تأثیر سرعت ماشین بافندگی و استحکام نخ پود بر میزان پود پارگی در ماشین‌های بافندگی پروژکتایل و رایپری

هوشمند بهزادان
استادیار

هوشنگ نصرتی
دانشجوی دکترا

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در سال‌های اخیر به علت افزایش سرعت ماشین‌های بافندگی، کشش وارد به نخ پود به عنوان یکی از عوامل محدود کننده سرعت ماشین مطرح است. مطالعه خواص مکانیکی نخ پود و عکس‌العمل آن در برابر تنش‌های وارده به هنگام پودگذاری و یافتن راه‌هایی برای کاهش پود پارگی، از مسائل مورد توجه در قلمرو بافندگی است.

در مقاله حاضر تأثیر استحکام نخ پود و سرعت ماشین بافندگی بر میزان پود پارگی و کشش وارد به نخ پود، در ماشین‌های بافندگی پروژکتایل و راپیری نرم مورد بررسی قرار گرفته است. میزان پود پارگی و کشش وارد به نخ پود برحسب سرعت ماشین و استحکام نخ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و تأثیر این عوامل مشخص شده است و همچنین دلایل عدم انطباق تعداد پود پارگی با استحکام و کشش وارد به نخ پود مورد بحث قرار گرفته است.

Effect of Loom Speed and Weft Yarn Strength on the Rate of Weft Breakage on Projectile and Rapier Looms

H. Behzadan
Assistant Professor

H. Nosraty
Ph. D. Student

Textile Engineering Department
Amirkabir Univ. of Tech.

Abstract

In recent years, increase of weft thread tension which is due to the higher loom speed, imposes a limit on the weaving speeds. In present work the effect of loom speed and weft yarn tenacity on the rate of weft breakage and tension of weft yarn in projectile and flexible rapier looms is studied. The weft breakage rate and imposed tension to weft yarn with loom speed and yarn tenacity is analyzed statistically. The effect of these factors are estimated. Although, the yarn tension during weaving were found to be considerably less than the yarn breaking strength the weft break frequency was significant. This lack of agreement between weft breakage rate and weft yarn tenacity and measured tension has been discussed with relevant recently published literatures.

۱ـ مقدمه

هم‌اکنون توان پودگذاری برخی از ماشین‌های بافندگی به حدود ۱۵۰۰ متر بر دقیقه و حتی بیشتر رسیده است و می‌توان گفت که در بیست سال گذشته به طور میانگین مقدار پارچه تولیدی هر ماشین بافندگی به سه برابر رسیده است [۱]. محققینی که تنش‌های وارده به نخ پود در هنگام بافندگی را مورد مطالعه قرار داده‌اند، دلایل افزایش تولید ماشین‌های بافندگی را به عللی مانند پیدایش روش‌های پودگذاری بی‌ماکو، بهبود سینماتیک اجزاء مختلف ماشین، استفاده از ریزپردازنده‌ها، افزایش کیفیت نخ مصرفی و عوامل دیگر مرتبط دانسته‌اند [۳].

با افزایش سرعت ماشین‌های بافندگی بی‌ماکو مسأله مهمی که پیش می‌آید، افزایش کشش وارد به نخ است. به علت اینکه نخ پود در یک زمان کوتاه در معرض نیروی ناشی از مکانیزم پودگذاری قرار می‌گیرد، افزایش کشش وارد به آن نسبت به نخ تار اهمیت بیشتری می‌یابد، تا آنجاکه می‌تواند به عنوان محدودکننده سرعت ماشین بافندگی مطرح شود. کشش اضافی حاصل از افزایش سرعت موجب افزایش تعداد پودپارگی شده و در نتیجه موجبات توقف بیشتر ماشین و افت بازده آن را فراهم می‌آورد. به حداقل رسانیدن کشش نخ پود در ماشین‌های بافندگی جدید، از مسائلی است که مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است [۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸]. به طور کلی می‌توان گفت که افزایش سرعت ماشین بافندگی همراه با افزایش کشش وارده به نخ پود است. برای آنکه تعداد نخ پارگی پود کاهش یابد باید دو نکته را مورد توجه قرار داد. یکی اینکه به میانگین استحکام نخ افزوده شود و دیگر آنکه ضریب نایکنواختی (CV%) استحکام نخ کاهش یابد.

چون سرعت ماشین بافندگی و استحکام نخ پود از عوامل مؤثر و با اهمیت در میزان نخ پارگی پودمی‌باشند، بررسی تأثیر این دو پارامتر و تأثیر متقابل آنها بر یکدیگر، موضوعی است که در مقاله حاضر مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲ـ تجربیات

۲-۱ـ مرحله ریسندگی

از تحقیقات به عمل آمده معلوم شده است که در ماشین بافندگی با سرعت بالا نخ‌های ریسیده شده توسط ماشین رینگ برای نخ پود مناسب‌تر هستند، زیرا در اثر وارد شدن نیروی ناگهانی در حین پرتاب پود، نخ رینگ به لحاظ خصوصیات ساختمانی، بهتر از نخ‌های ریسیده شده در سایر روش‌ها مانند چرخانه و جت هوا می‌تواند نیروی وارده را تحمل نماید [۸]. در نتیجه برای تولید نخ پوداز سیستم ریسندگی رینگ موجود در کارگاه دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر استفاده شد که مراحل تولید در جدول (۱) آمده است.

همچنین مشخصات الیاف مورد استفاده در جدول (۲) نشان داده شده و به طوری که ملاحظه می‌گردد از الیاف پنبه معمولی با مشخصات قابل قبول استفاده شده است.

(جدول ۱) مراحل تولید و وزن خطی محصولات مختلف مرحله ریسندگی

مرحله	ماشین مورد استفاده	نام محصول	میانگین وزن خطی محصول تولیدی		CV%
۱	حلاجی	بالش	۲۲۷/۵	کیلوتکس	۱/۷۷
۲	کاردینگ	فتیله کارد	۴/۸۴	کیلوتکس	۲/۶
۳	هشت لاکنی (۱)	فتیله	۴/۶۸	کیلوتکس	۱/۹۸
۴	هشت لاکنی (۲)	فتیله	۴/۶۷	کیلوتکس	۳/۳
۵	نیمتاب	نیمچه نخ	۷۳۸/۱۲	تکس	۳/۹
۶	تمام تاب	نخ	۲۸/۵	تکس	۳/۸
۷	بوبین پیچی	بوبین نخ پود	۲۸/۵	تکس	–

(جدول ۲) مشخصات الیاف پنبه مورد استفاده برای تولید نخ پود

مشخصه	میانگین	CV%
طول (فایبروگراف)	میلی متر ۲۵/۸	۶
طول (اندازه گیری تک تک الیاف)	میلی متر ۲۷/۳۸	۳۱/۵
ظرافت (میکرونر)	دنیر ۱/۳	۲/۳

برای آنکه بتوان سه نخ با استحکام متفاوت به دست آورد که از نظربقیه شرایط تقریباً معادل باشند، از یک نوع نیمچه نخ برای تولید سه نمونه نخ با ضرایب تاب متفاوت استفاده شد. با توجه به طول میانگین الیاف و جداول تاب، ضریب تاب مورد نظر برای نخ پود به دست آمد که با افزودن و کاستن در حدود ۲۵۰ از آن، سه ضریب تاب متفاوت برای سه نمونه نخ حاصل گردید. در ضمن با تعویض دنده های کشش و تاب روی ماشین رینگ در آخر نمونه های اصلی پس از چند بار آزمایش مشخص گردیده و ریسیده شدند. جدول شماره (۳) نشاندهنده مشخصات فیزیکی نخ های ریسیده شده است.

