

# تأثیر برخی از عوامل بر کشش نخ پود در ماشین بافندگی جت هوای تک نازل

علی اصغراصغریان جدی  
استاد

هوشنگ نصرتی  
دانشجوی دکتری

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

منصور کبگانیان  
استادیار

دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

## چکیده

در فرآیند بافندگی با جت هوا، نخ در داخل سیال هوا دارای یک حرکت پیچیده می باشد که متأثر از خصوصیات متغیر نخ و پارامترهای سیال هوا است. محققین بسیاری تلاش کرده اند که با استفاده از قوانین فیزیکی و تجربیات انجام شده مدل های معقولی برای بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر حرکت نخ پود ارائه دهند.

در کار حاضر تأثیر فشار هوای ورودی به جت، سرعت ماشین بافندگی جت هوا و تأثیر ترمز مکانیکی بر کشش وارده به نخ پود در حین عملیات بافندگی مورد بررسی قرار گرفته است. براساس این بررسی، مطالعات اولیه برای طراحی یک سیستم کنترل کشش نخ پود در ماشین بافندگی جت هوای تک نازل امکان پذیر می گردد.

## *The Effect of some Parameters on Weft Yarn Tension in a Single-Nozzle Air-Jet Loom*

H. Nosraty  
Ph. D. Student

Textile Engineering Department,  
Amirkabir University of Technology

A. A. A. Jeddi  
Professor

Textile Engineering Department,  
Amirkabir University of Technology

M. Kabganian  
Assistant Professor

Mechanical Engineering Department,  
Amirkabir University of Technology

## Abstract

*The yarn motion in air fluid in air-jet weaving processing is very complicated that is influenced by yarn variable properties and air parameters. Many researchers have tried to obtain logical models for identification and prediction of the effect of various parameters on the yarn motion by using physical theories and experimental results.*

*In present work, the effect of pressure of air supplied to nozzle, loom speed and mechanical tensioner on weft yarn tension during weaving operation has been studied. Based on this consideration primary studies to design a control system for weft yarn tension in a single-nozzle air-jet loom would be feasible.*

حرکت نخ در پودگذاری جت هوا بسیار پیچیده است. نخ ناگهان از گیره رها شده و در معرض جریان هوا قرار می‌گیرد و حرکت آن به هنگام پودگذاری تقریباً قابل کنترل نمی‌باشد. جریان هوا در فرآیند پودگذاری آشفته و غیرماندگار است و باتوجه به سرعت آن می‌تواند قابل تراکم و یا غیر قابل تراکم فرض گردد. ماده مورد انتقال یعنی نخ دارای ویژگی‌های خاص می‌باشد. قابلیت انعطاف بالا دارد، در ساختمان خود یکنواخت نیست و قطر آن در امتداد طول نخ متغیر است که این نکته به ویژه در مورد نخ‌های ریسیده شده از الیاف کوتاه صادق است. خصوصیات سطحی، مویی بودن، روش تولید، میزان تاب، یک یا چند لا بودن، عملیات تکسچر ایزینگ و غیره همگی بر حرکت نخ در جریان هوا مؤثرند و تجزیه و تحلیل آن را دشوار می‌نمایند.

علیرغم موارد یاد شده همواره محققین سعی کرده‌اند با استفاده از قوانین فیزیکی و تجارب انجام شده فرآیند روش پودگذاری جت هوا را به نحوی شبیه‌سازی نمایند که بتوانند حتی الامکان دید نسبتاً روشنی از این فرآیند به دست آورند. اطلاعات حاصل از تجزیه و تحلیل مدل شبیه‌سازی شده در طراحی بخش‌های مختلف ماشین بافندگی جت هوا مانند جت‌های اصلی و کمکی، شانه ماشین بافندگی و زمان‌بندی قسمت‌های مختلف بخش پودگذاری ماشین مورد استفاده قرار گرفته و یا در بهینه کردن مصرف هوای فشرده و انرژی مورد نیاز مد نظر قرار می‌گیرند، به نحوی که بتوان پارچه‌ای با هزینه کمتر و کیفیت بالاتر تولید نمود.

در مقاله ارائه شده توسط Lord [۱] روابط نیروی پیش برنده نخ پود (propulsion force) و وابستگی آن به زمان و فاصله از جت هوا بیان شده است. در کار انجام شده توسط Adanur [۲] یک دستگاه شبیه‌سازی شده ماشین بافندگی جت هوا ساخته شده است که با استفاده از آن می‌توان زمان پودگذاری، سرعت هوا، سرعت نخ، فشار هوا و کشش وارده به نخ پود را اندازه‌گیری نمود. تجزیه و تحلیل دینامیکی پودگذاری جت هوا توسط Mohammed [۳] انجام شده است. او با استفاده از قوانین فیزیکی، معادله دینامیکی حرکت نخ پود را به دست آورده که به روش عددی قابل حل است.

Bakhtiyarov [۴] برای تجزیه و تحلیل نیروی پیش برنده نخ و ضریب اصطکاک بین نخ و هوا در ماشین بافندگی جت هوا، کانال هوای مسیر حرکت نخ را مورد

بررسی قرار داده است. برخی از محققین نیز روی طراحی نازل هوا و بهینه کردن ابعاد و پارامترهای مختلف آن تحقیقات و بررسی کرده‌اند [۵ و ۶ و ۷]. Vangheluwe [۸] با استفاده از روش شبکه عصبی ارتباط بین رفتار پودگذاری و زمان مورد نیاز برای پودگذاری نخ ۵۰/۵۰ پلی استر - پنبه را تحقیق نمود.

Celik [۹] با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری بهینه‌سازی پارامترهای مختلف ماشین بافندگی جت هوا، مانند مقدار مصرف هوای فشرده، فشار هوای اعمال شده به جت‌ها و زمان‌بندی بخش‌های مختلف مکانیزم پودگذاری را مورد بررسی قرار داده است.

