ارزیابی ناهمواری سطحی پارچه‌های حلقوی پودی با استفاده از پردازش تصویر

حسین محمودزاده[۱]، محمد امانی تهران[۲] و مسعود لطیفی[۳]

[۱]فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، [۲]استادیار و [۳]دانشیار، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در ایـن تحقـیق ناهمواری‌های سطحی پارچه‌های حلقوی پودی توسط پردازش تصاویر برآورد می‌گردد. در یک نوبت ۵ نمونه از یک طرح بافـت حلقوی با طول حلقه‌های متفاوت و در نوبت بعدی ۱۵ نمونه در ۵ نوع طرح بافت و سه طول حلقه مختلف تحت آزمایش قرار گرفتند. با استفاده از نورپردازی مناسب از نمونه‌ها تصویربرداری گردید. برنامه‌های نوشته شده وظیفه تحلیل تصاویر و رسیدن به نتایجی مانند برآورد نـاهمواری سـطحی پارچـه بـه عـنوان یک پارامتر مجزا، استخراج تراکم رج و تراکم ردیف نمونه‌ها را بر عهده داشتند. تصاویر تهیه شده در محـیط نـرم‌افـزاری متلـب پـردازش شـده و در نهایت عددی که برآوردکننده خاصیت مورد بررسی است بدست آمد. روش تحلیل فرکانسی تصویر و روش برجستگی یکنواخت شده با تأئید روشهای آماری قادر به ارزیابی مناسب از خواص مورد نظر می‌باشند.

واژگان کلیدی: ناهمواری سطحی، پارچه حلقوی پودی، پردازش تصویر.

۱- مقدمه

نیاز به بهره‌وری، بهبود کیفیت و کمیت تولید در یک محیط تولیدی پیشرفته، سرعت بالای سامانه‌های اندازه‌گیری ناهمواری سطح را طلب مـی‌کـند. در روشهای قدیمی برای بازرسی اگر از نیروی انسانی استفاده نمی‌شد، باید از یک حس‌کننده که در تماس سطحی (بطور مثال با پارچه) می‌بود استفاده می‌کردند که به چند دلیل زیر کاربرد آن‌ها محدود می‌گردد:

- سرعت اندازه‌گیری بخاطر نیاز به تماس فیزیکی با سطح محدود می‌شود.
- سـطوح ناپیوسـته(عمـودی) بـرای بازرسـی بسـیار مشکل‌ساز هستند بطوریکه قسمت تماسگر حس‌کننده باید هر ناپیوستگی در سطح را پیمایش(جاروب) نماید.
- امکان خسارت و صدمه سطحی، بخاطر سایش قسمت تماسگر حس‌کننده به سطح تحت بازرسی، وجود دارد.
- دستگاه باید به دقت از لرزش‌ها عایق شود که در یک محیط ماشینی و کاری می‌تواند مشکل باشد.

تجـزیه و تحلـیل پارچه تاری-پودی توسط پردازش تصویر شامل تشخیص مشخصات ساختاری پارچه از قبیل طرحهای بافت و تراکم‌های تـاری و پـودی پارچـه، و مشخصـات تـاب نخ از قبیل جهت‌ها و زاویه‌های تاب می‌شود. طرحهای بافت و تراکم‌های تاری و پودی پارچه از عواملـی هسـتند کـه بـر ظاهـر، زیردسـت و خـواص مکانیکی پارچه تأثیر می‌گذارند. تشخیص درست مشخصات ساختاری، ابزاری را برای نگهـداری کیفیـت ساختمانی [مربوط به بافتِ] تولیدات موجود و برای گسترش تولیدات بهبود یافته طلب می‌کند. روش‌های متداول بازرسیِ مشخصـات ساختاری، اغلب به عملیات دستی زیادی با استفاده از ذره‌بین، خط‌کش و دیگر ابزار ساده نیاز دارد[۱]. این عملیات دستی معمولاً کسـل‌کـننده و زمـان‌بر هستند و می‌توانند به راحتی چشمهای کاربر را خسته کنند. بنابراین مطلوب خواهد بود چنانچه یک سامانه تجزیه و تحلیل تصویری تهیه شود تا روشهای تشخیص طرحهای بافت و اندازه‌گیری تراکم پارچه خودکار شوند.