(جدول ۳) مشخصات فیزیکی نخ های ریسیده شده

نمونه	میانگین تاب بر متر	CV%	ضریب تاب(تکس)
اول	۷۶۵/۳	۳/۳	۴۰۸۵
دوم	۷۲۱/۱	۳/۴	۳۸۲۶
سوم	۶۷۵/۴	۲/۹۶	۳۶۰۶
میانگین وزن نمونه های ۱۲۰ یاردی		CV%	وزن خطی(تکس)
gr	۳/۱۳	۳/۸	۲۸/۵

لازم به ذکر است که در کلیه آزمایشات تعداد آزمونه با استفادهاز فاصله اطمینان ۹۵ درصد و توزیع t به دست آمده است.

۲-۲-مرحله بافندگی

سه نمونه نخ پنبه ای با نمره یکسان ۲۸/۵ تکس و ضرایب تاب متفاوت در روش ریسندگی رینگ ریسیده شدند. این نخ ها پس از بوبین پیچی روی ماشین های بافندگی پروژکتایل و راپیر به عنوان نخ پود مورد استفاده قرار گرفتند. در هر ماشین سه سرعت مختلف انتخاب شد و برای هر سرعت دو آزمایش انجام گردید. در هر آزمایش تعداد ۵۰۰۰ نخ پود از هر کدام از نمونه ها بافته شد، و میزان پود پارگی اندازه گیری گردید. جدول (۴) نشاندهنده مشخصات ماشین های بافندگی مورد استفاده می باشد.

در ضمن شرایط جوی سالن بافندگی به صورت R.H=۶۴±۳٪ (رطوبت نسبی) و T = ۲۱ ±۱ °C (دما) بوده است.

(جدول ۴) مشخصات ماشین های بافندگی مورد استفاده

مشخصه	ماشین پروژکتایل	ماشین بافندگی راپیری
روش پودگذاری	پروژکتایل	راپیری نرم
شرکت سازنده	Sulzer-Switzerland	Nuvopignone Smith, italy
عرض مورد استفاده	۲ × ۱۶۵/۵ cm	۲۲۰ cm
روش تشکیل دهنه	بادامک خارجی	دابی
طرح بافت	ساده	ساده
اکولاتور مورد استفاده	Technomatex با کشش دهنده دیسکی و برس کشش دهنده	Technomatex باکشش دهنده تیغه ای و برس کشش دهنده
بوبین مورد استفاده	مخروطی با زاویه ۲۰/ و ۴°	مخروطی با زاویه ۲۰/ و ۴°

۳-نتایج

۳-۱-۱-اندازه گیری خواص مکانیکی نخ

برای اندازه گیری خواص مکانیکی نخ از دو روش سرعت بازگذاری ثابت (CRL) و سرعت ازدیاد طول ثابت (CRE) (دستگاه های INSTRON, USTER DYNAMAT II,) استفاده شد که با توجه به اطلاعات بیشتری که می توان از روی نمودار نیرو – ازدیاد طول نخ حاصل از روش سرعت ازدیاد طول ثابت (CRE) به دست آورد، نتایج حاصل از این روش در جدول (۵) آمده است و همچنین خصوصیات اصلی نخ در اشکال (۱) و (۲) مشخص شده است.

(جدول ۵) استحکام و ازدیاد طول نخ ها، حاصل از دستگاه اینسترون(تعداد آزمایش هر نمونه ۱۰۰، طول اولیه نمونه ۵۰ سانتیمتر، زمان آزمایش ۲±۲۰ ثانیه، دما ۲۵-۲۲ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۳۰-۲۰ درصد.)

نمونه	استحکام (گرم)	(CV%) استحکام	ازدیاد طول (cm)	(CV%) ازدیاد طول	کرنش پارگی %	تنش مخصوص (cN/tex)
اول	۴۴۹/۸۵	۱۳/۱۴	۲/۶۸	۱۱/۹	۵/۳۶	۱۶
دوم	۳۴۰	۱۴/۱	۲/۱۹	۱۴/۸	۵/۳۶	۱۲/۱۷
سوم	۲۳۱/۵۵	۱۶/۵	۱/۴۴	۱۳/۸	۲/۹	۸/۲۸

محاسبات آماری نشان می دهد که بین میانگین استحکام نمونه ها و واریانس استحکام نمونه ها اختلاف آماری وجود دارد، بین میانگین کرنش در هنگام پارگی نمونه ها نیز اختلاف آماری وجود دارد.

واریانس کرنش نمونه های اول و دوم اختلاف آماری ندارند اما واریانس کرنش نمونه های (اول و سوم) و (دوم و سوم) با یکدیگر اختلاف آماری دارند.

۳-۱-۲-اندازه گیری کار تا حد پارگی نمونه

برای اندازه گیری کار تا حد پارگی نمونه از نمودارهای حاصل از دستگاه اندازه گیری استحکام اینسترون استفاده شد. در منحنی نیرو - ازدیاد طول، مساحت سطح زیر منحنی کار تاحد پارگی را به دست خواهد داد، که برابر با مقدار انرژی لازم برای گسیختن نمونه می باشد. چون در مورد نخ پنبه ای مورد آزمایش منحنی نیرو - اضافه طول تقریباً به صورت خط راست بود (که از نظر تئوری نیز لیف پنبه نقطه تسلیم مشخصی ندارد و منحنی نیرو - ازدیاد طول آن تقریباً به صورت خط راست است) با تقریب قابل قبولی می توان نوشت:

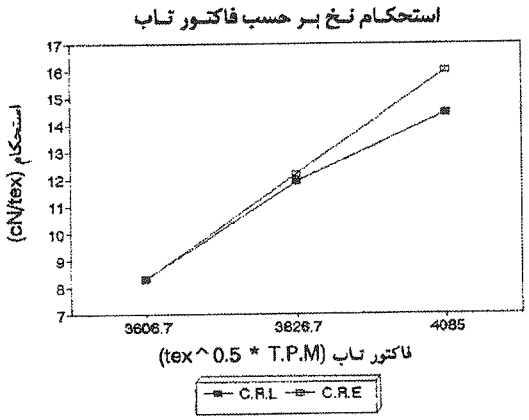
کار تا حد پارگی = ۱/۲ [نیروی پارگی (گرم) × ازدیاد طول تا حد پارگی (cm)]