در کار انجام شده توسط Vindochahal [۱۰] کشش دینامیکی نخ پود در ماشین بافندگی پروژکتایل اندازه‌گیری شده و تأثیر آن بر خواص فیزیکی پارچه مورد بررسی قرار گرفته است. Adanur [۱۱] کشش نخ پود به هنگام پودگذاری در ماشین بافندگی جت هوا را مورد بررسی قرار داده است. در مقاله ارائه شده توسط Yoshida [۱۲] تغییرات کشش نخ پود در ماشین بافندگی جت هوا مورد بررسی قرار گرفته است. در کار انجام شده توسط نصرتی [۱۳] تأثیر استحکام نخ پود و سرعت ماشین بافندگی روی میزان پود پارگی و کشش وارده به نخ پود در ماشین‌های بافندگی پروژکتایل و راپیری مورد بررسی قرار گرفته است. رحمتی [۱۴] تأثیر کشش نخ‌های تار و پود به هنگام بافندگی را بر روی خصوصیات فیزیکی پارچه بافته شده در ماشین بافندگی راپیری مورد بررسی قرار داده است.

## ۱- تجربیات

### ۱-۱- اندازه‌گیری کشش نخ پود

هدف اصلی از اندازه‌گیری کشش نخ پود بر روی ماشین بافندگی جت هوا، به دست آوردن تغییرات کشش نخ پود جهت یافتن اطلاعات اولیه برای کنترل کشش نخ پود است. کنترل کشش نخ پود به منظور مشاهده تأثیر آن بر خواص فیزیکی پارچه می‌باشد که در بخش بعدی مقاله، در ادامه این کار، به آن اشاره خواهد شد.

در کار حاضر، برای اندازه‌گیری کشش نخ پود به هنگام بافندگی از دستگاه کشش سنج الکترونیکی Rothschild استفاده شده است. کشش سنج دارای یک بخش اندازه‌گیر (Measuring head) است که اساس کار آن تغییر ظرفیت یک خازن متغیر براساس فشار وارده از

## ۲-۱- تجزیه و تحلیل نتایج

یک نمونه از نمودارهای تغییرات کشش نخ پود در شکل (۲) نشان داده شده است. برای بحث بر روی کشش نخ پود از دو پارامتر حداکثر کشش نخ پود در یک سیکل بافندگی و میانگین کشش نخ پود در یک سیکل استفاده شده است. کشش حداکثر از آن رو حائز اهمیت است که بر روی پارگی نخ پود بسیار مؤثر است و کاسته شدن از آن بر کیفیت عمل بافندگی و افزایش بازده تأثیر بسزایی دارد. حاصلضرب میانگین نیروی وارده به نخ پود در فاصله اعمال نیرو، بر طبق قضیه میانگین ها [۱۵] مساحت سطح زیرمنحنی را به دست می دهد که با انرژی وارد به نخ پود در یک سیکل بافندگی مرتبط است. این مقدار احتمالاً بر خصوصیات فیزیکی پارچه و پایداری ابعادی آن در مراحل تکمیل و مصرف پارچه مؤثر می باشد. تغییرات کشش نخ پود در ۵۰ سیکل بافندگی متوالی اندازه گیری شده و میانگین حداکثر کشش ۵۰ سیکل و همچنین میانگین نیروی وارد به نخ پود در ۵۰ سیکل به دست آورده شده اند. در شکل (۳) تغییرات حداکثر کشش و میانگین نیروی وارد به نخ پود برای ۵۰ سیکل متوالی نشان داده شده است.

برای انجام آزمایشات مختلف میزان فشار هوای ورودی به جت هوا از ۲ تا ۶ بار (Bar) با فواصل ۰/۵ بار تغییر داده شده است. با نصب یک دستگاه تغییر دور موتور، سرعت ماشین بافندگی نیز از ۱۰۰ تا ۲۵۰ پود بر دقیقه با فواصل ۵۰ دور تغییر داده شده است. نیروی فنر ترمز مکانیکی نیز از صفر تا ۴۵ گرم نیرو با فواصل ۷/۵ گرم نیرو (gff) تغییر داده شده است.

### الف - رابطه بین کشش نخ پود و سرعت ماشین بافندگی

باتوجه به اشکال (۴) و (۵) مشاهده می شود که در یک فشار معین، معادل ۳/۵ بار، با افزایش سرعت ماشین بافندگی حداکثر کشش وارده به نخ پود و همچنین میانگین نیروی وارد بر نخ پود کاهش می یابد و در سرعت بالاتر می توان با کشش کمتری کار کرد. علت این امر آن است که در سرعت های پایین تر نقش اصطکاک نخ پود با نخ های تار و سایر المان های ماشین که در مسیر پود قرار دارند، بسیار مؤثرتر می باشد.

### ب- رابطه کشش نخ پود و فشار هوا

باتوجه به اشکال (۶) و (۷) می توان نتیجه گرفت که

سوی نخ به میله حس کننده (Sensor) می باشد. خروجی دستگاه مقدار نیروی وارد به نخ بر حسب سانتی نیوتن (cN) است که بر روی یک نوار کاغذی به صورت نمودار چاپ می شود. در کار حاضر، بخش ثبات دستگاه حذف شده است و کشش اندازه گیری شده توسط یک مدار A/D به صورت دیجیتال درآمده و به یک کامپیوتر شخصی (PC) ارسال می شود. اطلاعات وارده به کامپیوتر توسط نرم افزار تهیه شده به زبان Pascal در داخل فایل های اطلاعاتی ذخیره می گردد. با انجام پردازش بر روی این اطلاعات مقادیر مورد نیاز مانند جمع، میانگین، زمان، درجه ماشین و غیره استخراج شده و همچنین نمودار تغییرات کشش ترسیم می گردد. با نصب یک میکروسوئیچ در مقابل دفتین ماشین بافندگی هرگاه دفتین به نقطه مرگ جلو می رسد، یک پالس به کامپیوتر ارسال می شود که اطلاعات مربوط به هر سیکل بافندگی را از سیکل قبلی جدا می کند.

