

بررسی ساختمان نپ در تار عنكبوتی کارد

سید عبدالکریم حسینی
دانشیار

عباس طبیبی
کارشناس ارشد

محمد مرشد
دانشیار

دانشکده نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

در این تحقیق با استفاده از اصول پردازش تصویری روشی آرایه گردیده است که علاوه بر دقت مناسب می تواند یک روش سریع و ارزان جهت تعیین تعداد نپ در تار عنكبوتی و محاسبه پارامترهایی مانند: مساحت، محیط، فواصل، پراکندگی، و تخمینی از شکل نپ ها محسوب گردد.

کلمات کلیدی

نپ، تار عنكبوتی، پردازش تصویری.

Investigation Of Nep Structure In The Carded Web

A. Tabibi
M. Sc.

S. A. Hosseini
Associate Professor

M. Morshed
Associate Professor

Textile Department; Isfahan University of Technology

Abstract

In this study a new method is presented in which the number of neps of a carded webs, their area, distribution and also an estimation of their shape are determined by means of image processing. In comparison to most other methods, this method is quick, cheap and accurate.

Key words

Nep, Web, Image processing

نپ همواره یکی از عیوب مهم نخ و پارچه پنبه ای محسوب می گردد و در مراحل مختلف ریسندگی، بافندگی و رنگرزی ایجاد مشکل می نماید.

مشخصات لیف و فرایندهای مکانیکی دو عامل اصلی مؤثر در تشکیل نپ می باشند. از عوامل مربوط به لیف می توان ظرافت، رسیدگی، استحکام تا حد پارگی، طول و در صد الیاف کوتاه لیف را نام برد که در این میان ظرافت و رسیدگی لیف بیشترین تأثیر را بر میزان تشکیل نپ در الیاف پنبه دارا می باشد. در یک گونه پنبه ظرافت کمتر الیاف به معنی رسیدگی بیشتر است با افزایش میزان رسیدگی از میزان نپ کاسته می شود [۱].

فرایندهای مکانیکی عبارتند از: جین، بازکردن، مخلوط کردن، کاردینگ، شانه زدن، کشش، تولید نیمچه نخ و ریسندگی. که تمامی این مراحل بر میزان نپ تأثیر گذارند لکن مهمترین مراحل در این میان جین و کاردینگ می باشند [۱]. تا سال ۱۹۶۱ که Linnert روش الگو را ارائه نمود، شمارش نپ در تار عنکبوتی کارد تنها از طریق شمارش مستقیم چشمی ممکن بود که خسته کننده و همراه با خطاهای آزمایشگر بود. روش الگو در زمان خود روش مناسبی محسوب می گردید و در زمان کوتاه تخمین خوبی از میزان نپ در تار عنکبوتی بدست می داد. در عین حال روشی دستی و غیر دستگاهی بود که تحت تأثیر خطاهای انسانی قرار می گرفت.

با ساخت دستگاه اوستر اندازه گیری نپ در نخ بطور کمی میسر گردید. همچنین دستگاه AFIS-N شمارش نپ را در الیاف باز، فتیله و نیمچه نخ ممکن ساخت. این دستگاه مشخصاتی از قبیل وزن، تعداد و بزرگترین قطر نپ را تعیین می کند [۲].

در این تحقیق سعی شده است که با استفاده از اصول پردازش تصویری، علاوه بر تعداد و مساحت، پارامترهایی از قبیل محیط، تخمینی از شکل و پراکندگی نپ ها نیز تعیین گردد. در بخش اول این تحقیق [۴] نحوه تشخیص نپ ها و الگوریتم آرایه شده برای تعیین مساحت شرح داده شد. در این بخش نحوه تعیین محیط، شکل و پراکندگی نپ ها همراه با نتایج آماری جهت پنبه ایران گزارش گردیده است.

۱- تئوری

الگوریتم تعیین محیط

عملیات نمونه گیری، تصویر برداری، خواندن و پیش پردازش تصویر جهت بدست آوردن تصویر باینری در تحقیق قبلی آمده است [۴].