روشـهای پردازش تصویر بطور وسیعی در صنعت نساجی استفاده می‌شوند. در اندازه‌گیری تراکم تار و پود فرش، Wood و Hodgson [۲] اخـتلافات کمی را بوسیله تغییرات شدت متمرکز کرده نشان دادند و روی نیازمندی‌ها و احتیاجات تجربی بهینه از قبیل نوردهی و تمرکز دوربیـن بحث کردند. Jasper و Potlapalli [۳] آشکارسازی پودها و تارهای جاافتاده در پارچه‌های تاری-پودی را با عملگر لبه سوبل (sobel)، تـبدیل فوریـه سـریع (FFT) و تـبدیل ویولـت گسسـته (DWT) مقایسه کردند. Zhang و Bresee [۴] رویکردی که روشی بر مبنایِ سطح خاکستری آماری یا بر مبنای محاسبات شکل‌شناسی ارائه می‌کرد برای آشکارسازی و طبقه‌بندی عیوب ناشی از گره و نقـاط ضـخیم اسـتفاده کـردند. Nishimatsu [۵] شناسـایی خودکـار انـواع بافـت بـا اسـتفاده از بهـبود لبه، آستانه‌گذاری، هموارسازی، متوسـط‌گـیری و شـبکه‌بـندی را ارائـه داد. Ravandi و Toriumi [۶] تـبدیل فوریه را برای ارزیابی مشخصات ظاهری پارچه از قبیل جهـت‌دار بودن تار و پود، چگالی نخ بیرون زده از سطح پارچه (پرز) و فاصله بین نخها در بافت تافته بکار گرفتند. Xu [۱] روشهای استفاده از FFT بـرای تشـخیص طـرحهای بافـت، تـراکم پارچه و کجی پارچه را شرح داد. Kinoshita و همکارانش [۷] تبدیل فوریه را برای

تشـخیص انـواع طـرح بوسـیله‌ی تجـزیه و تحلـیل کیفـی طیف توان (power spectrum) استفاده نمودند. ممکن است که تشخیص طرحهای بافت بوسیله طیف توان مشابه مشکل باشد.

۲- تجربیات

۲-۱- تهیه تصاویر مناسب

مـرحله نخسـت پـردازش تصـویر، تهـیه و فراهم آوردن تصاویر مطلوب برای پردازش است. تهیه تصویر مطلوب در گرو اولاً انتخاب روش نورپـردازی مناسـب و ثانـیاً چگونگی تنظیمات مربوط به آن است. در حقیقت بخش نورپردازی به قلب و جان تصویربرداری تعبیر می‌شود و مهم‌ترین بخش تصویربرداری است.

۲-۱-۱- مشخصات سیستم گیرنده تصویر

برای تهیه تصاویر از یک دوربین CCD سیاه و سفید استفاده شد. هر نمونه از زیر با استفاده از یک لامپ تنگستن ۱۰۰ وات نوردهی شد. شـدت نـور توسـط یک دیمر تا بدست آمدن بهترین وضوح عکس تنظیم شد. نمونه‌ها افقی و دوربین در بالای آنها و با زاویه ۹۰ درجه قرار داشـت. عملیات دیجیتالی کردن توسط یک کارت دریافت تصویر (Matrox) که بر روی یک کامپیوترPC PentiumII نصب شده بود انجام پذیرفت. ابعاد تصاویر ۲۵۶×۲۵۶ نقطه بود و روشنایی هر نقطه در ۸ بیت حافظه (۲۵۶ سطح خاکستری) ذخیره گردید. فاصله نمونه از لنز دوربین ۳۷ سانتیمتر و بزرگنمایی ۲۰x تنظیم شد.

۲-۱-۲- انتخاب بهترین نوع روش تصویربرداری

در ایـن تحقیق در ابتدا از روش نوردهی انتشاری از بالا استفاده گردید، بدین صورت که از دو لامپ با نور سفید برای نورپردازی از بالا تحت زاویه ۴۵ درجه با نمونه (یا افق) استفاده گردید. ولی به دلیل حاصل شدن تصویری با تباین کم و در سطح خاکستری متوسط، برای پردازش مناسب تشخیص داده نشد.