و از تعریف کار مخصوص تا حد پارگی داریم:

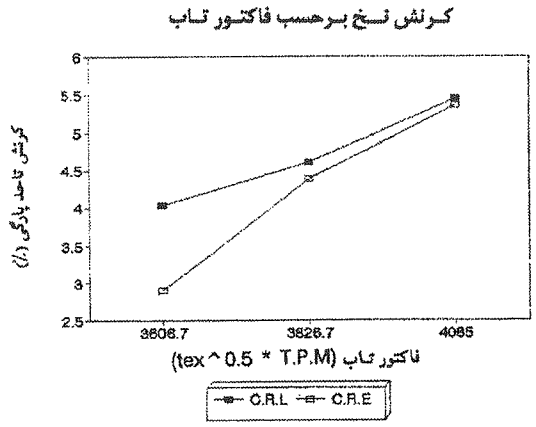
کار تاحد پارگی = کار مخصوص تا حد پارگی

جرم درواحد طول (تکس) × طول اولیه

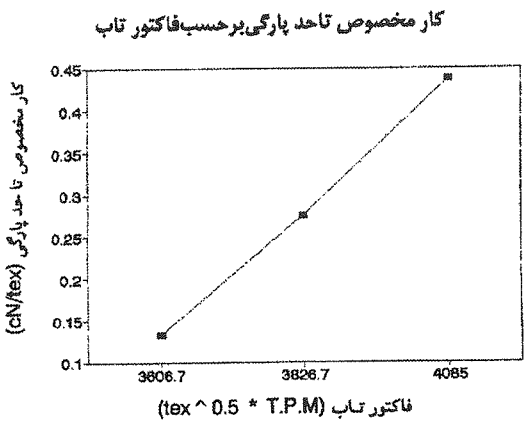
شکل (۳) نشاندهنده کار مخصوص تا حد پارگی نمونه ها می باشد. در ضمن میانگین و واریانس کار تا حد پارگی هر سه نمونه با یکدیگر اختلاف آماری دارند.



(شکل ۱) استحکام تا حد پارگی نمونه های نخ پود



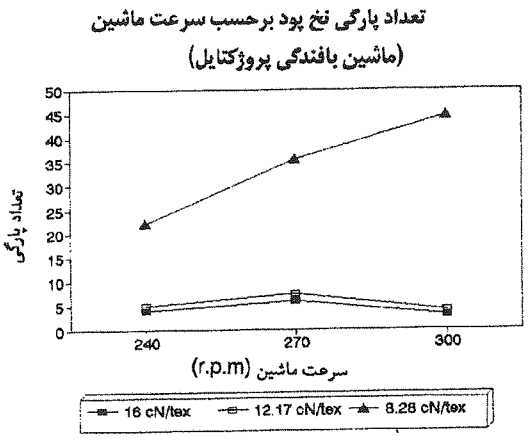
(شکل ۲) کرنش تا حد پارگی نمونه های نخ پود



(شکل ۳) کار مخصوص تا حد پارگی نمونه های نخ پود

۳-۲-۱-نتایج حاصل از ماشین بافندگی پروژکتایل

با آزمایش روی ماشین بافندگی پروژکتایل در سرعت های ۲۴۰، ۲۷۰ و ۳۰۰ دور بر دقیقه که در هر سرعت دو بار آزمایش انجام شده و در هر آزمایش تعداد ۵۰۰۰ پود بافته شد، میزان پود پارگی روی ماشین پروژکتایل اندازه گیری گردید، که نتایج در شکل (۴) نشان داده شده است.



(شکل ۴) میانگین تعداد پود پارگی روی ماشین بافندگی پروژکتایل

۳-۲-۲-تجزیه و تحلیل تعداد نخ پارگی پود در ماشین پروژکتایل

برای تجزیه و تحلیل آماری تعداد نخ پارگی پود برحسب سرعت ماشین و استحکام نخ پود از آنالیز واریانس دو طرفه با اثر ثابت استفاده گردید [۹] که برای این کار از نرم افزار STATGRAPH VERSION 5 استفاده شد و ملاحظه گردید که:

اولاً: استحکام نخ دارای اهمیت آماری بوده و در نتیجه بر میزان نخ پارگی مؤثر است.

ثانیاً: تأثیر سرعت ماشین بر میزان نخ پارگی اهمیت آماری ندارد.

ثالثاً: تأثیر متقابل سرعت ماشین و استحکام نخ بر میزان نخ پارگی پود دارای اهمیت آماری نمی باشد.

۳-۲-۳-رابطه بین نخ پارگی بر حسب سرعت ماشین و استحکام نخ در ماشین بافندگی پروژکتایل

برای به دست آوردن رابطه تجربی تعداد پودپارگی برحسب سرعت ماشین و استحکام نخ پود از مدل رگرسیون مضاعف استفاده شد [۱۰]. زیرا پود پارگی از دو عامل سرعت ماشین و استحکام نخ متأثر می شود. با انجام محاسبات رگرسیون مضاعف به کمک نرم افزار STATGRAPH VERSION 5 مشاهده گردید که عامل سرعت دارای اهمیت آماری نیست. بنابر این رگرسیون ساده به صور مختلف خطی، معکوس، نمایی و توانداز انجام شد و معادله حاصله و ضریب ارتباط مورد مقایسه قرار گرفت و در آخر با مقایسه بانتایج تجربی مشخص شد که رگرسیون مضاعف دارای R^2 بیشتری است که معادله آن به صورت رابطه (۱) است.

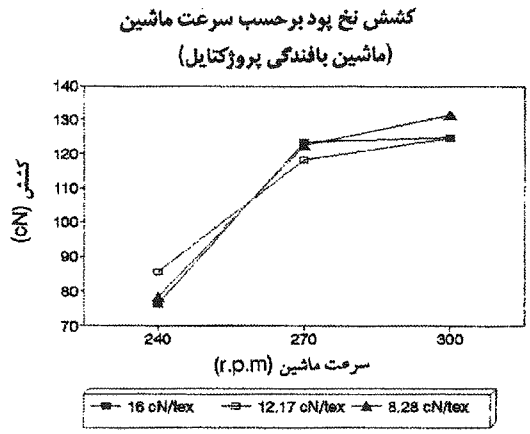
$$y = 28.5 - 3.8\ T + 0.11\ S \qquad (۱)$$

در معادله (۱)، y تعداد نخ پارگی پود در ماشین پروژکتایل، T استحکام نخ پود بر حسب (cN/tex) و S سرعت ماشین بافندگی برحسب دور بر دقیقه می باشد. معادله فوق می تواند تا حدودی تعداد پود پارگی را پیش بینی نماید.

