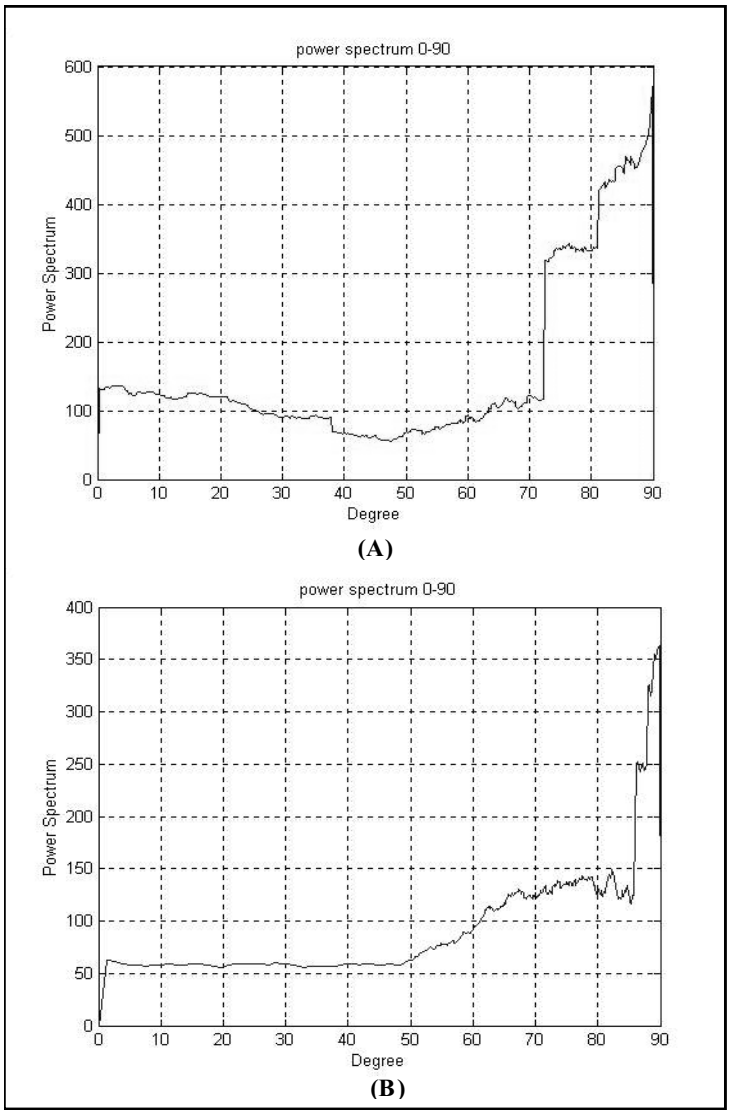
1 – Median Filter
2 – Histogram Equalization
3 – Image Contrast



(A)

(B)

شکل ۵ : (A) تصویر قطر نخ قبل از اعمال مسطح سازی هیستوگرام ،(B) تصویر قطر نخ بعد از اعمال مسطح سازی هیستوگرام.

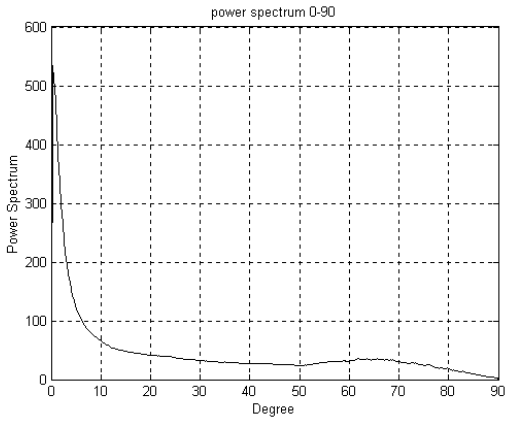


(A)