دسـته دیگـری از تصـاویر بر طبق تنظیمات دیگری تهیه شدند. این نوع تنظیم و این روش نورپردازی بدین دلیل انتخاب گردید تا بتوان از سـایه‌ای کـه توسـط بلـندیهای جسم که در تصویر بصورت مناطق سیاه و تیره مشاهده می‌شوند. برای مقاصد بعدی استفاده نمود. این نوع تصاویر هم چون به فیلترهای زیادی تا رسیدن به تصویر مناسب برای پردازش احتیاج داشتند و همچنین روشهای پردازشی این نوع تصاویر فقط تحت همین شرایط و تنظیمات جوابگوی مسئله بودند، به خاطر محدود شدن در تنظیمات و احتیاج به دقت زیاد، استفاده نشدند.

درسـت اسـت کـه نوردهـی از زیـر بیشتر بیانگر خلل و فرج نمونه بود ولی به دلیل شدت تاثیر آن، استفاده از این روش بهترین برآورد برای ناهمواری‌های سطحی نمونه تشخیص داده شد. یک نمونه از این تصاویر در شکل (۱) دیده می‌شود.

۲-۲- مشخصات نمونه‌ها

دو دسـته نمونـه جهـت انجـام تجربیات مورد استفاده قرار گرفتند. دسته اول با ۵ طرح بافت مختلف و سه طول حلقه متفاوت تهیه شدند و دسته دوم دارای یک طرح واحد (اینترلاک ساده) و ۵ طول حلقه مختلف بودند. نخی که پارچه‌ها از آن تهیه شدند نخ فیلامنت پلی‌استر ۱۵۰ دنیر بود. برای تهیه نمونه‌ها از ماشین گردباف دوسیلندر استفاده شد.

۲-۳- برآورد ناهمواری سطحی و تراکم پارچه به روش غیر تصویری

با توجه به ساختمان سه بعدی بافت حلقوی پودی که پست و بلندی‌های زیادی را در بر دارد و در عمل دیگر عوامل موثر در اصطکاک مانند مواد اولیه و خصوصیات نخ را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بنظر رسید که عامل اصطکاک می‌تواند شاخص خوبی برای ارزیابی ناهمواری سطحی پارچه‌های حلقوی پودی باشد. برای اندازه‌گیری شاخص اصطکاکی پارچه‌ها در این تحقیق از دستگاه اینسترون مدل 5566H 1730 و بر اسـاس روشی که Ajayi در تحقیقات خود به کار گرفت استفاده گردید[۸]. در این روش اساس کار بر حرکت خطی لغزنده بر روی صفحه افقـی اسـتوار اسـت. در کلـیه آزمـایش‌هـا، اصطکاک هر پارچه با خودش در جهت رج بر رج و ردیف بر ردیف و از جهت روی فنی پارچه‌ها اندازه‌گیری شد (جدول ۱). هر نمونه فقط یک بار مورد استفاده قرار گرفت و تعداد نمونه مورد آزمایش برای هر پارچه در هر جهت، پنج عدد در نظر گرفته شد.

به دلیل اینکه سطح پارچه روی پارچه، بهترین و حساس‌ترین سطوح قابل تماس بود، برای هردو سطح زیر و رو، پارچه و از یک نوع انتخاب شدند. همچنین به نظر می‌رسد هنگامیکه پارچه‌های مورد آزمایش یکسان می‌باشند، برجستگی‌های سطحی نظیر بیرون‌زدگی پرزها، خطوط کجراه و ریب به خوبی با یکدیگر درگیر شده و امکان تشخیص و مطالعه حرکت اصطکاکی به خوبی فراهم می‌گردد.
تراکم رج‌ها و ردیف‌های نمونه‌ها نیز بصورت چشمی اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

۲-۴- روشهای پردازش تصویر

برای ارزیابی ناهمواری سطحی پارچه از تصاویر تهیه شده، باید تصاویر مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. آماده نمودن تصاویر بسته به نوع روش پردازشی و همچنین تصویر تهیه شده، متفاوت خواهد بود.