۳-۲-۴-اندازه گیری کشش نخ پود روی ماشین بافندگی پروژکتایل

برای اندازه گیری کشش نخ پود در حین بافته شدن، دستگاه کشش سنج الکترونیکی Rothschild روی ماشین پروژکتایل نصب گردید. کشش سنج دارای یک بخش اندازه گیر (measuring head) می باشد که ضمن عبور نخ پود، کشش وارده به آن را براساس تغییر ظرفیت خازن تعبیه شده در زیر میله حس کننده نخ، اندازه گیری می کند. فرکانس اندازه گیری بخش اندازه گیر دستگاه کشش سنج الکترونیکی در حدود ۳۰۰ هرتس است. در هر سرعت و برای هر نمونه، کشش وارده به نخ پود

اندازه گیری شده و از روی نمودار کشش رسم شده، توسط بخش ثبات دستگاه، حداکثر کشش در هر دوره پودگذاری قرائت گردید. میانگین حداکثر کشش ها در ۱۰۰ دوره پودگذاری در شکل (۵) نشان داده شده است.



(شکل ۵) کشش وارد به نخ پود در ماشین بافندگی پروژکتایل

تجزیه و تحلیل آماری کشش های اندازه گیری شده با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه با اثر ثابت نتایج زیر را به دست می دهد:

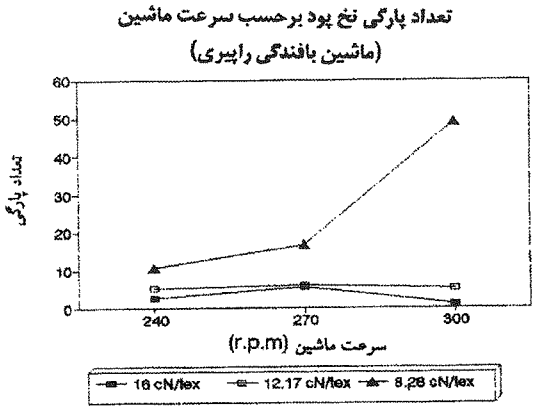
اولاً: تأثیر سرعت بر کشش وارد به نخ پود در سطح ۹۹ درصد اطمینان دارای اهمیت آماری است.

ثانیاً: تأثیر استحکام نخ در سطح ۹۵ درصد اطمینان دارای اهمیت آماری است اما در سطح٪۹۹ اطمینان از اهمیت آماری برخوردار نیست.

ثالثاً: عوامل سرعت ماشین بافندگی و استحکام نخ پود در تأثیر بر روی کشش وارده به نخ پود دارای تأثیر متقابل هستند که در سطح ۹۹درصد اطمینان دارای اهمیت آماری است.

۳-۳-۱- نتایج حاصل از ماشین بافندگی راپیری

در روی ماشین بافندگی راپیری نیز طرح آزمایش ها دقیقاً مشابه با ماشین بافندگی پروژکتایل بود. یعنی سه سرعت ۲۴۰، ۲۷۰ و۳۰۰ دور بر دقیقه انتخاب شده و در هر سرعت از هر نمونه نخ پود دو آزمایش با بافتن ۵۰۰۰ نخ پود به عمل آمد و تعداد نخ پارگی پود اندازه گیری شد. همچنین در هر سرعت برای هر نمونه، کشش نخ پود نیز اندازه گیری شد. شرایط محیطی کارگاه عیناً مشابه بوده است. میانگین تعداد پودپارگی در ماشین بافندگی راپیری در شکل (۶) نشان داده شده است.



(شکل ۶) میانگین تعداد پود پارگی در ماشین بافندگی راپیری

از تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه با اثر ثابت نتایج زیر حاصل می شوند:

اولاً: تأثیر استحکام نخ بر تعداد نخ پارگی دارای اهمیت آماری است

ثانیاً: تأثیر سرعت ماشین بر تعداد نخ پارگی دارای اهمیت آماری است.

ثالثاً :استحکام نخ پود و سرعت ماشین بافندگی در تأثیر برنخ پارگی پود دارای تأثیر متقابل با اهمیت بر یکدیگر هستند.

۳-۳-۲- رابطه بین تعداد نخ پارگی و سرعت ماشین بافندگی و استحکام نخ پود

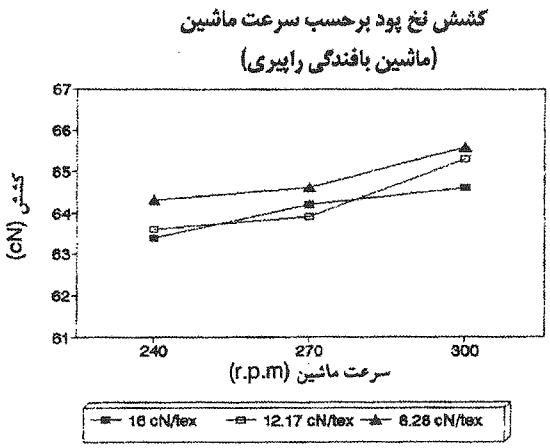
از آنجاییکه دو عامل سرعت ماشین بافندگی راپیری و استحکام نخ پود مورد آزمایش قرار گرفته و به عنوان عوامل متغیر، در نظر گرفته شدند، برای یافتن رابطه بین تعداد نخ پارگی پود و دو پارامتر یاد شده از رگرسیون مضاعف استفاده شده و در آخر رابطه (۲) بهترین ضریب ارتباط (Corolation coeficient) را به دست می دهد.

$$y = 0.2\ S - 2.89\ T - 9 \qquad (۲)$$

در رابطه (۲) y تعداد نخ پارگی پود در ماشین راپیری، T استحکام نخ پود بر حسب (cN/tex) و S سرعت ماشین بافندگی راپیری بر حسب دور بر دقیقه هستند. توسط این معادله می توان در سرعت های مختلف ماشین و نمونه نخ های پود با استحکام متفاوت تعداد پود پارگی را در ماشین راپیری پیش بینی کرد.

۳-۳-۳-اندازه گیری کشش نخ پود روی ماشین بافندگی راپیری

در ماشین بافندگی راپیری نیز کشش وارد به نخ پود در حین بافت اندازه گیری شد. همچنین در این ماشین نیز یک کشش بهینه ابتدایی توسط کشش دهنده های فنری اکومولاتور روی نخ تنظیم شده و برای تمام سرعت ها و نمونه های نخ پود ثابت باقی ماند. برای هر نمونه نخ پود در هر سرعت ماشین، کشش حداکثر ۱۰۰ دوره پود گذاری از روی نمودار ثبت شده کشش قرائت شد و میانگین مقادیر حداکثر به دست آمدند که نتیجه در شکل (۷) نشان داده شده است.



(شکل ۷) کشش وارد به نخ پود در ماشین بافندگی راپیری

از تجزیه و تحلیل آماری کشش وارده به نخ پود با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه با اثر ثابت معلوم می شودکه:

اولاً: پارامترهای سرعت ماشین و استحکام نخ پود در سطح اطمینان ۹۹ درصد در تأثیر بر روی کشش وارد به نخ پود دارای اهمیت آماری هستند.