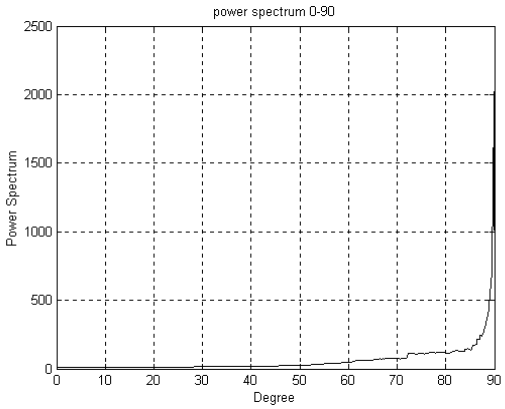
(B)

شکل ۶ : (A) نمودار ADPS شکل A-۵ ، (B) نمودار ADPS شکل B-۵

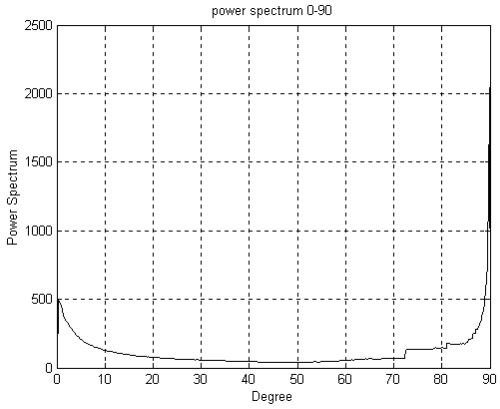
۳- فیلتر سوبل افقی[1] (شکل B ۷)یا ترکیب سوبل افقی و عمودی (شکل C ۷) اثر مثبتی در تعیین زاویه تاب الیاف در نمودار ADPS ندارند. پیکهای موجود در صفر و ۹۰ درجه به دلیل اثر این فیلتر در حاشیهٔ تصویر می‌باشد .



(A)



(B)



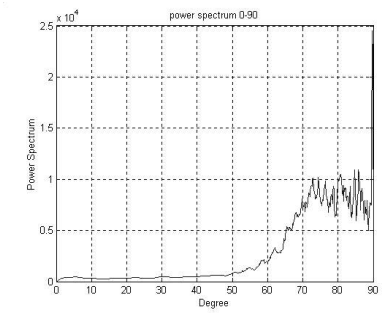
(C)

شکل۷ : نمودار ADPS ، (A) اثرفیلتر سوبل عمودی ، (B) اثر فیلتر سوبل افقی
(C) اثر ترکیب فیلتر افقی و عمودی

در فیلـتر سـوبل افقی پیک موجود در ۹۰ درجه به دلیل حاشیه افقی تصویر می‌باشد . فیلتر سوبل عمودی [2] (شکل A ۷) می‌تواند در نمودار ADPS در زاویـه حـدود ۷۰ درجه تا حدودی باعث ایجاد پیک گردد (متمم زاویه الیاف نسبت به محور نخ) ، لذا هنگامی که زاویه الیاف تغییر می کند اثر این فیلتر نیز تغییر خواهد کرد ، چرا که فقط خطوط عمودی تصویر را ردیابی می‌کند

۴- عمـلگر لاپلاسـین و یـا فیلتر بالاگذر در حوزه مکان میتواند تا حدودی پیک موجود در طیف قدرت را نمایان کند ، لکن هنوز نمی توان از روی نمودار عددی را به عنوان زاویه الیاف بدست آورد (شکل۸).

1 – Horizontal Sobel
2 – Vertical Sobel



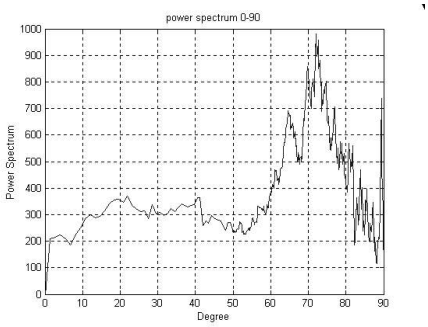
شکل۸ : اثر اعمال فیلتر بالا گذر در حوزه مکان بر روی نمودار ADPS .