۲-۴-۱- برجستگی یکنواخت شده (Normalized Relief) [۹]

روشی که در این راستا ارایه گردید استفاده از "برجستگی یکنواخت شده" بود. در این روش اختلاف‌های مثبت یک نقطه با نقطه‌های مجاورش در ۴ جهت اصلی چپ و راست و بالا و پایین بدست آورده شده و بر تعداد مرزهای نقطه‌ای موجود تقسیم می‌گردد (تا یکنواخت یا طبیعی شود). در اینجا سطح با مکعب مستطیل‌هایی نمایش داده می‌شود (شکل۲) مطابق با آنچه که در کامپیوتر تعریف می‌گردد. در این روش با بررسی نقطه به نقطه، اثر تناوب در تغییر شدت نوری نقطه‌ها در نتیجه‌گیری دخالت داده می‌شود.
ناهمواری سطحی پارچه می‌تواند با زبری سطح سنجیده شود، بنابراین مطلوب است که اندازه‌ای از ناهمواری سطحی بر اساس تغییرات شدت نور داشته باشیم. یک چنین اندازه‌ای برای تصویر دیجیتالی مساحت جانبی برجستگی است. $G_{x,y}$ می‌تواند بعنوان ارتفاع مختصات یعنی ارتفاع یک ستون از مکعب G که دارای ابعاد (۱نقطه × ۱نقطه × ۱سطح شدت استاندارد) است تلقی گردد. "مساحت" سطح خاکستریِ یک تصویر دیجیتالی برابر با تعداد کل سطوح در معرض دید در یک چشم‌انداز مرکب از ستونهای سطح خاکستری تعریف می‌شود. در اینجا فقط مساحت جانبی مدنظر است و بنابراین از سطح بالایی هر ستون صرفنظر می‌گردد. این مقدار می‌تواند بوسیله سنجش شدتهای جفت موقعیت‌های همسایه لبه و مشترک در یک ضلع اندازه‌گیری شود. تعداد سطوح در معرض دید روی یک ضلع یک ستون بستگی به اختلاف (D) بین شدت موقعیت فعلی $G_{x,y}$ و شدت موقعیت مجاور $G_{x+i,y+j}$ دارد. در اینجا فقط اختلافات غیرمنفی مدنظر است و شرط می‌شود که $D = G_{x,y} - G_{x+i,y+j}$ وقتیکه $G_{x,y} \geq G_{x+i,y+j}$، در غیر اینصورت D برابر صفر خواهد بود. (بنابراین مساحت برجستگی A_R جمع مساحت همه اضلاع(یا طرفها) همه ستونهاست. اما A_R همچنین تابعی از تعداد جفت‌های موقعیت (P) و بنابراین اندازه تصویر است. برای از بین بردن اثرات اندازه، این مقدار بوسیله محاسبه $a_R = \frac{A_R}{P}$ یکنواخت یا طبیعی می‌شود. در تصاویر تخت یا هموار D برای همه جفتهای موقعیت صفر خواهد بود و بنابراین a_R نیز صفر خواهد شد. هر گونه انحرافی از این سطح تخت ایده‌آل منتج به a_R بزرگتر از صفر خواهد شد. حداکثر مساحت برجستگی ممکن (a_R=۱۲۷/۵) در یک طرح شطرنجی منظم و مرکب از یکی در میان شدتهای ۰ و ۲۵۵ رخ می‌دهد.
برای اینکه این روش محقق گردد برنامه ای نوشته شد که توسط آن این خاصیت از تصویر، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه پردازش تصویرهای یک دسته نمونه در نمودارهای شکل (۳) آمده است. در این قسمت هم، احتیاجی به آماده‌سازی تصویر و اعمال فیلترهای مختلف بر روی تصویر نیست و از همان تصویر ابتدایی نیز می‌توان برای پردازش استفاده نمود. در حقیقت فقط با تصاویر اصلی است که اساس روش پیشنهادی در این قسمت به خوبی می‌تواند پیاده‌سازی گردد. چرا که اختلاف در شدتی که اندازه‌گیری می‌شود با وجود خود تصاویر اصلی معنی، تفسیر و قابل مقایسه می‌شود و اگر تصاویر آماده‌سازی گردند مقادیر نتیجه شده متفاوت خواهد بود.
همانطور که مشاهده می‌شود روش ارائه شده در این قسمت نیروی اصطکاک به ویژه نیروی اصطکاک ایستایی در جهت ردیف را به خوبی برآورد می‌کند که ضریب همبستگی در اینجا حدود ۰/۹۶ تعیین شده است.