جهت استخراج محیط نپ بترتیب از الگوریتم های: گشودن، بستن، فرسایش، یای انحصاری (XOR) و نازک سازی استفاده شد. این عملیات مخصوص تصاویر باینری است. گام نخست در این مرحله، بدست آوردن تصویری باینری بود که تنها در نقاط محیطی نپ ها دارای ارزش یک و در سایر نقاط دارای ارزش صفر باشد. بدین منظور ابتدا لازم بود که نقاط ناخواسته موجود در تصویر بدون آسیب دیدن بخش های مهم تصویر از آن حذف شوند. این هدف با استفاده از عملیات گشودن حاصل شد. در این عملیات اجزایی از تصویر که از حد خاصی (که الگو نامیده می شود) کوچکتر هستند بدون آسیب دیدن سایر اجزا حذف می شوند. بعد از عملیات گشودن، عملیات بستن باعث می شود که گسستگی های ناخواسته موجود در اجزاء تصویر تصحیح گردد. نهایتاً ترکیبی از عملیات XOR، فرسایش و نازک سازی باعث ایجاد حلقه ای بسته از پیکسل های روشن در نواحی محیطی نپ و حذف سایر نقاط سفید می گردد. بدین صورت که ابتدا با عملیات فرسایش نپ را به اندازه ۲ تا ۳ پیکسل کوچکتر می کنیم، سپس بین تصویر اولیه نپ و تصویر فعلی یای انحصاری (XOR) اعمال می نماییم. با اینکار مناطق محیطی نپ با ضخامت ۲ تا ۳ پیکسل باقی مانده و سایر نقاط حذف می شوند. بمنظور کاهش ضخامت محیط به یک پیکسل از عملیات نازک سازی و یا اسکلتون استفاده می کنیم. در زیر الگوریتم های عملیات فوق توضیح داده می شود.

الف - عملیات افزایش و فرسایش [۶ و ۵]

افزایش و فرسایش دو عملیات وابسته به یکدیگرند که نتایج متفاوتی را تولید می کنند. افزایش، پیکسل هایی را به مرزهای اجزاء تصویر اضافه می کند در حالیکه فرسایش پیکسل هایی را حذف می کند.

عملیات افزایش و فرسایش را می توان بصورت فرمول های ریاضی زیر نشان داد [۵]:

$$\text{Dilate}(I, T_i) = \bigcup_{k=1}^{i^*} I_k \quad (1)$$

$$\text{Erode}(I, T_i) = \bigcap_{k=1}^{i^*} I_k \quad (2)$$

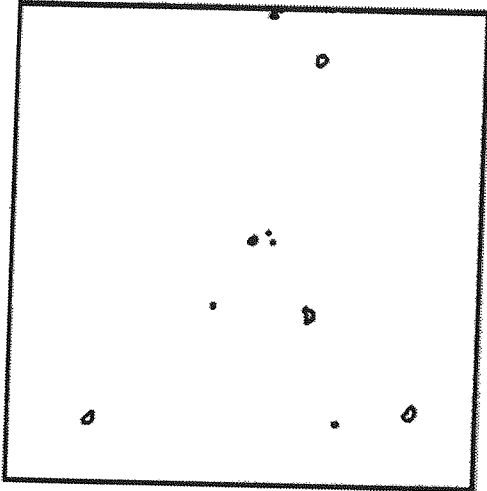
I تصویر ورودی و T_i الگوی بکار رفته و i^* معرف ابعاد الگو است.

ب - عملیات گشودن و بستن

ج - عملیات اسکلتون

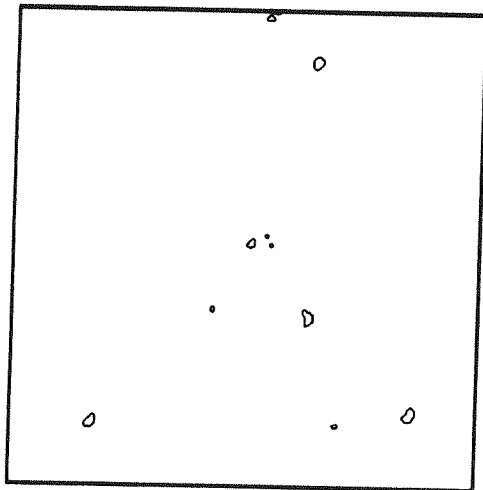
یکی از مهمترین روش های تعیین شکل ساختاری یک ناحیه بسته، کاهش دادن ضخامت آن تا حد یک میله باریک است. به اینکار، استخراج اسکلت ناحیه و یا باریک کردن می گویند [۸].