۵–در برخی از تصاویر به دلیل مستطیل بودن تصویر قطر نخ ، روشنایی ایجاد شده در مرکز تصویر طیف قدرت ، به صورت متناوب در تصـویر تکـرار مـی گردد(معمولا ۳ تکرار)که این مسئله باعث ایجاد اختلال در زاویه خوانده شده می گردد. از اینرو با استفاده از فیلتر پایین گـذر ایـده آل[1] ایـن مـناطق حذف شده اند . اما از آنجایی که تصویر طیف قدرت بدست آمده به دلیل مستطیل بودن تصویر قطر نخ دارای کشیدگی درامتداد محور نخ می باشد، فیلتر پایین گذر ایده آل که به شکل دایره می باشد به صورت بیضی شکل مورد استفاده قرار گرفته و پس از انتخاب چند بیضی با فرم های مختلف مشخص گردید که بیضی به فرم معادله ۲ مناسب می باشد.

$$H(u,v)=\begin{cases}1 & if\left(u^2+(\frac{v}{2})^2\right)^{\frac{1}{2}}\le D_0\\ 0 & otherwise\end{cases} \qquad (۲)$$

در رابطه ۲ D_0 فرکانس قطع[2] و برابر با شعاع نخ می‌باشد. u و v نیز مختصات نقاط تصویر نسبت به دستگاه مختصاتی است که مبداء آن در مرکز تصویر طیف قدرت قرار دارد.

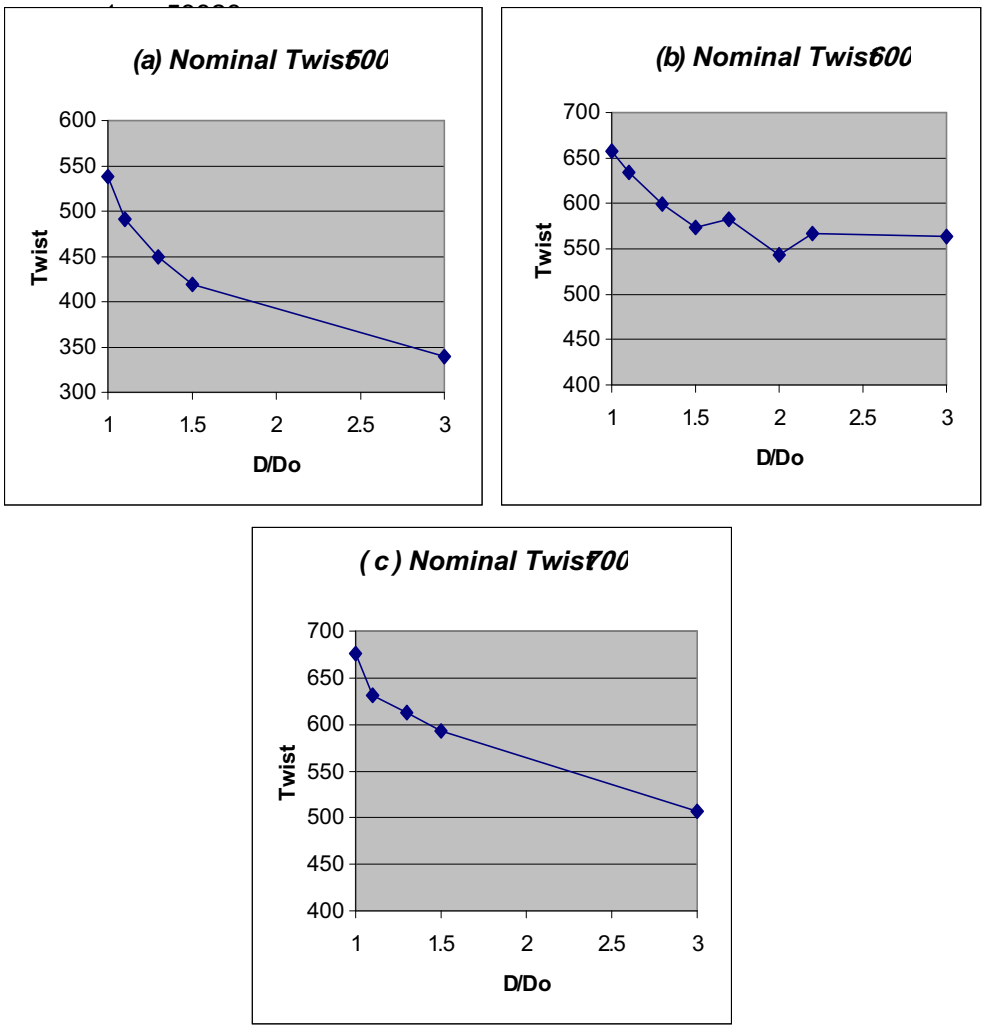
۶– فیلتر ایده آل بالاگذر اثر مناسبی در مشخص کردن زاویه نخ می گذارد(شکل ۹) ، لاکن مقدار D_O در فیلتر ایده‌آل بالاگذر می‌تواند برروی نتایج بدست آمده برای تاب نخ تأثیر بگذارد.لازم به ذکر است که D برابر با قطر نخ می باشد.