۲-۴-۲- روش تحلیل فرکانسی (Frequency Analysis)

روش دیگری که برای تجزیه و تحلیل انتخاب شد، بدین‌گونه بود که از تصویر در زوایای مختلف نمودارهایی ترسیم می‌گشت. هر یک از نمودارها بدین صورت استخراج می‌گردید که کل تصویر توسط خطی با زاویه مشخص پیمایش می‌شد، مجموع کل شدت نوری‌های نقطه‌هایی که در هر جابجایی روی خط مذکور واقع می‌شدند محاسبه شده و برای اینکه یکنواخت گردند بر تعداد نقطه‌های روی خط در آن مکان تقسیم می‌شدند. چون قبلاً برای اینکه تصویر تحت پردازش قرار گیرد باید به فرمت double درآمده باشد (یعنی عدد شدتهای ۰ تا

۲۵۵ بـه عـدد شـدتهای ۰ تا ۱ تبدیل شده باشد) بنابراین عدد یکنواخت شده نیز عددی بین ۰ تا ۱ خواهد بود (شکل ۴). محور افقی نمودار، نشـان‌دهـنده تعـداد جابجایی خط در تصویر برای اینکه کل آنرا پویش نماید می‌باشد و محور عمودی مقدار شدت نوری یکنواخت شده کل نقطـه‌هـای موجـود بـر روی خـط در همـان جابجایی را نمایش خواهد داد. انتظار می‌رود که در زاویه‌ای که برابر با زاویه کجی پارچه است، نمـوداری کـه دارای تـناوب مـی‌باشـد ظاهر گردد. در نمودار مشاهده شد قسمتهای کناری آن دارای نظم قسمت میانی نمی‌باشد. دلیلی که مـی‌تـوان ذکـر نمـود ایـن اسـت کـه چـون در قسـمتهای کناری تعداد نقطه‌ای که بر روی خط پویش واقع می‌شوند کم است، پس نتیجه میانگین‌گیری (یکنواخت کردن) بیانگر خاصیت اصلی و کلی تصویر نیست و به لحاظ آماری نمونه خوبی از جامعه تصویر به حساب نمی‌آید، چـرا کـه تعـداد نمونـه کافـی نیست. بنابراین به منظور تصحیح نمودار از دخالت قسمتهایی که تعداد نقطه کمی بر روی خط مفروض دارند جلوگیری شده و وارد محاسبات نگردید.

بعـد از ایـنکه نمـودار حاصـله تصـحیح گشت، به منظور نیل به هدف یعنی محاسبه تراکم رج، تراکم ردیف و زاویه کجی پارچه باید برروی سیگنال بدست آمده (که در نمودار ترسیم گشته) تبدیل فوریه اعمال گردد و از این پس در محیط فرکانس محاسبات ادامه یابد.

طـیف تـوان مـوج حاصـله سیگنالی را نتیجه خواهد داد که دیگر دارای دامنه منفی نخواهد بود، اگر در نمودار توان، بتوان به فرکانسِ دامنه ماکـزیممِ موجود در تصویر دست یافت، به پایان راه نزدیک شده‌ایم، بدین صورت که در زوایای مختلف، نمودار شدت نوری ترسیم می‌گردد و طـیف تـوان آن نموداری که دامنه ماکزیمم آن از بقیه بیشتر است مشخص می‌گردد و فرکانس مربوطه خوانده می‌شود. انتظار می‌رود این فـرکانس بـا تعـداد پـیک موجـود در سـیگنال یـا نمودار شدت نوری نسبت مستقیم داشته باشد. بنابراین با مشخص شدن نمودار مربوط به بزرگتریـن دامـنه ماکزیمم، هم زاویه کجراه، هم فرکانس مربوط به بزرگترین دامنه ماکزیمم در بین نمودارهای طیف توانِ زوایای مختلف و هـم تعداد پیک (یا تناوب) موجود در تصویر از نمودار اولیه قابل استخراج است. حال برای یافتن همبستگی بین فرکانس مربوط به بزرگترین دامـنه ماکزیمم و تعداد تناوب‌ها، آنها را در یک نمودار رسم می‌کنیم بطوریکه محور افقی اولی و محور عمودی دومی باشد. نمودار حاصل در شـکل (۵) آمـده است. این نمودار برای ۵ نمونه پارچه با طول حلقه‌های متفاوت ترسیم شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود با افـزایش تـراکم (افـزایش تعـداد قلـه‌ها) فرکانس نیز افزایش می‌یابد. پس با کنترل و محاسبه فرکانس دامنه ماکزیمم و با استفاده از رابطه حاصل شده از نمودار می‌توان به تراکم رج یا ردیف در پارچه دست یافت.