در نتیجه اطلاعات سیکل های متوالی به طور جداگانه قابل بررسی خواهند بود. دیاگرام کلی بخش اندازه گیری کشش و پردازشگر PC در شکل (۱) نشان داده شده است. ماشین بافندگی که مطالعات روی آن انجام گرفته است از نوع ماشین جت هوای تک نازل می باشد که مشخصات آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) مشخصات ماشین بافندگی مورد استفاده -

سیستم پودگذاری:	جت هوای تک نازل (Single - Nozzle Air - Jet)
کمپانی سازنده:	Investa کشور چک
مدل:	15ZS-8M2-1979-PN 155
سیستم تشکیل دهنه:	بادامکی مثبت
عرض مورد استفاده:	۱۵۰ سانتی متر
طرح بافت:	ساده
نوع بوبین مورد استفاده:	مخروطی با زاویه ۴° و ۲۰'
نوع نخ تار و پود:	پلی استر - ویسکوز 32/2 Ne
تراکم تار و پود:	۱۶ × ۲۲ بر سانتیمتر
نوع ذخیره کننده نخ پود:	استوانه ای مکانیکی

هوای ثابت با افزایش دور ماشین بافندگی حداکثر کشش وارده بر نخ بود و میانگین نیروی وارده بر آن کاهش می یابد. این کاهش بخصوص در سرعت بالای ۲۰۰ پود بر دقیقه حائز اهمیت می باشد.

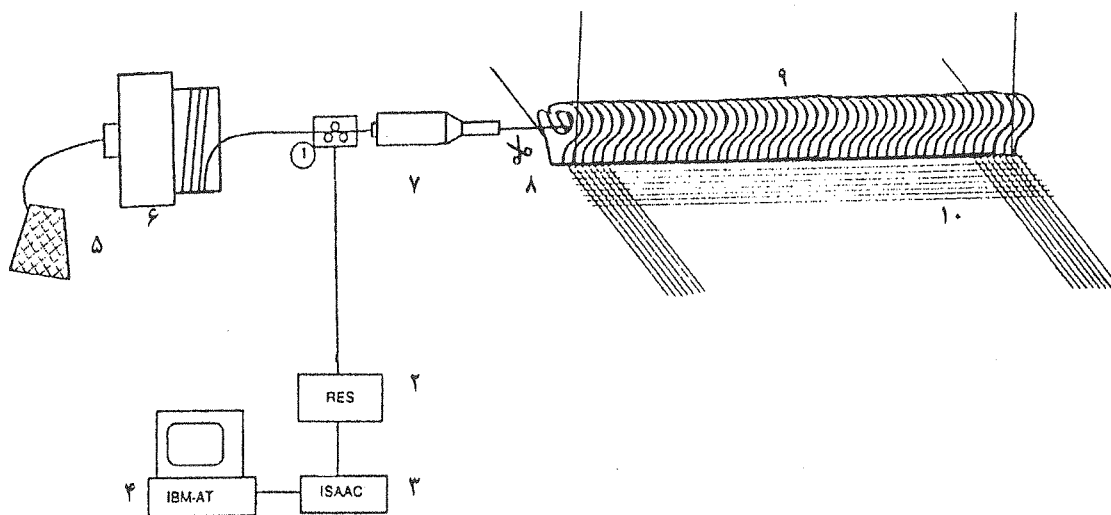
## ۲- نتیجه گیری

با اندازه گیری کشش نخ پود به صورت همزمان با عملیات بافندگی و ذخیره اطلاعات مربوطه در فایل های قابل پردازش، می توان نمودار کشش وارده بر نخ پود در ماشین بافندگی جت هوا را رسم نموده و از روی آن به تجزیه و تحلیل کشش وارده بر نخ پود پرداخت. این نتایج در طراحی سیستم کنترل کشش نخ پود نقش اساسی دارد. همچنین با استفاده از این نتایج می توان تأثیر فشار هوا و نیروی ترمز مکانیکی بر کشش نخ پود را مشاهده نمود که راهنمای خوبی برای انتخاب عملگر (Actuator) سیستم کنترل مورد نظر می باشد. مشاهده شد که با افزایش سرعت ماشین بافندگی نیروی وارده به نخ پود و انرژی وارده به آن کاهش می یابد. افزایش فشار هوای ورودی به جت هوا تأثیر چندانی روی حداکثر کشش وارده به نخ پود ندارد، اما میانگین نیروی وارده در طول مسیر، یا به عبارت دیگر انرژی وارده به نخ پود را زیاد می کند. با افزایش نیروی ترمز وارده به نخ در پشت استوانه ذخیره کننده نخ پود، حداکثر نیروی وارده و میانگین نیروی وارده بر نخ پود افزایش می یابد.

با افزایش فشار هوای ورودی به جت هوا در یک سرعت معین، ۱۵۰ و ۳۰۰ پود بر دقیقه، حداکثر کشش وارده به نخ پود تغییر چندانی ندارد ولی میانگین نیروی وارده به نخ پود افزایش می یابد. علت عدم تغییر حداکثر کشش وارده به نخ پود آن است که این حداکثر ناشی از فشار جت هوا به هنگام پودگذاری نبوده و حاصل از نیروهای اصطکاکی وارد به نخ است. به خصوص اینکه این حداکثر در درجه ای از دور ماشین، حدود مرگ جلو، اتفاق می افتد که گیره نگهدارنده نخ پود را بر روی استوانه ذخیره نخ پود نگهداشته است و خارج از زمان پرواز نخ پود است.