شکل۹ : اثر فیلتر بالاگذربر نمودار ADPS (D/Do=1.5 & Nominal Twist=600).

1 – Ideal Low Pass Filter
2 – Cut-off Frequency

برای بررسی اثر Do بر نتیجه آزمایش ، با استفاده از مقادیر مختلف Do تاب نخ اندازه گیری شده و بر اساس شکل۱۰ ملاحظه می گردد که با کاهش قطر فیلتر (افزایش D/D_O) مقدار تاب اندازه‌گیری شده نیز کاهش می‌یابد. مقدار مناسب D/D_O برای نخ های پنبه ای با ۵۰۰ ، ۶۰۰ و ۷۰۰ تاب در متر به‌ترتیب (۱ یا ۱/۱) ، (۱/۳ یا ۱/۵) و ۱ و در نخ اکریلیک با ۴۴۰/۵ تاب در متر عددی بین ۲ الی ۴/۵ می‌باشد.

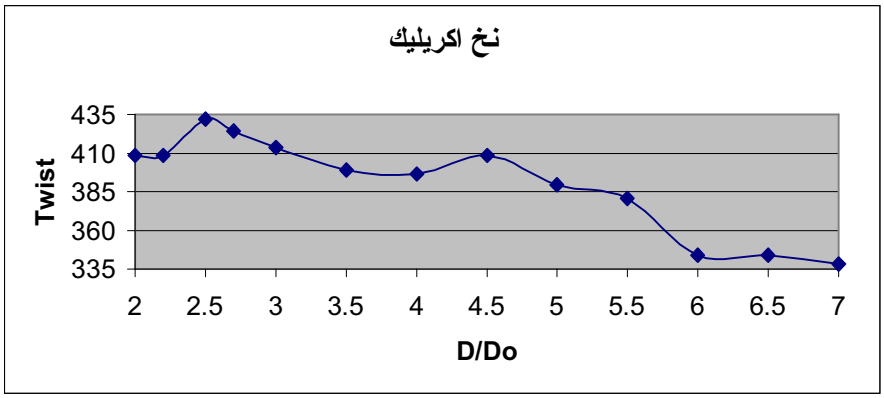


شکل۱۰ : اثر متغیر $\frac{D}{D_o}$ بر تاب اندازه گیری شده در نخهای پنبه ای(a) تاب اسمی ۵۰۰ TPM

(b) تاب اسمی ۶۰۰ TPM (c) تاب اسمی۷۰۰ TPM

بـا مقایسـه دو شـکل۱۰ و ۱۱ (نـخ پنبه ای و نخ اکریلیک) مشخص می شود که مقدار تاب اندازه گیری شده در نخ اکریلیک ، در بازه بیشتری از مقادیر D/Do قابل محاسبه می باشد و تغییرات ایجاد شده در مقدار تاب وابستگی کمی به مقدار Do دارد زیرا در تصویرهای تهیـه شـده از نـخ اکریـلیک مسیر الیاف روی سطح نخ به خوبی قابل مشاهده هستند. الیاف پنبه چون دارای نیم تاب هستند وسطح مقطع الیـاف بصورت غیر استوانه ای می باشد نور بازتابیده شده از الیاف در جهات مختلف پراکنده می شود و به همین دلیل نمی توان الیاف را به صـورت کاملاً واضح و با کیفیت بالا مشاهده کرد و در نتیجه تصویر واضحی از الیاف سطح نخ بدست نمی آید.در الیاف مصنوعی بر خلاف پنبه نیم تاب وجود ندارد و نور منعکس شده از آنها مانند الیاف پنبه پراکنده نخواهد شد و می توان تصویر بهتری نسبت به نخ پنبه ای تهیه کرد.