در این تحقیق از الگوریتم Zhang و Suen برای انجام عملیات اسکلتون استفاده گردید [۸]. شکل ۲ نتیجه این عملیات بر روی تصویر (ب-۱) را نشان می دهد.



الف

الف - تصویر بعد از عملیات فرسایش و بای منطقی (XOR).



ب

ب - تصویر الف بعد از عملیات اسکلتون.
(تصاویر بصورت نگاتیو نمایش داده شده اند)
شکل (۲) عملیات اسکلتون.

د - عملیات کد - زنجیره ای

عملیات کد - زنجیره ای برای تعیین محیط منحنی های

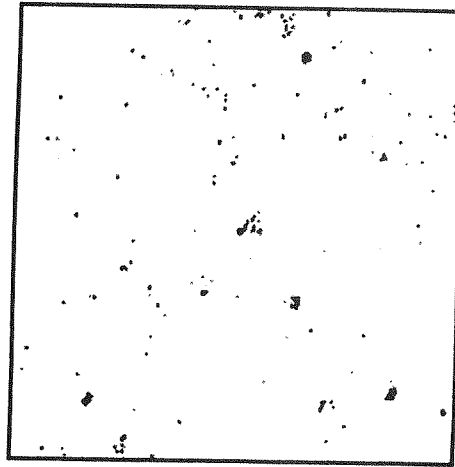
از ترکیب عملیات افزایش و فرسایش می توان عملیات گشودن و بستن را بدست آورد. عملیات گشودن بصورت زیر تعریف می شود [۷]:

$$\text{Open}(I, T) = \text{Dilate}[\text{Erode}(I, T), T]$$

با اعمال این عملیات اجزایی از تصویر که از الگوی T کوچکتر باشند، حذف می شوند (شکل ۱). عملیات بستن عکس عملیات گشودن است. یعنی:

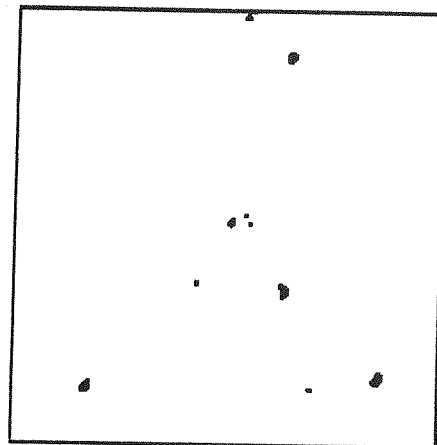
$$\text{Close}(I, T) = \text{Erode}[\text{Dilate}(I, T), T]$$

اجرای این عملیات باعث می شود که سوراخ ها و جافتادگی هایی که در اجزای تصویر وجود دارد، پر گردد.



الف

الف - تصویر اولیه (تصویر باینری حاصل از تارنگبوتی).



ب

ب - بعد از عملیات گشودن با الگوی ۳×۳ و حذف نقاط ناخواسته.
(تصاویر بصورت نگاتیو نمایش داده شده اند)
شکل (۱) عملیات گشودن.

عملیات کد - زنجیره ای اندازه محیط آن بر حسب پیکسل محاسبه می گردد. با معلوم بودن دقت ابعادی تصویر می توان اندازه محیط را بر حسب میلی متر نیز محاسبه نمود.

تعیین شکل هر نپ

با داشتن مساحت [۴] و محیط هر نپ می توان شکل آنرا تخمین زد. در میان اشکال مسطح هندسی دایره بیشترین مساحت را نسبت به محیط خود دارا می باشد. بنابراین با داشتن مساحت و محیط هر شکل می توان میزان شباهت آن را به دایره تعیین کرد. [۷]

رابطه بین مساحت و محیط دایره بصورت زیر است:

$$A_c = \pi r^2 = \frac{P_c^2}{4\pi} \Rightarrow \frac{4\pi A_c}{P_c^2} = 1 \quad (3)$$