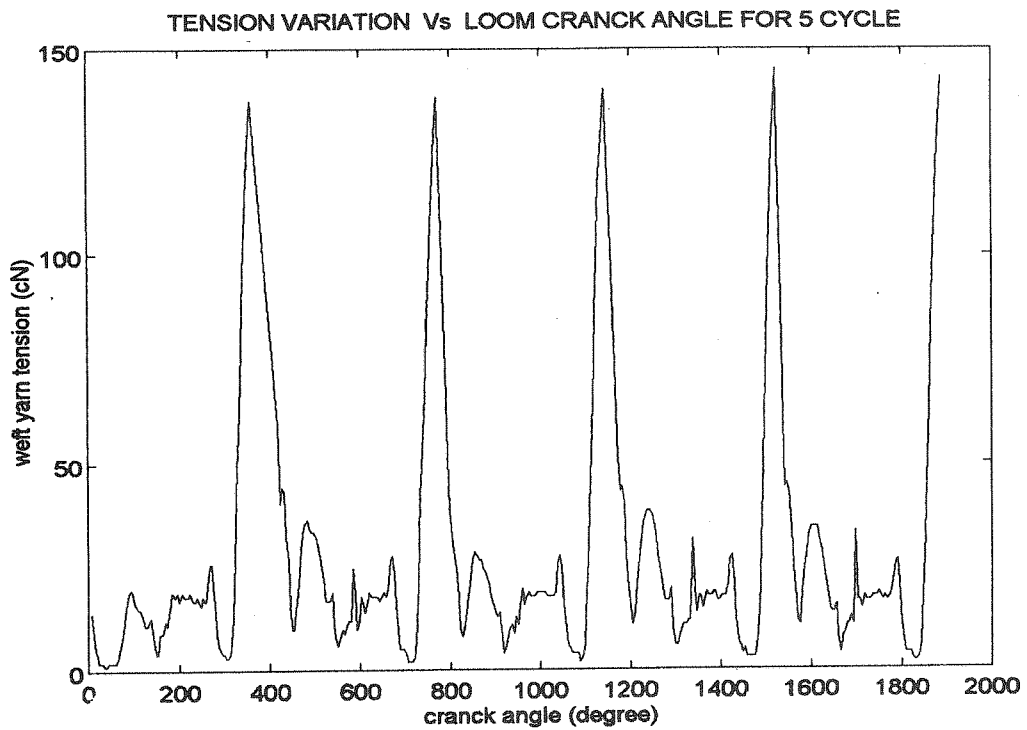
## ج- تأثیر نیروی ترمز بر کشش نخ پود

همانگونه که از اشکال (۸) و (۹) برمی آید با افزایش نیروی ترمز مکانیکی، که از نوع دیسکی با فشار فنر است و با انقباض فنر فشار پشت دیسک زیاد شده و نیروی ترمز افزایش می یابد، حداکثر کشش وارده بر نخ پود و میانگین کشش وارده به آن افزایش می یابد. در نتیجه می توان گفت که با استفاده از یک ترمز مکانیکی از نوع صفحاتی که تحت فشار فنر قرار داشته و نخ از بین آنها عبور می کند، حتی با اینکه در پشت درام راهنمای نخ قرار گرفته باشد، می توان کشش نخ پود را تغییر داده و در صورت نیاز کنترل کرد. اشکال (۱۰) و (۱۱) نیز نشان می دهند که تحت یک نیروی ترمز ثابت و فشار



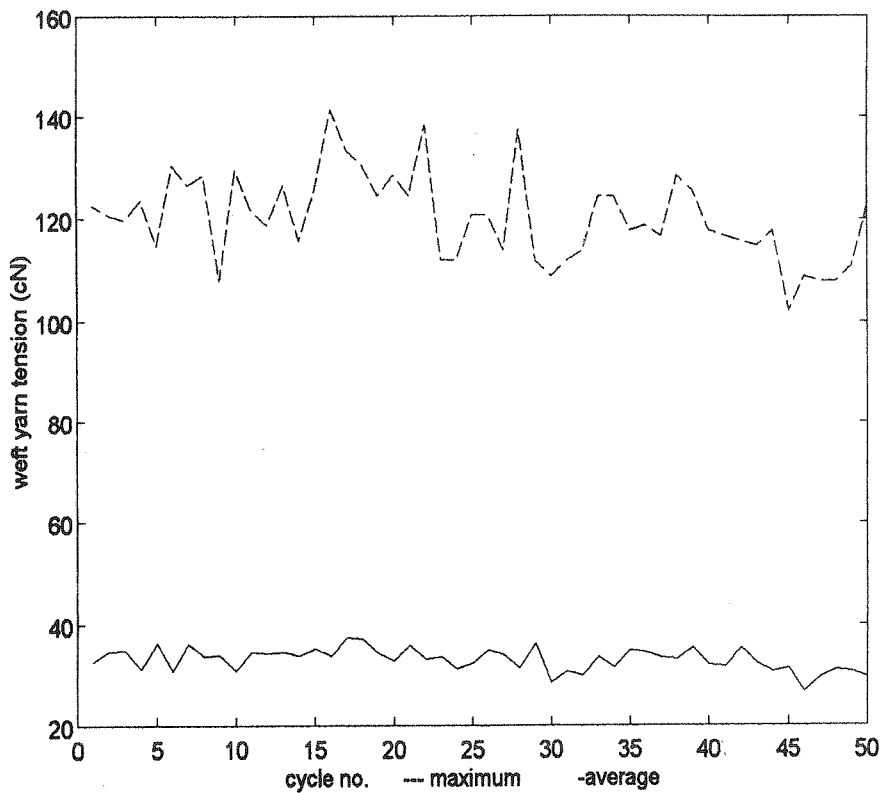
شکل (۱) نمای شماتیک مکانیزم پودگذاری جت هوا و دستگاه کشش سنج.