بـه همین دلیل میتوان گفت که بدست آوردن مقدار واقعی تاب توسط روش پردازش تصویری در نخ اکریلیک تاثیرپذیری کمی نسبت به قطر فیلتر بالاگذر(Do) دارد وبا انتخاب مقدار D/D_o در بازه ۲ تا ۴/۵ مقدار تاب در بازه ۳۹۶/۵ تا ۴۳۲ تغییر خواهد کرد.



شکل۱۱ : اثر متغیر D/D_o بر تاب اندازه گیری شده در نخ اکریلیک

لازم به ذکر است که مقادیر درج شده در نمودار ۱۰ و ۱۱ پس از اعمال فیلتر میانه بر روی تصویر قطر نخ ، مسطح سازی هیستوگرام و سپس اعمال فیلتر بالاگذر و پایین گذر ایده آل در حوزه فرکانس بدست آمده است.

بـدون اسـتفاده از فیلـتر بالاگذر و پایین گذرمقدار میانگین تاب اندازه گیری شده برای نمونه نخ اکریلیک ۳۵۵/۷ تاب در متر و بدون هیچ گونه استفاده از عملیات پردازش تصویری مقدار میانگین تاب اندازه گیری شده برای نمونه نخ اکریلیک ۲۸۲ تاب در متر می باشد.

۳-مقایسه نتایج اندازه گیری شده با استفاده از روش پردازش تصویری و روش دستی Twist-untwist :

در جدول شماره ۲ نتایج اندازه گیری های انجام شده روی نخهای پنبه ای با تاب در مترهای ۵۰۰ ، ۶۰۰ و ۷۰۰ نشان داده شده است. ازهرنمونه ۵۰ سانتیمتری یک تصویر گرفته شده است و تعداد نمونه ها ۳۰ می باشد.

جدول۲: نتایج آزمایشات نخ های پنبه ای

نمونه	tpm (ماشین)	tpm (t-ut)[1]	tpm (تصویری)	میانگین زاویه (تصویری)	میانگین زاویه (t-ut)	قطرmm (تصویری)	نمره Ne	cv% تاب (تصویری)	cv%تاب (t-ut)
۱ D/D_o=1.1	۵۰۰	۵۱۴/۸	۴۹۱	۱۹/۷۰°	۲۱/۵۳°	۰/۲۴۳۹	۱۹/۵۵	۵۹/۲	۴/۰۸
۲ D/D_o=1.3	۶۰۰	۵۹۴/۷	۵۹۸/۷	۲۲/۳۰°	۲۲/۴۳°	۰/۲۲۱۰	۱۹/۰۶	۱۵/۳	۳/۱۹
۳ D/D_o=1	۷۰۰	۷۰۸/۵	۶۷۶/۴	۲۵/۴۳°	۲۶/۷۰°	۰/۲۲۶۰	۱۷/۸۲	۱۷	۳/۲۰

فرض نابرابر بودن دو میانگین بدست آمده برای مقدارتاب در جدول ۲ با استفاده از آزمون زوجی در سطح اطمینان۹۵٪ رد می شود.

اخـتلاف در CV٪ دو روش بـه دلیل عدم برابر بودن ابعاد نمونه‌گیری می‌باشد. تاب در متر محاسبه شده با روش Twist-untwist مقـدار تـاب در طـول نیـم مـتر را مـی‌دهد. اما در روش تصویری از هر نیم متر یک نمونه تهیه شده است و با توجه به طول تصویر (۱/۸۴

1 – Twist-untwist

میلیمـتر) می‌توان گفت که اندازه نمونه در روش Twist-untwist، ۲۷۲ برابر روش تصویری می‌باشد و به همین دلیل بالا بودن CV٪ در روش تصویری کاملاً منطقی می‌باشد.