که در این رابطه P_c محیط و A_c مساحت دایره است. اگر یک شکل (S) با مساحت A_s و محیط P_s را در نظر بگیریم از تقسیم A_s به مساحت دایره ای که دارای محیطی برابر با محیط S (یعنی P_s) می باشد، اندیس I_c محاسبه می شود.

$$I_c = \frac{A_s}{P_s^2 / 4\pi} = \frac{4\pi A_s}{P_s^2} \quad (4)$$

I_c اندیس دایره ای بودن است و کران بالای آن برابر با ۱ و مربوط به یک شکل کاملاً دایره ای و کران پایین آن برابر با صفر و مربوط به یک خط با ضخامت صفر (و در نتیجه مساحت صفر) است. بنابراین با محاسبه اندیس I_c برای هر نپ می توان میزان نزدیک بودن آن به دایره را محاسبه نمود.

مشخصات نمونه ها

نمونه هایی از تار عنکبوتی با مشخصات زیر از ماشین کارد تروچلر DK740 مدل ۱۹۹۳ از نوع شوت فید گرفته شدند، که مخلوطی از رقم های مختلف پنبه بود. در جدول ۱ مشخصات نمونه ها ارایه شده است.

۱۷ نمونه تار عنکبوتی در سرعت های مختلف تولید ماشین کاردینگ بدست آمد که مشخصات آنها در جدول ۲ آمده است:

۳- نتایج و بحث

نپ های تمامی نمونه ها از سه روش شمارش گردید. روش اول شمارش مستقیم چشمی، روش دوم استفاده از روش الکو [۲ و ۴] و روش سوم استفاده از نرم افزار نپ بود که مختص این تحقیق نوشته شد. [۹]

جدول ۲ ضریب همبستگی بین نتایج تعداد نپ ها که

بسته در تصاویر دودویی مناسب است. در این عملیات هر منحنی بسته توسط یک نقطه و یک کد قابل تعریف است. با استفاده از این کد می توان شکل یک منحنی و محیط آنرا بدست آورد. در این روش به هر نقطه از منحنی، بسته به اینکه در چه جهتی نسبت به نقطه قبلی خود قرار گرفته باشد یک عدد بین ۰ تا ۳ و یا ۰ تا ۷ نسبت داده می شود. در حالت اول عملیات کد - زنجیره ای را چهار جهتی و در حالت دوم هشت جهتی می نامند [۸]. در این تحقیق از عملیات کد - زنجیره ای هشت جهتی برای تعیین محیط نپ ها استفاده نمودیم.

۲- تجربیات

تعیین محیط

پیش از عملیات تعیین محیط باید تصویر تار عنکبوتی به یک تصویری باینری (دودویی) تبدیل شود. اینکار با استفاده از حد آستانه عمقی و ابعادی انجام پذیرفت [۴].

برای تعیین محیط نپ ابتدا لازم است پیکسل های محیطی استخراج گردد. به بیان دیگر باید تصویر نپ ها طوری تغییر داده شود که تنها پیکسل های محیطی هر نپ در آن باقی مانده (دارای ارزش ۱ شود) و سایر پیکسل ها حذف شوند (با صفر جایگزین شوند). این ناحیه محیطی باید دقیقاً دارای ضخامتی برابر با یک پیکسل باشد و ایجاد چنین حالتی دشوار است. در این تحقیق برای بدست آوردن یک ناحیه بسته محیطی از تصویر نپ، الگوریتم های متفاوتی را مورد آزمایش قرار دادیم. نخستین روش استفاده از انواع مختلف فیلترهای تعیین لبه بود. اما شکل های بدست آمده در بعضی از نقاط دارای گسیختگی بودند و در بعضی از نقاط دیگر بیش از یک پیکسل ضخامت داشتند. دومین الگوریتم استفاده همزمان از فیلتر تعیین لبه Marr-Hildreth و عملیات اسکلتون بود [۸]. در فیلتر تعیین لبه Marr-Hildreth تصویری که بدست می آید دارای کمترین گسیختگی است اما بیشتر از یک پیکسل ضخامت دارد [۸]. با اعمال عملیات اسکلتون می توان ضخامت آنرا به یک پیکسل کاهش داد. اما این روش نیز نتایج چندان مطلوبی بدست نداد. سومین الگوریتم، استفاده همزمان از عملیات فرسایش و اسکلتون بود. با اعمال فرسایش بر روی تصویر نپ شیئی بدست می آید که به اندازه یک پیکسل کوچکتر از شیء اولیه است. با تکرار این عمل می توان شیء را تا ۲ و سپس ۳ پیکسل کوچکتر کرد. با انجام عملیات یای انحصاری بین تصویر اولیه و تصویر فرسایش یافته، محیط نپ با ضخامت ۳ پیکسل بدست می آید. با اعمال عملیات اسکلتون بر روی تصویر می توان محیط نپ را تا ضخامت یک پیکسل کاهش داد. (شکل ۲)