- ۱ - بخش اندازه گیر کشش سنج، ۲ - دستگاه کشش سنج، ۳ - کارت الکترونیکی A/D، ۴ - کامپیوتر PC، ۵ - بویین نخ پود، ۶ - استوانه ذخیره نخ پود، ۷ - جت هوا (Nozzle)، ۸ - فیچی نخ پود، ۹ - کانال عبور نخ پود (confuser)، ۱۰ - پارچه

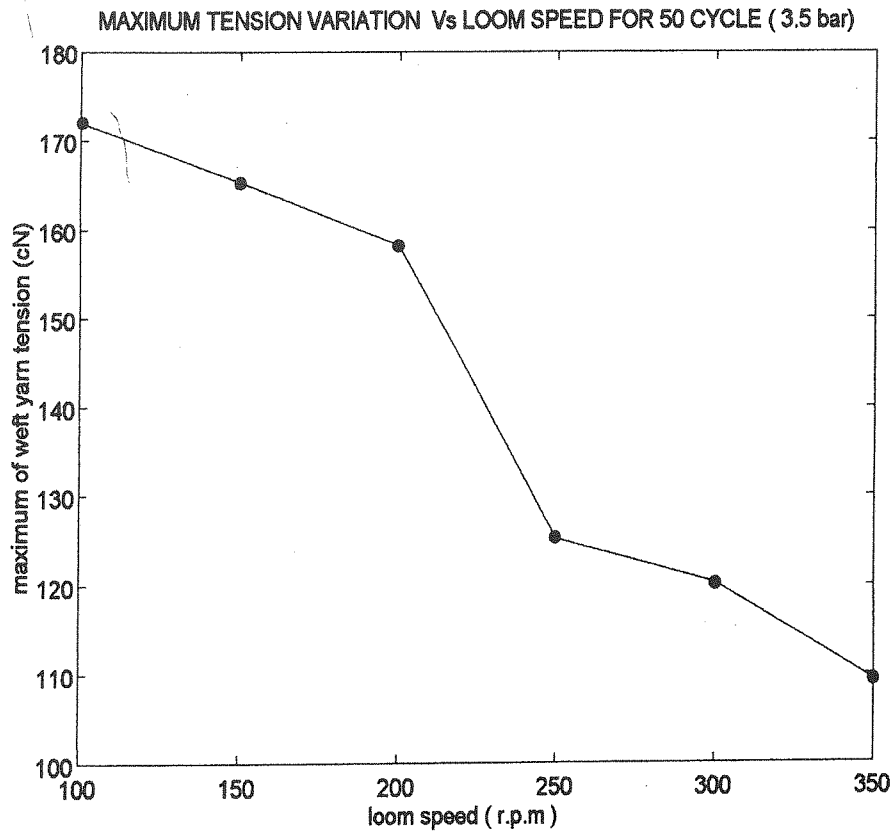


شکل (۲) نمودار کشش اندازه گیری شده نخ بود در ۵ بود متوالی.

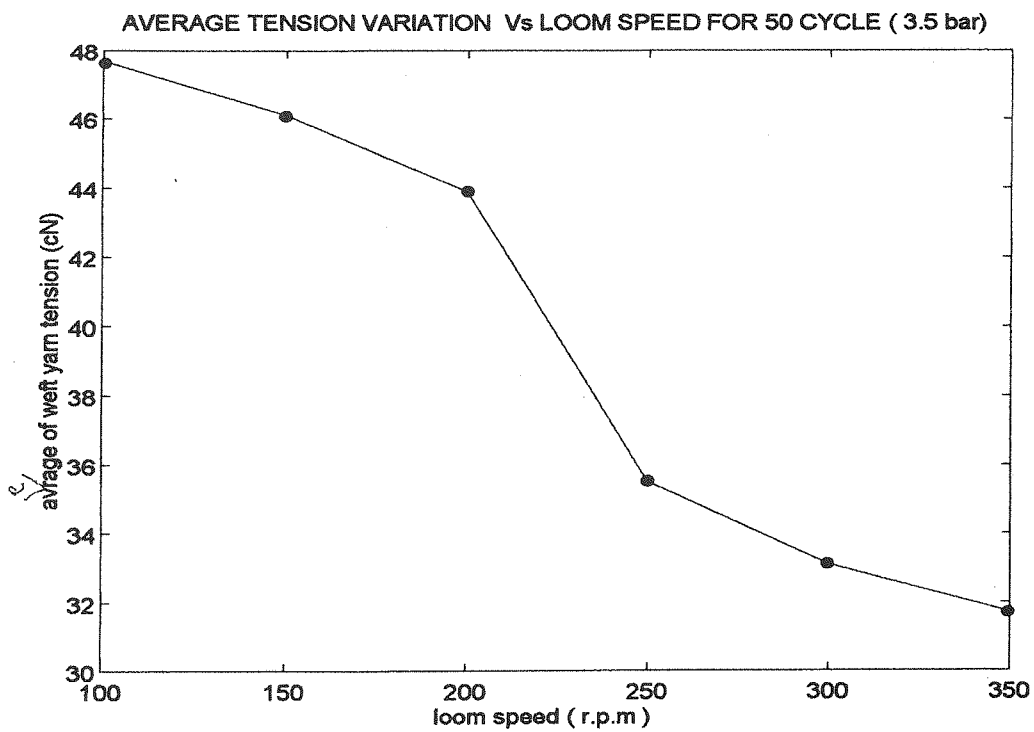
**MAXIMUM AND AVERAGE TENSION Vs CYCLE NO. FOR 50 CYCLES (300 r.p.m & 3.5 ba**