بـرای تأیید این مطلب که با زیاد شدن تعداد نمونه CV٪ کاهش خواهد یافت، ۶ تصویر از طول نیم متر تهیه شده است و میانگین آن به عنوان تاب در متر گزارش شده است که در جدول ۳ نتایج آن ملاحظه می‌گردد.

فـرض نابرابـر بودن دو میانگین بدست آمده برای مقدارتاب در جدول ۳ با استفاده از آزمون رتبه علامت ویلکاکسون در سطح اطمینان ۹۵ ٪ رد می شود.

جدول ۳ :نتایج نخ پنبه ای(نخ مورد آزمایش دارای تاب اسمی ۶۰۰TPM بوده و ۶تصویر از نیم متر آن تهیه شده است،نمره نخ ۱۹/۶۵=Ne).

قطرنخ (mm)	CV٪ تاب	واریانس تاب	میانگین زاویه	میانگین تاب	۶	۵	۴	۳	۲	۱	نمونه / روش
۰/۲۳۱۰	٪۱/۸۶	۱۱/۷۳	۲۵/۱۴ ^{o}	۶۳۰	۶۱۸	۶۱۵	۶۳۱	۶۴۱	۶۳۱	۶۴۴	t-ut
	٪۷/۲	۴۹/۳۴	۲۶/۷۱ ^{o}	۶۸۳	۵۸۴	۷۱۰	۷۰۷	۶۹۷	۶۸۸	۷۱۲	تصویری D/D_o=1.3

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می گردد مقدار تاب بدست آمده برای نخ اکریلیک نیز، توسط هر دو روش ، با یکدیگر مطابقت دارد و فرض نابرابر بودن مقادیر تاب با استفاده از آزمون رتبه علامت ویلکاکسون در سطح اطمینان۹۵٪ رد می گردد.

جدول۴ : نتایج نخ اکریلیک ،یک تصویر از نیم متر تهیه شده است(نمره۱۵/۷۳=Ne)

قطرنخ (mm)	CV٪ تاب	واریانس تاب	میانگین زاویه	میانگین تاب	۶	۵	۴	۳	۲	۱	نمونه / روش
۰/۲۴۱۴	۵/۱۷	۲۲/۷۹	۱۸/۴۷^{o}	۴۴۰/۵	۴۳۵	۴۷۰	۴۱۲	۴۴۷	۴۶۰	۴۱۹	t-ut
	۲۰/۴	۸۸/۰۱	۱۷/۹۸^{o}	۴۳۲/۴	۵۲۷/۳	۴۱۹/۳	۳۱۷/۰	۵۴۸/۱	۳۹۵/۱	۳۸۷/۹	تصویری D/D_o=2.5

٤-نتیجه گیری :

همانطور که مشاهده می شود نتایج اندازه گیری تصویری و Twist-untwist با یکدیگـر مطابقت دارنـــــد و می توان از این روش به عنوان یک روش سریع برای اندازه گیری قطر ، زاویه و تاب در متر نخ استفاده نمود . همچنین با توسعه این روش می توان پارامترهای فــوق را به صورت به هنگام (on-line) اندازه گیری کرد .

مراجع :

۱. کسائیان. م.، طاهری عراقی. ا.، "اصول ریسندگی پنبه"،انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر،تهران، چاپ اول، ۱۳۵۸.

2.Vas. L.M,Halasz. G,Takacs. M and Eorogh. I, "Measurement of Yarn Diameter and Twist Angle Whit Image Processing System", Peroidica ser. Mech. Eng. Vol. 38,pp. 277-296, 1994.

3. Guo. B, Tao. X, Lo. T, "measurement of yarn twist by image processing", ATC Conference, pp.1028-1031, 1998.

4. Gonzalez. R.C, Wintz. P, "Digital Image Processing", Addison Wesley, California, Second Edition, 1978.

۵. تاجری. ح.، "تعیین قطر و پرزآلودگی نخ به وسیله پردازش تصویر"، پروژه کارشناسی ارشد، دانشکده نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۵.