پس از استخراج تصویر محیط هر نپ، با استفاده از

توسط این سه روش بدست آمده است را نشان می دهد:

اختصاص داده اند و بیشترین فراوانی مربوط به مساحت حدود ۱ میلیمتر مربع است. عملاً بیش از ۹۱٪ نپ ها مساحتی کمتر از ۳ میلیمتر مربع دارند. اگر چه نپ هایی با مساحت ۷ میلیمتر مربع نیز مشاهده گردیده است، اما تعداد آنها بسیار اندک است.

مساحت نپ ها

شکل ۳ منحنی توزیع فراوانی مساحت ۱۰۲۸ نپ مختلف را نشان می دهد. همانگونه که از نمودار دیده می شود اکثر نپ ها مساحتی بین ۰/۵ تا ۳ میلیمتر مربع را به خود

جدول (۱) ترکیب نمونه ها.

| نوع پنبه | تعداد عدل | درصد |
|----------------|-----------|------|
| دو سفید سبزوار | ۳ | ۱۰ |
| دو پست مغان | ۶ | ۲۰ |
| یک سفید فردوس | ۱ | ۳/۳۳ |
| دو سفید مغان | ۱۵ | ۵۰ |
| یک سفید سبزوار | ۱ | ۳/۳۳ |
| یک پست سبزوار | ۳ | ۱۰ |
| یک پست گرگان | ۱ | ۳/۳۳ |
| جمع | ۳۰ | ۱۰۰ |

جدول (۲) مشخصات نمونه های نارنگیوتی.

| نمونه | سرعت تولید m/min | سرعت تغذیه rpm | سرعت تیکرین rpm | سرعت سیلندر rpm | سرعت دافر rpm |
|-------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| الف | ۴۰ | ۱/۶۲ | ۷۶۶ | ۳۶۴ | ۱۶/۳ |
| ب | ۲۰ | ۰/۷۹ | ۷۶۶ | ۳۶۶ | ۸/۲ |
| ج | ۳۰ | ۱/۳۲ | ۷۶۶ | ۳۶۶ | ۱۲/۲ |
| د | ۵۰ | ۲/۲ | ۷۶۴ | ۳۶۴ | ۲۰/۳ |
| ه | ۶۰ | ۲/۶۸ | ۷۶۴ | ۳۶۴ | ۲۴/۸ |

جدول (۳) ضریب همبستگی بین نتایج حاصل از روش های مختلف شمارش نپ.

| برنامه | روش مستقیم چشمی | برنامه |
|--------|-----------------|----------|
| | ۰/۸۲۸ | روش الگو |
| ۰/۷۸۲ | ۰/۸۶۹ | |

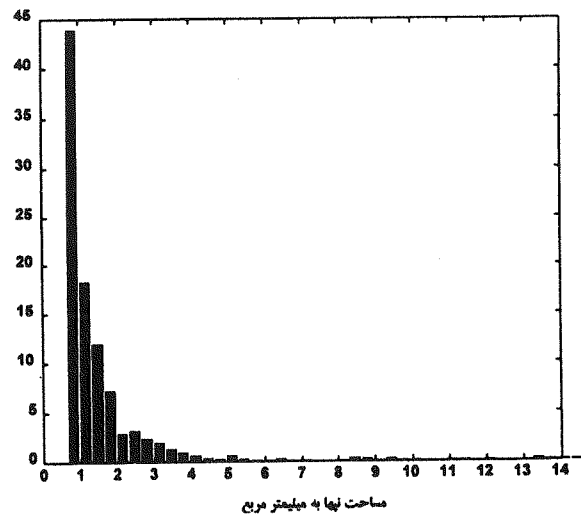
محیط و شکل نپ‌ها

شکل ۵ منحنی توزیع فراوانی محیط ۵۰۶ نپ مختلف که توسط برنامه بدست آمده است را نشان می‌دهد.