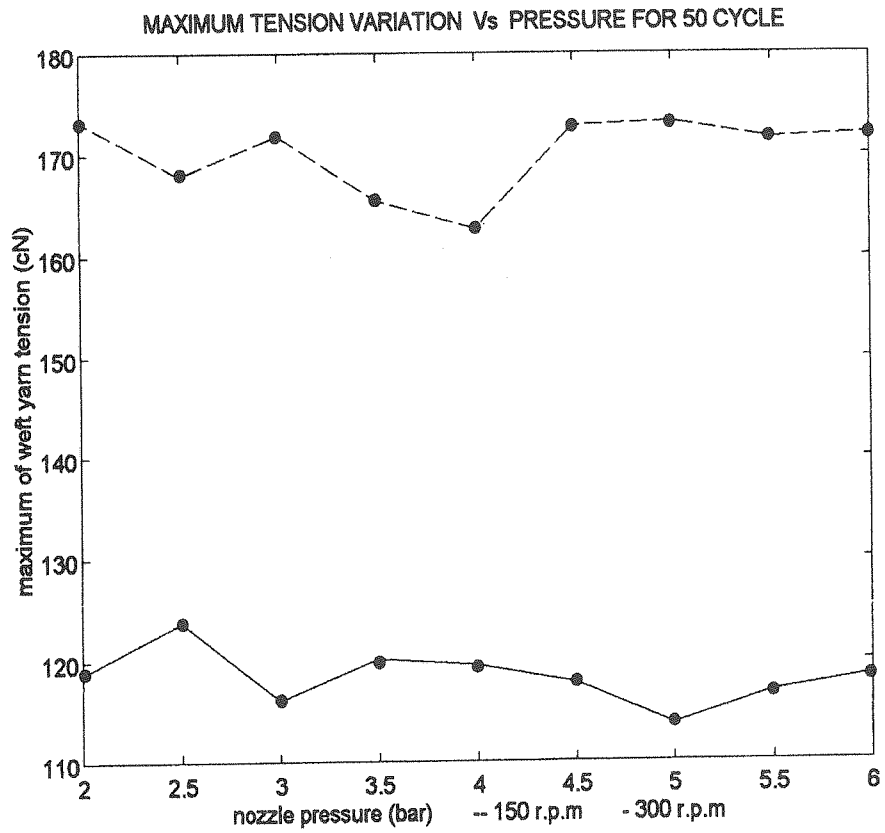
شکل (۳) نمودار کشش اندازه گیری شده نخ بود در ۵۰ بود متوالی.



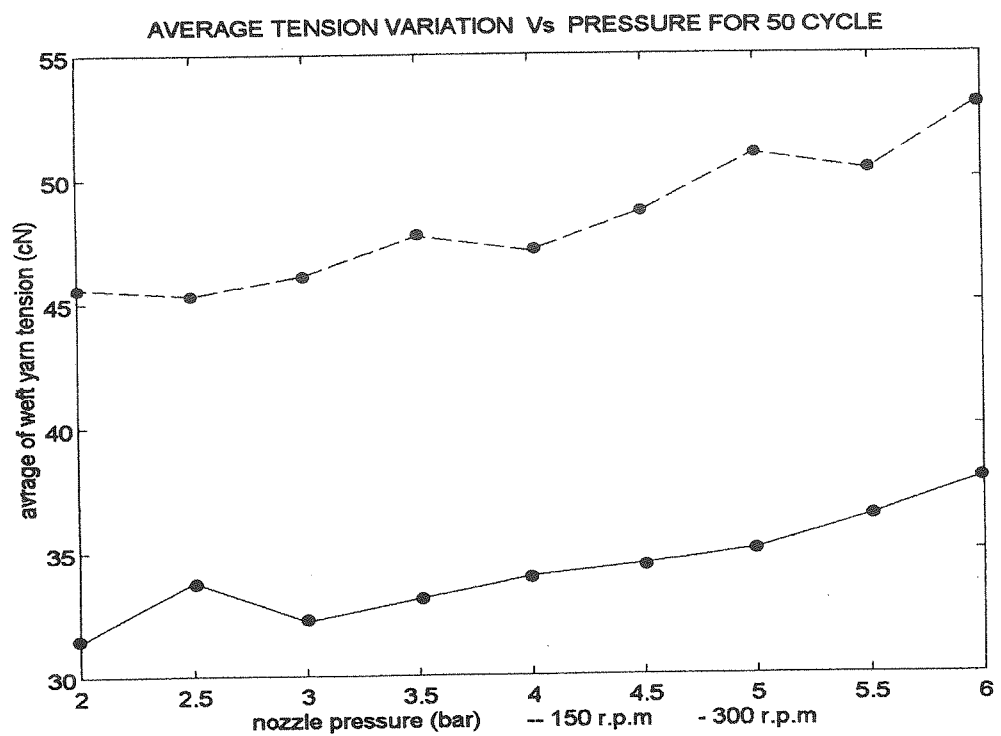
شکل (۴) تغییرات حداکثر کشش نخ بود (میانگین ۵۰ بود) برحسب سرعت ماشین.