برای تحقیق این روش برنامه‌ای نوشته شد و الگوریتم آن بدین صورت بود که در آن در زوایای مختلف تصویر از بالا تا پائین جاروب می‌شد و در نهایـت نمـوداری ترسـیم می‌گشت که مجموع شدتهای نوری نقطه‌ها در هر خط اسکن شده (یا در هر رستر) بر حسب تعداد نقطه‌های پـیمایش شـده تصـویر بـود. طـیف توان این نمودارهای بدست آمده که در هر زاویه از تصویر متفاوت بودند محاسبه گردیدند و در فرکانس غالـب کـه دارای بالاتریـن دامـنه بـود، فاصـله بیـن رجها و ردیفها و زاویه نظم حلقه‌ها در پارچه بدست آمدند. به عبارت دیگر با کنترل بر فرکانسـی کـه دارای بالاتریـن دامنه در یک سیگنال بدست آمده در زاویه خاص پویش کردن بود، علاوه بر زاویه کجی، تراکم رج و تراکم ردیف نیز محاسبه گردیدند.

در ایـن روش محاسـبات در حـوزه فـرکانس نـیز انجـام مـی‌گـیرد. البـته بر روی تصویر فیلتر خاصی برای بهبود در شدت نوری آن اعمال نمـی‌گـردد. فقـط در جایـی چـون بـاید شدت نوری کل تصاویر برای تجزیه و تحلیل یکسان باشد با یک تصویر مبنا، (هیستوگرام) تصاویر یکسان‌سازی می‌گردند تا بتوان نتایج را با یکدیگر مقایسه نمود.

همـانطور کـه در شـکل (۶) مشـاهده می‌گردد، این روش به خوبی می‌تواند تراکم‌های رج و ردیف را برآورد کند. برای مثال با داشتن معادله $y = 0.8145x + 0.6242$ حاصـل از نمـودار و بدسـت آوردن فـرکانس بزرگتریـن دامـنه‌ی ماکـزیممِ موجود در هر تصویر از پارچه می‌توان به تراکم رج دست یافت. این معادله همان‌گونه که دیده می‌شود با مقدار همبستگی بالایی یعنی حدود ۹۹٪ بدست آمده است.

از طـرف دیگـر خـود تـراکم‌هـای رج و ردیـف متغیرهایی از پارچه بودند که مربوط به ناهمواری سطحی آن بوده و در نتیجه با ارزیابی این متغیرها، ناهمواری سطحی پارچه نیز به طریقی برآورد گردیده است.

برای برآورد خاصیت اصطکاکی همانطور که قبلاً توضیح داده شد می‌توان از فاصله افقی و عمودیِ ماکزیمم و مینیمم پیک‌ها استفاده کرده و اگـر این اختلافات بتوانند روند تغییر خاصیت اصطکاکی پارچه‌ها را پیش‌بینی کنند بعنوان شاخصی برای ارزیابی ناهمواری پارچه از طریق تصویر حاصل می‌توان از آنها بهره جست.

۳- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در ایـن تحقـیق دو روش برای برآورد ناهمواری سطحی پارچه‌های حلقوی ارائه گشت. نتایج این‌گونه بود که روش تحلیل فرکانسی تصویر (سـطح مقطـع جانبـی) تراکم رج، تراکم ردیف، و کجی پارچه را با ضریب همبستگی بالایی ارزیابی می‌کرد. روش برجستگی یکنواخت شده کـه در تحقیقات قبلی برای ارزیابی چروک استفاده شده بود در اینجا نیز به خوبی خاصیت اصطکاکی پارچه را به عنوان متغیری از ناهمواری سطحی آن ارزیابی نمود.

در بـیان کلـی روش تحلـیل فرکانسـی روشـی کـاملاً علمی و انعطاف‌پذیرتر است بدین معنی که با اعمال آن بر روی تصویر پارچه‌هایی با مشخصـات مـتفاوت بـه جواب صحیح خواهد رسید و احتمال وقوع خطا کم می‌باشد. چنانچه در بین ۲۵ تصویر مورد آزمایش در این تحقیق فقط یک بار زاویه کجی پارچه با کمی اختلاف (حدود ۲ درجه) تشخیص داده شد.