همانگونه که مشاهده می‌شود بیشترین فراوانی مربوط به محیط ۲/۴ میلی‌متر است که اگر نپ را دایره کامل فرض کنیم معادل دایره‌ای به مساحت ۰/۴۵ میلی‌متر مربع می‌باشد، اما از آنجاییکه اندیس دایره‌ای بودن نپ‌ها همانگونه که از شکل ۶ دیده می‌شود عملاً برابر با یک نبوده بلکه دارای میانگینی برابر با ۰/۶۴ می‌باشد میانگین مساحت نپ‌ها از این طریق حدود $0/70 = 0/64 \div 0/45$ محاسبه می‌شود که با نتایجی که مستقیماً از طریق اندازه‌گیری مساحت بدست آمده است قابل مقایسه می‌باشد.

شکل ۶ منحنی توزیع فراوانی اندیس دایره‌ای بودن نپ‌ها را نشان می‌دهد. همانگونه که قبلاً توضیح داده شد، این مشخصه با داشتن محیط و مساحت هر نپ قابل محاسبه است.

درصد فراوانی نسبی

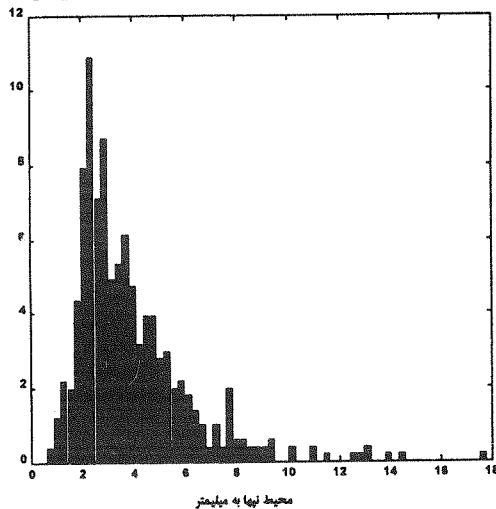


شکل (۳) نمودار توزیع فراوانی ابعادی نپ‌ها.

اندیس کاتورگی نپ‌ها

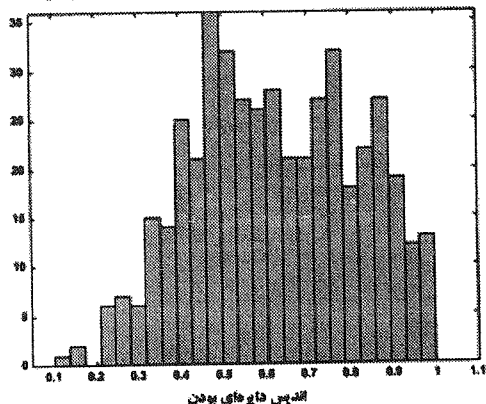
برای تعیین میزان پراکندگی از روشی که XU [۱۱] بکار برده بود استفاده شد. در این روش عددی بین ۰ و ۲ بدست می‌آید که معرف نحوه توزیع نپ‌ها در تصویر است. در صورتیکه این عدد به ۱ نزدیک باشد به مفهوم توزیع کاتوره (یا راندوم)، در صورتیکه به ۲ نزدیک باشد معرف توزیع یکنواخت و منظم و در صورتیکه به ۰ نزدیک باشد مبین توزیع متمرکز نپ‌ها در تار عنکبوتی است. شکل ۴ نمودار فراوانی اندیس کاتورگی را نشان می‌دهد. همانگونه که از این شکل مشاهده می‌شود بیشترین فراوانی مربوط به اندیس کاتورگی حدود ۱ می‌باشد، بطوریکه بیش از ۷۳ درصد نمونه‌ها اندیس کاتورگی بیش از ۰/۷ را به خود اختصاص داده‌اند و این بمفهوم توزیع راندوم (کاتوره) نپ‌ها در تار عنکبوتی است.