ثانیاً: تأثیر متقابل دو پارامتر یاد شده بر کشش وارد به نخ پود حائز اهمیت آماری نمی باشد.

۳-٤-ارتباط بین توزیع استحکام نخ پود و توزیع کشش وارده به نخ پود

هدف از این بحث آن است که نشان داده شود هنگامی که در یک نمونه نخ پود و با سرعت معین ماشین بافندگی، پود پارگی رخ می دهد، نقش توزیع استحکام نخ و مقاومت آن در برابر پارگی و همچنین نقش کشش وارده به نخ پود در آن سرعت چقدر است و این دو تا چه حد برهم مؤثرند، برای این منظور توزیع حداکثر کشش وارد به نخ پود در سه سرعت مختلف ماشین بافندگی و توزیع مقاومت تا حد پارگی نمونه بر حسب cN به دست آمده و با هم مقایسه شده اند. اشکال (۸) و (۹) و (۱۰) به ترتیب نشاندهنده توزیع مقاومت تا حد پارگی نخ های نمونه اول و سوم روی ماشین پروژکتایل به همراه حداکثر کشش وارد به نخ پود، و توزیع استحکام نمونه های نخ و حداکثر کشش وارد به نخ پود در ماشین راپیری هستند.

توزیع ها با استفاده از مقدار میانگین و انحراف معیار کمیت های مربوطه به صورت نرمال توسط نرم افزار STATGRAPH VERSION 5 رسم شده اند. احتمال اینکه منحنی توزیع استحکام تا حد پارگی نخ با منحنی توزیع کشش وارد به نخ پود در سرعت های ۲۴۰، ۲۷۰ و ۳۰۰ دور بر دقیقه با یکدیگر حالت روی هم افتادگی (over lap) داشته باشند (یعنی اینکه چه مقدار از منحنی توزیع استحکام در محدوده زیرکرانه بالای منحنی توزیع کشش وارده قرار گیرد) برای نخ نمونه اول در ماشین پروژکتایل به ترتیب برابر با ۳×۱۰^{-۸}، $۲/۳۸\times۱۰^{-۶}$، $۱/۸\times۱۰^{-۶}$ و در مورد نمونه سوم (ضعیف ترین نخ) نتایج به صورت ۳×۱۰^{-۶}، ۰/۰۳۸ و ۰/۰۰۱۶ حاصل شده اند.

این مقادیر احتمال تقریباً معادل با صفر هستند (بجز در مورد نمونه نخ سوم که در آنجا نیز احتمال بسیار کوچک است) یعنی می توان گفت احتمال اینکه حداکثر توزیع کشش وارده به نخ پود (کرانه بالای توزیع) بیشتر از حداقل توزیع مقاومت تا حد پارگی نخ باشد، تقریباً صفر است و در نتیجه کشش وارده به نخ پود نمی تواند باعث پارگی آن شود مگر اینکه دلایل موجهی به دست آید. بحث دیگری که ممکن است مدنظر قرار گیرد آن است که کار تا حد پارگی نمونه نخ را که از آزمایش استحکام حاصل شده است، با انرژی وارد به نخ پود در حین پودگذاری مقایسه نمود. اما به دست آوردن ازدیاد طول نخ پود در فرآیندپودگذاری کاری مشکل بوده و احتیاج به وسایل دقیق و روش های آزمایش جدید دارد که فعلاً در دسترس نیستند. بنابر این ممکن است که در یک کار تحقیقاتی دیگر بتوان روش اندازه گیری انرژی اعمال شده به نخ پود رابه دست آورد و با توجه به اینکه سرعت پودگذاری بسیار زیاد است (در ماشین پروژکتایل در حدود ۳۰ m/s و در ماشین راپیری در حدود ۱۷ m/s)و در مقایسه با سرعت ازدیاد طول نخ در آزمایش استحکام

که در حدود ۰/۰۰۱۲۵m/s است در حدود چند هزار برابر است در این حالت رابطه بین کار تا حد پارگی و انرژی وارده به نخ پود حائز اهمیت زیادی خواهد بود که باید مورد بررسی قرار گیرد. در واقع چنین به نظر می‌رسد که تنش وارده به نخ پود به هنگام پودگذاری مخلوطی از تأثیر نیروی وارده و انرژی اعمال شده است که سهم هر کدام از آنها دقیقاً مشخص نیست.

در صورتی که توزیع نیروی پارگی نخ که در دسترس است و توزیع کشش وارد به نخ پود مورد توجه قرار گرفته و علت عدم روی هم افتادن آنها (به جز در نمونه نخ ضعیف) مورد بررسی قرار گیرد می‌توان دلایل زیر را عنوان نمود:

۱- طول نخ پود که در هر دوره پودگذاری بافته شده و بر آن نیرو وارد می‌شود بسیار بزرگتر از طول مورد استفاده در آزمایش استحکام (۵۰ cm) بوده و در پروژکتایل به ۶/۶ برابر و در راپیر به ۴/۴ برابر می‌رسد و با افزایش طول نمونه طبق تئوری‌های پیرس و اسپنر - اسمیت [۱۱] میزان استحکام متوسط کمتر خواهد شد و در نتیجه منحنی استحکام در عمل به سمت منحنی توزیع کشش وارده نزدیکتر می‌شود.

۲- در آزمایش استحکام نخ با خطای ۵-۲ درصد در حدود ۵۰ متر از نخ مورد آزمایش قرار می‌گیرد، در نتیجه حتی با وجود انتخاب تصادفی نمونه از بوبین‌های مختلف شانس اینکه نقاط ضعیف یافت شود بسیار کم است. از طرفی در طول بسیار زیادی از نخ پود که بافته می‌شود فقط تعداد بسیار کمی نخ پارگی اتفاق می‌افتد و شانس پاره شدن در طول بسیار زیادی از نخ پود به ندرت رخ می‌دهد. (مثلاً در طول ۱۶۵۰۰ متر پود بافته شده در ماشین پروژکتایل در حدود ۵ پارگی رخ می‌دهد که نشانه وجود ۵ نقطه ضعیف در این طول است). در نتیجه می‌توان گفت که با آزمایش‌های استاندارد تعیین استحکام نخ نمی‌توان به نتیجه مطلوب دست یافت. زیرا در این حالت کرانه پایین توزیع استحکام نقش بسیار مهمی دارد که با تعداد آزمایش معمولی دقت لازم را به دست نخواهد داد و برای چنین پدیده‌هایی که در آمار به «اتفاقات نادر» موسومند، می‌بایست تعداد آزمایش به دفعات و از نمونه‌های مختلف و بسیار انبوه باشد و آنگاه احتمال را از توزیع دو جمله‌ای یا پواسون پیدا کرد. به عبارت دیگر انحراف معیار استحکام نخ مورد آزمایش در دستگاه اینسترون، برآورد مطلوب و دقیقی از انحراف معیار استحکام جامعه نخ نبوده و ایجاد خطا می‌کند.