روش برجسـتگی یکنواخـت شـده روشـی است که خاصیت اصطکاکی پارچه را به عنوان یکی از متغیرهای ناهمواری سطحی آن با ضریب همبستگی بالا (حدود ۰/۹۹) برآورد می‌کند. سرعت آن نسبت به روش تحلیل فرکانسی بسیار بالاتر می‌باشد.

پیشـنهاد می‌گردد برای گرفتن نتیجه بهتر از آزمایشات از نور موازی (نوری که اشعه‌های آن بصورت موازی با یکدیگر باشند) استفاده گردد. همچنین با تغییر مواد اولیه وخصوصیات نخ مصرفی می‌توان میزان اثر آنها را در نتایج بررسی نمود.

مراجع

[1] Xu. B., “Identifying Fabric Structures with Fast Fourier Transform Techniques”, Textile Res. J., 66,496-506, 1996.

[2] Wood. E. J. and Hodgson, R. M., “Carpet Texture Measurement Using Image Analysis”, Textile Res. J., 59, 1-12, 1989.

[3] Jasper. W. J., and Potlapali. H., “Image Analysis of Mispicks in Woven Fabric”, Textile Res. J., 65, 683-692, 1995.

[4] Zhang, Y. F. and Bresee. R. R., “Fabric Defect Detection and Classification Using Image Analysis”, Textile Res. J., 65, 1-9, 1995.

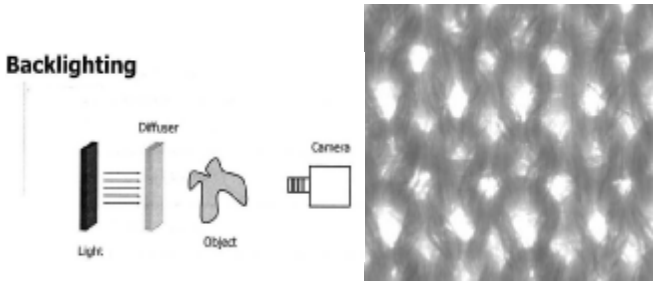
[5] Nishimatsu. T., “Automatic Recognition of the Interlacing Pattern of Woven Fabric, Part I: Determination of the Pattern by Using Image Information Analysis”, J. Textile Mach. Soc. Jpn, 44(6), 51-57, 1991.

[6] Ravandi. S. A. H. and Toriumi. K., “Fourier Transform Analysis of Plain Weave Fabric Appearance”, Textile Res. J., 65, 676-683, 1995.

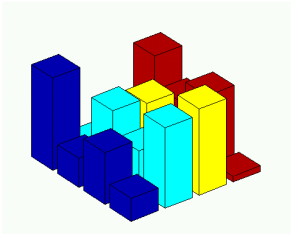
[7] Kinoshita. M., Hashimoto. Y., Akiyama. R., Uchiyama. S., “Determination of Weave Type in Woven Fabric by Digital Image Processing”, J. Textile Mach. Soc. Jpn., 35(2), 1-4, 1989.

[8] Ajayi. J. O., “Fabric Smoothness, Friction and Handle”, Textile Res. J., 62(1), 52, 1992.

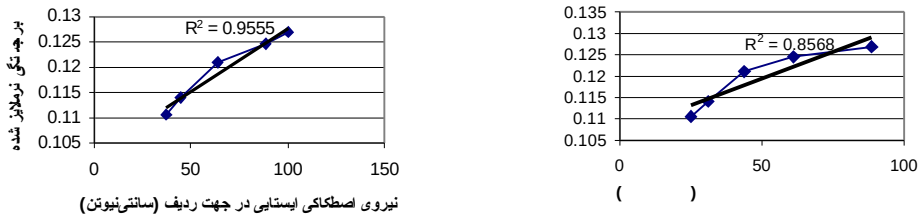
[9] Na. Y. and Pourdeyhimi. B., “Assessing Wrinkling Using Image Analysis and Replicate Standards”, Textile Res. J., 65(3), 149-157, 1995.