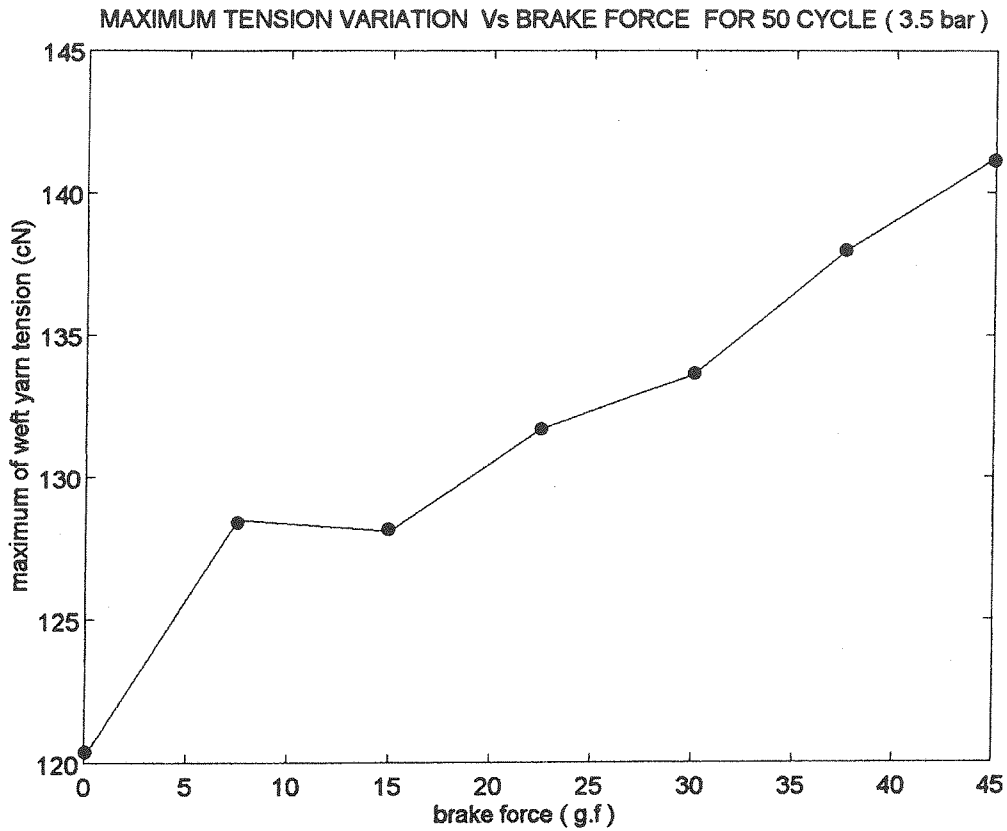
شکل (۵) تغییرات میانگین کشش نخ بود (میانگین ۵۰ بود) برحسب سرعت ماشین.



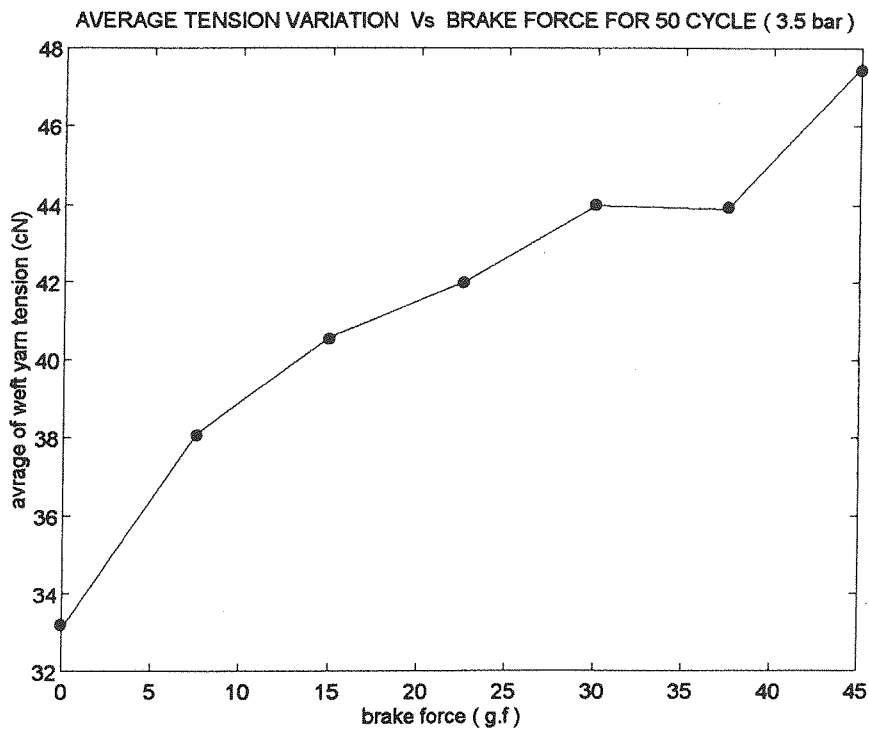
شکل (۶) تغییرات حداکثر کشش نخ بود (میانگین ۵۰ بود) بر حسب فشار هوای ورودی به جت هوا.



شکل (۷) تغییرات میانگین کشش نخ بود (میانگین ۵۰ بود) بر حسب فشار هوای ورودی به جت هوا.