۳- برای توجیه مطلب فوق می‌توان گفت: اگر در توزیع استحکام تا حد پارگی نخ چند نقطه ضعیف فرضی وارد شود، ملاحظه خواهد شد که انحراف معیار توزیع زیاد شده و توزیع پهن‌تر می‌شود و کرانه پایین توزیع به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر شده و به سوی منحنی توزیع کشش وارده در حین پودگذاری جابجا شده و احتمال روی هم افتادن در منحنی بیشتر می‌شود. (مثلاً برای ۴ نقطه ضعیف فرضی وارد شده به توزیع استحکام نخ، احتمال روی هم افتادن تا ۱۰۰ برابر افزایش می‌یابد).

۴- نکته دیگری که باید در نظر داشت آن است که نخ دارای خواص ویسکوالاستیک می‌باشد و عکس‌العمل آن در برابر ازدیاد طول و اعمال نیرو در سرعت‌های مختلف متفاوت است و در واقع خواص مکانیکی نخ وابسته به زمان و سرعت آزمایش است و بدیهی است که زمان آزمایش در دستگاه اندازه‌گیری استحکام و روی ماشین بافندگی متفاوت است در نتیجه این امر نیز می‌تواند در ایجاد اختلاف بین توزیع‌های نیروی پارگی نخ و کشش وارده بر نخ پود مؤثر باشد که البته احتیاج به بررسی دقیقتر دارد.

نتیجه‌گیری

در آزمایش برای به دست آوردن میزان پودگذاری در ماشین بافندگی پروژکتایل مشخص گردید که با کاسته شدن استحکام نخ، میزان پودپارگی افزایش می‌یابد که این نتیجه توسط آنالیز واریانس داده‌ها نیز تأیید شده است. اما سرعت ماشین در محدوده مورد آزمایش از ۲۴۰ تا ۳۰۰ دور بر دقیقه در تأثیر بر میزان پود پارگی دارای اهمیت آماری نیست. یعنی اگر نخ پود دارای استحکامی در حدود ۱۲/۱۷cN/tex و یا بیشتر باشد که تمام نخ‌های آزمایش شده توسط USTER [۱۲] دارای استحکامی بیش از این مقدار هستند در آن صورت در هر کدام از سرعت‌های ۲۴۰، ۲۷۰ و ۳۰۰ دور بر دقیقه میزان پود پارگی تقریباً ثابت باقی می‌ماند. در ماشین بافندگی راپیری نیز با کاهش استحکام نمونه تعداد پود پارگی افزایش می‌یابد و همچنین سرعت ماشین بافندگی نیز بر عامل نخ پارگی مؤثر بوده و با افزایش سرعت خصوصاً در نمونه با استحکام ۸/۲۸ cN/tex تعداد پود

پارگی افزایش می یابد. با این وجود در این ماشین نیز می توان گفت چنانچه نخ دارای استحکام ۱۲/۱۷cN/tex و یا بیشتر باشد، تعداد نخ پارگی در محدوده سرعت ۳۰۰-۲۴۰ دور بر دقیقه تغییر چندانی نخواهد داشت.

در مورد هر دو ماشین براساس آزمایش های انجام گرفته و با استفاده از رگرسیون مضاعف روابطی حاصل شده اند که می توان توسط آنها تعداد پود پارگی را باتوجه به سرعت ماشین بافندگی و استحکام نخ پود در محدوده مشخص پیش بینی کرد.

در محدوده سرعت ۳۰۰-۲۴۰ دور بر دقیقه در هر دو ماشین پروژکتایل و راپیری استحکام نخ و ضریب تغییرات آن تأثیر بسیار مهمی بر میزان نخ پارگی دارند و با افزایش میانگین استحکام نخ و خصوصاً کاهش ضریب تغییرات استحکام می توان پود پارگی را به مقدار زیادی تقلیل داد.

آزمایش ها و آنالیز واریانس انجام شده نشان می دهد که سرعت ماشین بافندگی در محدوده ۳۰۰-۲۴۰ دور بر دقیقه و استحکام نخ پود در محدوده ۱۶-۸/۲۸ سانتی نیوتن برتکس، در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای تأثیر آماری با معنا روی حداکثر کشش وارد به نخ پود هستند. با افزایش سرعت ماشین بافندگی کشش وارد به نخ پود افزایش می یابد. کاهش استحکام نخ پود نیز موجب افزایش کشش وارد به نخ پود به ویژه در سرعت ۳۰۰ دور بر دقیقه، می شود. این پدیده را می توان چنین توجیه کرد که چون نخ های با استحکام متفاوت دارای مدول الاستیسیته و ازدیاد تا حد پارگی متفاوتی هستند در برابر نیروی وارده به هنگام پودگذاری عکس العمل متفاوتی از خود نشان می دهند که بر کشش وارد به نخ پود تأثیر می گذارد [۱۳].

در ماشین بافندگی راپیری نیز سرعت ماشین و استحکام نخ پود در محدوده مورد آزمایش بر روی حداکثر کشش وارد به نخ پود مؤثر هستند و نتیجه حاصله مشابه با ماشین پروژکتایل است. با کاهش استحکام نخ، اختلاف حداکثر کشش وارد به نخ پود در سرعت های متفاوت، بیشتر می شود.

چون ماهیت نیروی وارد به نخ پود دقیقاً مشخص نیست پیشنهاد می شود که در دامنه وسیعی از سرعت ماشین بافندگی، توزیع کشش وارد به نخ پود به دست آمده و مورد بررسی قرار گیرد. همچنین آزمایش به گونه ای انجام گردد که بتوان انرژی وارد به نخ پود در ماشین بافندگی را اندازه گیری کرده و با کار تا حد پارگی آن مقایسه نمود در آن صورت می توان تأثیر نیروی وارده و انرژی اعمال شده به نخ را با هم بررسی کرده و مقدار تأثیر هر کدام را به دست آورد..

نایکنواختی نخ پود (نایکنواختی استحکام، ازدیاد طول تا حد پارگی و ...) نیز می تواند به عنوان یک عامل مؤثر بر تعداد پود پارگی مستقلاً مورد بررسی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات آقای دکتر مجید امین نیری استادیار محترم دانشکده صنایع دانشگاه امیرکبیر به جهت مشاوره آماری و آقای دکتر محمد حقیقت کیش دانشیار محترم دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه امیرکبیر به خاطر رهنمودهای ارزنده ایشان تشکر و قدردانی می شود.

فهرست علائم

cN: سانتی نیوتن

tex: تکس، وزن خطی نخ

CV%: درصد ضریب تغییرات

CRE: آزمایش با نرخ ازدیاد طول ثابت

CRL: آزمایش با نرخ ازدیاد نیرو ثابت

مراجع

[1] W. Weissenberger and E. Frick. "Yarn Stress and High Performance Weaving", Textile Month, December 1989.