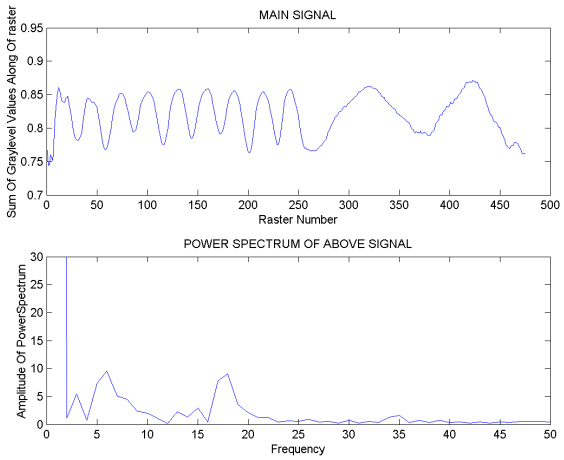
شکل ۱ : پارچه حلقوی نورپردازی شده از زیر.



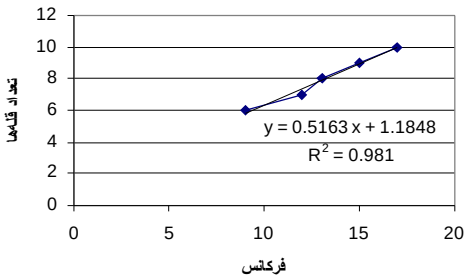
شکل ۲ : شبیه‌سازی ناهمواری سطح بصورت ترکیبی از مکعب‌مستطیل‌ها.



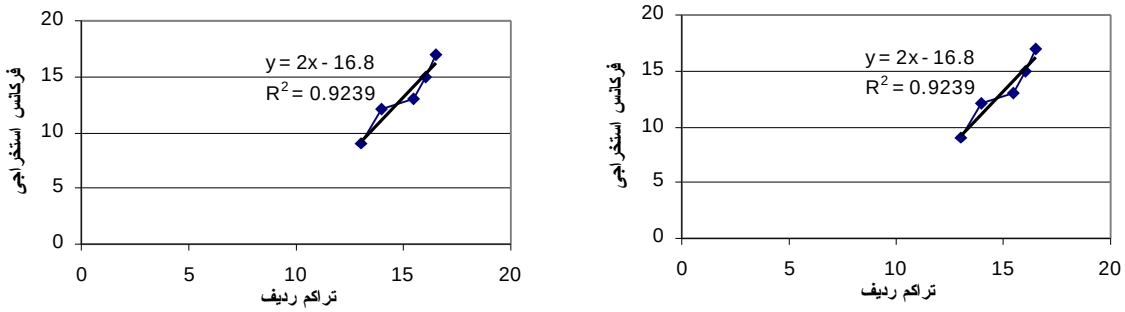
شکل ۳ : میزان همبستگی برجستگی یکنواخت شده با نیروهای اصطکاکی.



شکل۴ : نمودار انتخابی توسط نرم‌افزار به عنوان بهترین نتیجه برای یک نمونه.



شکل ۵ : نمودار مربوط به همبستگی فرکانس استخراجی مربوط به بزرگترین دامنه ماکزیمم نمودار طیف توان از برنامه و تعداد تناوب موجود در سیگنال شدت نوری.



شکل ۶ : همبستگی تراکم‌های رج و ردیف اندازه‌گیری شده و نتیجه برنامه‌ی ارزیابی‌کننده این متغیرها.

جدول ۱ : نیروهای اصطکاکی استخراج شده توسط دستگاه اینسترون برای ۵ نمونه پارچه اینترلاک ساده.

	۱	۲	۳	۴	۵
نیروی اصطکاک ایستایی (رج بر رج) (CN)	۳۶/۳	۲۱/۶	۱۵/۶	۱۳	۱۶/۵
نیروی اصطکاک ایستایی (ردیف بر ردیف) (CN)	۱۰۰	۸۸/۵	۶۴	۴۵	۳۷/۵
نیروی اصطکاک دینامیکی (رج بر رج) (CN)	۲۸	۱۳/۷۳	۱۱/۴۳	۷/۲۳	۸/۷۳
نیروی اصطکاک دینامیکی (ردیف بر ردیف) (CN)	۸۸/۶	۶۱/۰۷	۴۳/۹	۳۱/۰۷	۲۵/۱۳

جدول۲ : تراکم رج و تراکم ردیف استخراج شده توسط روش متداول برای ۵ نمونه پارچه اینترلاک ساده.

	۱	۲	۳	۴	۵
تراکم رج (cpc)	۱۰/۵	۱۳/۳	۱۵/۵	۱۷/۷	۲۰/۰
تراکم ردیف(wpc)	۱۳/۰	۱۴/۰	۱۵/۵	۱۶/۰	۱۶/۵