درصد فراوانی نسبی



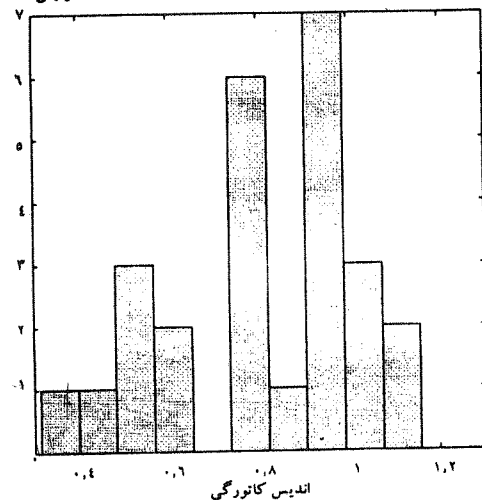
شکل (۵) منحنی توزیع فراوانی محیط نپ‌ها.

فراوانی



شکل (۶) منحنی فراوانی اندیس دایره‌ای بودن نپ‌ها.

فراوانی



شکل (۴) نمودار فراوانی اندیس کاتورگی نپ‌ها.

۴- نتیجه گیری

با وجود اینکه این روش برای اندازه گیری نپ در تار عنکبوتی ارایه گردیده است اما می توان از آن برای اندازه گیری ناخالصی های گیاهی موجود در تار عنکبوتی نیز استفاده کرد. بدین منظور تنها کافی است تغییراتی در نحوه باینری کردن تصویر اعمال گردد به بیان دیگر باید حد آستانه مناسبی تعریف شود.

نتایج بدست آمده برای تعیین تعداد نپ از این روش همبستگی قابل قبولی با نتایج حاصل از شمارش چشمی دارد. در نمونه های بکار رفته اکثر نپ ها مساحتی بین ۰/۵ تا ۲/۰ میلیمتر مربع داشتند و بیشترین فراوانی مربوط به مساحت حدود ۱ میلیمتر مربع بود. اگرچه حتی نپ هایی با مساحت ۷ میلیمتر مربع نیز یافت گردید اما تعداد آنها بسیار اندک بود.

مراجع

- [1] R.E. Harrison, D. Barger, Comparison of Several Nep Determination Methods, *Textile Res. J.*, Vol. 56, No.2, 71-79 (1986).
- [2] A. Linnert, Nep Counting at the Card, *J. Text. Inst.*, Vol. 52, 282-295 (1961).
- [3] J.M. Layton, Neps in Cotton Lint, *Textile Progress*, The Textile Institute, Vol.28, No.4, (1999).
- [۴] سید عبدالکریم حسینی، محمد مرشد، عباس طیبی، ارزیابی مشخصات نپ در تار عنکبوتی کارد، سومین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران دانشگاه صنعتی اصفهان، آبان ۱۳۷۸.
- [5] B.Xu, Y.L. Ting, Fiber-image Analysis. Part II.: Measurement of General Geometric Properties of Fibers, *J. Text. Inst.* Vol. 87, 40-45 (1996).
- [6] C.H. Hsi, R.R. Bresee, P. A. Annis, Characterizing Fabric Pilling by Using Image-analysis Techniques. Part I: Pill Detection and Description, *J. Text. Inst.*, Vol. 89, No. 1, 80-105 (1998).
- [7] B.Xu, An Overview of Applications of Image analysis to Objectively Evaluate Fabric Appearance, *Textile Chemist and Colorist*, Vol. 28, No. 5, 18-23 (1996).
- [8] R. C. Gonzalez, P. Wintz, *Digital Image Processing*, Second Edition, Addison-Wesley, Canada (1987).
- [۹] عباس طیبی، «اندازه گیری مشخصات نپ و بررسی تأثیر عوامل مختلف بر آن»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده نساجی، ۱۳۷۸.
- [10] C. Iype, T.R. Wan, Nep Structure Identification and Analysis using Image Processing Methods, *Textile Res. J.*, Vol. 68, 889-899 (1998).
- [11] B. Xu, Instrumental Evaluation of Fabric Pilling, *J. Text. Inst.*, Vol. 88, No. 4, part 1, 488-500 (1997).