[2] B. Wulfhorst, U. Ballhausen and G. Tetzalaft." Measurment of Yarn Stressing during Weaving", Melliand Textil Brichte, 1990, 71, 9.

[3] F. Lehnert, U. Ballhausen and B. Wulfhorst. :"Analysis of Weft Thread Tensioners for Weaving Machines", Melliand Textil Brichte, 1990, 71, 4.

[4] H. Weinsdrofer and A. Lange, "Weft Thread on a Rapier Weaving Machine", Melliand Textil Brichte, 1990, 71, 6.

[5] H. Weinsdrofer and A. Lange. "Weft Thread Tensions on a Rapier Weaving Machine", Mel-

land Textil Bricht, 1990, 71, 7.

[6] W. Weissenberger."Process-Effective Quality Assurance in the Texile Production Chain from the Point of View of the Fabric to Yarn Relationship", Melliand Texil Brichte, 1993, 74, 4.

[7] A. Lange and H. Weinsdorfer. "the Rise in Weft Yarn Stress with Further Increases in Production Rate", Melliand Textil Brichte, 1990, 71, 10.

[8] W. Weissenberger and E. Frick. "The Influence of Yarn Properties and Yarn Stress on the Efficiency of High Performance Weaving Operations", Sulzer-Ruti, Switzerland, 1989.

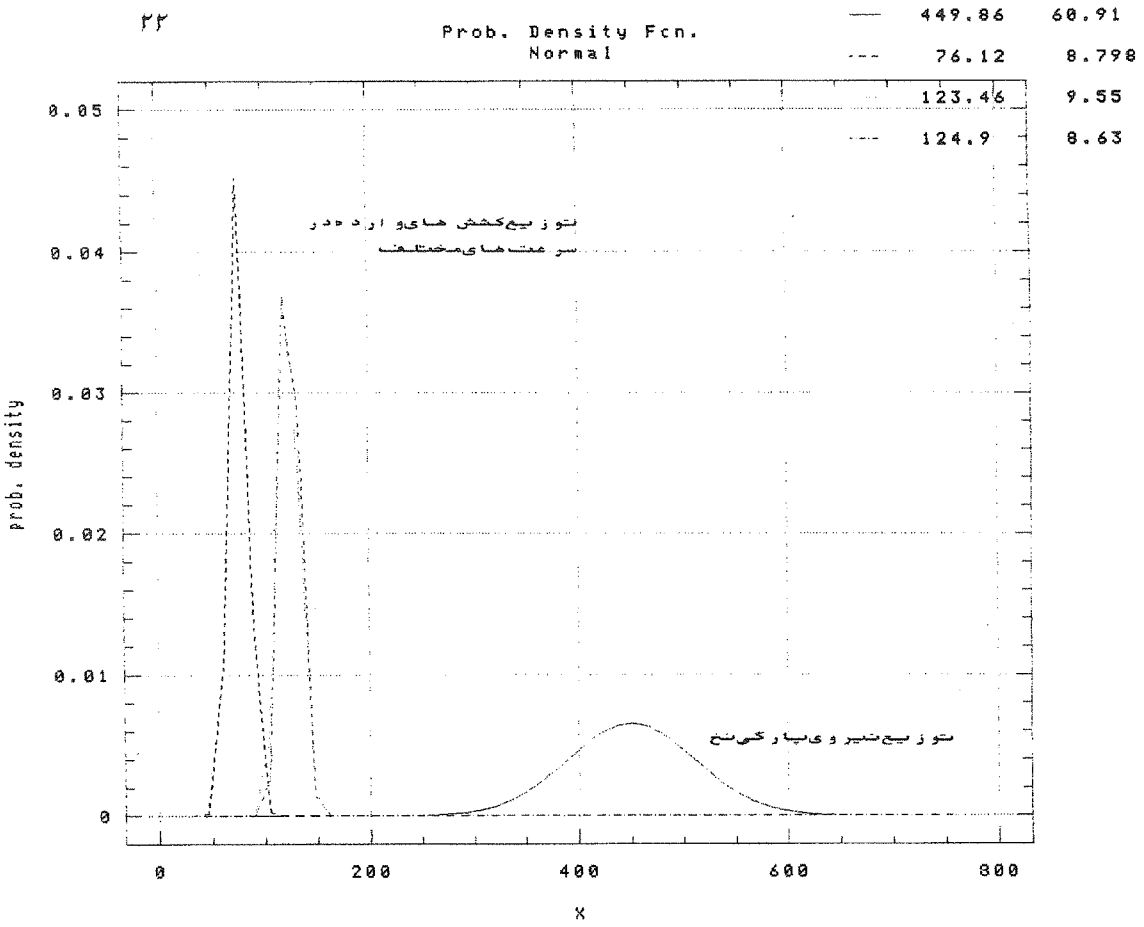
[9] E. R. Dougherty. "Probability and Statistics for the Engineering, Computing and Physical Sciences", Prentice Hall, Englewood Cliffe, New Jersey 07632, U. S. A, ISBN 0 13 71195 X, 1990, P. 658-661.

[10] The Refrence [9], P. 598-601, 556-562.

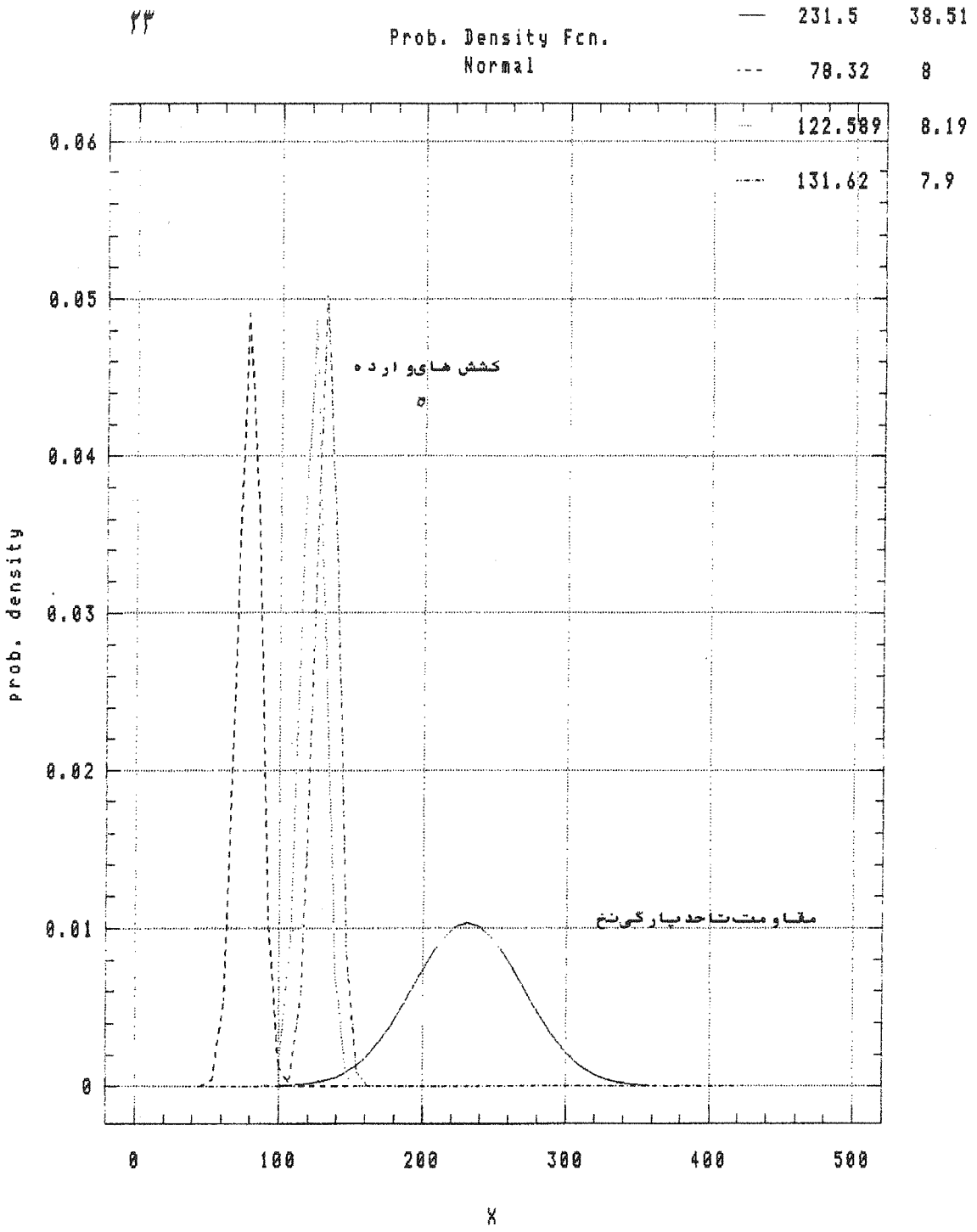
[11] W. E. Morton and J. W. S. Hearle. "Physical Properties of Textile Fibres", The Textile Institute, Manchester, England, Isbn 0900 739878, Student Edition, 1986, P. 306-311.

[12] K. Douglas. 'Uster News Bulletin' , Zellweger Uster AG, Switzerland, 1989, P. 22.

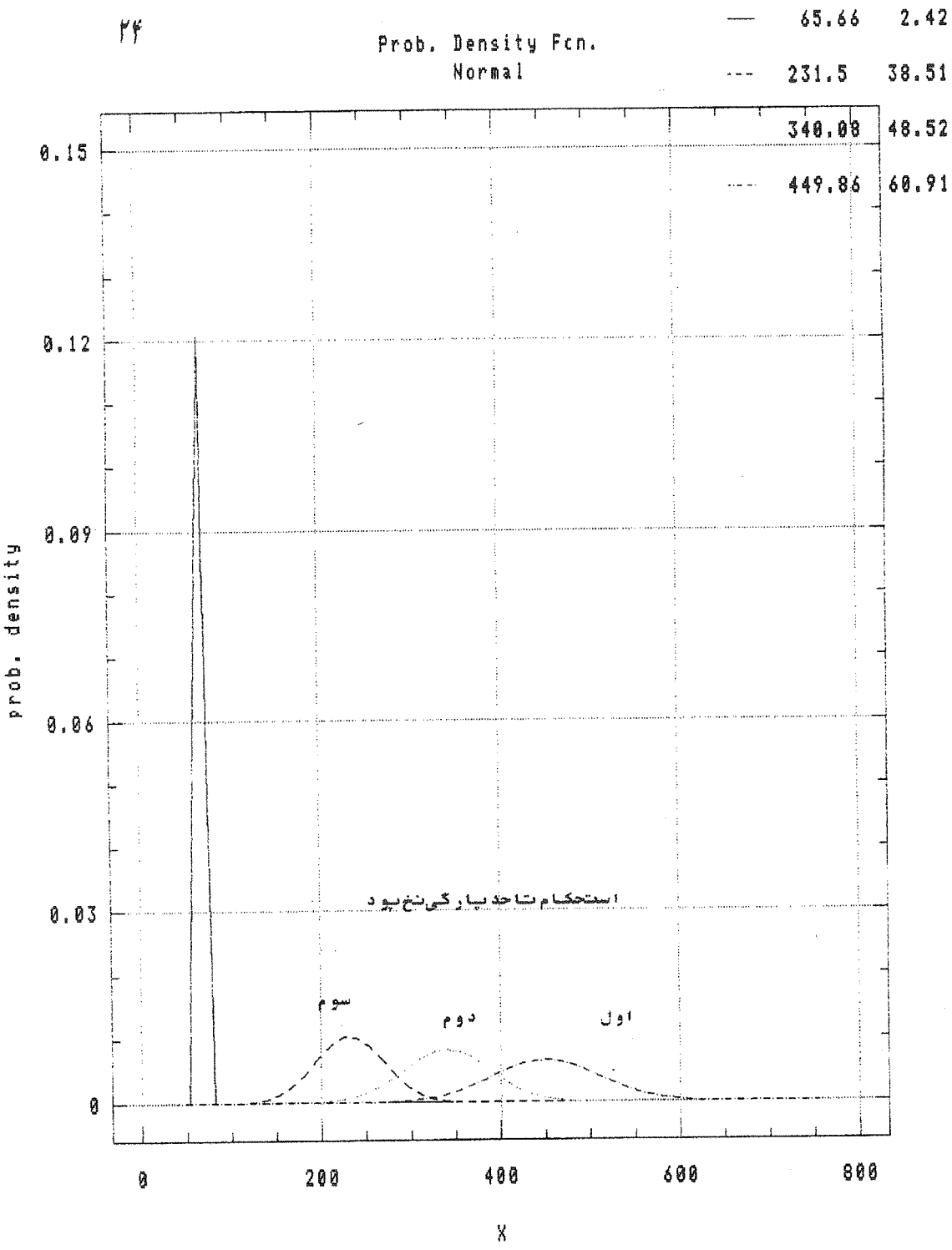
[13] Lieven Vangheluwe."Simulation of the Relaxation Behaviour During Loom Stops", Textile science Conf. 91, Liberec, Republic of Czech, 16-18 September 1991.



(شکل ۸) توزیع نیروی پارگی نخ نمونه اول و توزیع کشش های وارده بر آن به هنگام پودگذاری (cN) در سرعت های مختلف روی ماشین پروژکتایل



(شکل ۹) توزیع مقاومت تا حد پارگی نخ نمونه سوم و کشش وارد به نخ پود (cN) در سه سرعت مختلف روی ماشین پروژکتایل



(شکل ۱۰) توزیع استحکام تا حد پارگی سه نمونه نخ و حداکثر کشش اندازه گیری شده پود (cN) در ماشین بافندگی راپیری