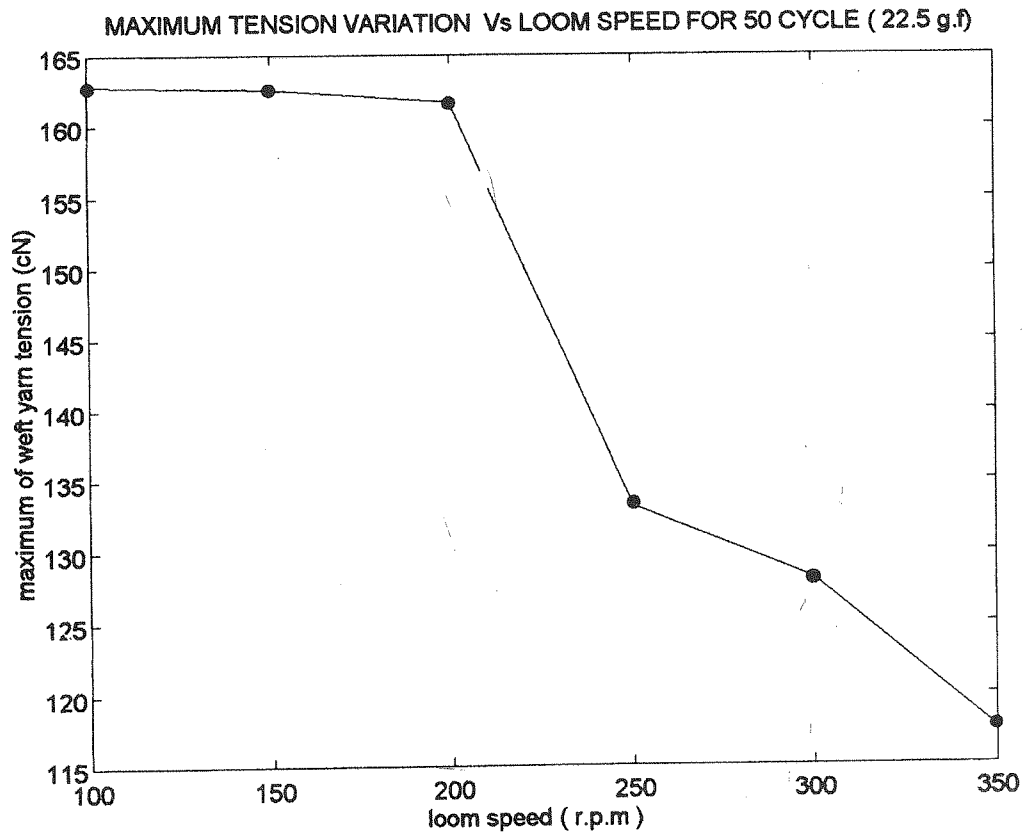


شکل (۸) تغییرات حداکثر کشش نخ پود (میانگین ۵۰ پود) برحسب نیروی ترمز (فشار ۳ / ۵ بار و سرعت ۳۰۰ دور بر دقیقه).

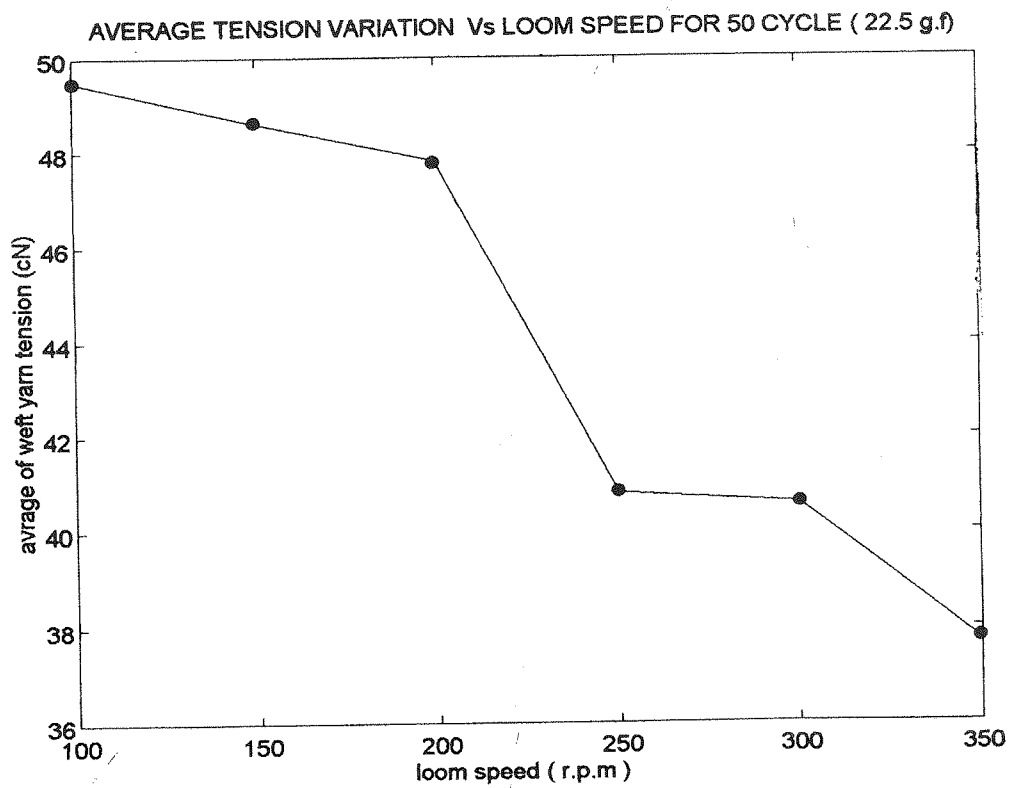


شکل (۹) تغییرات میانگین کشش نخ پود (میانگین ۵۰ پود) برحسب نیروی ترمز (فشار ۳ / ۵ بار و سرعت ۳۰۰ دور بر دقیقه).





شکل (۱۰) تغییرات حداکثر کشش نخ پود (میانگین ۵۰ پود) بر حسب سرعت ماشین (با نیروی ترمز ۲۲/۵ گرم و فشار ۳/۵ بار).



شکل (۱۱) تغییرات میانگین کشش نخ پود (میانگین ۵۰ پود) بر حسب نیروی ترمز (فشار ۳/۵ بار و سرعت ۳۰۰ دور بر دقیقه).

- [1] V. Duxbury, P.R. Lord and T.B. Vaswani, "A Study of some Factors Involved in pneumatic weft propulsion", J. Text. Inst, 50 (10), 1959, p. 558.
- [2] S. Adanur and M.H. Mohammed, "Weft Insertion on Air-Jet Looms: Velocity Measurement and Influence of Yarn Structure, Part I: Experimental System and Computer Interface", J. Text. Inst, 1988 (2), p. 297.
- [3] Sabit Adanur and M.H. Mohammed, "Analysis of yarn Motion in Single-Nozzle Air-Jet Filling Insertion, part I: Theoretical Model for yarn Motion", J. Text. Inst, 1992, No.1, p. 45.
- [4] Sabit Adanur and Sayavur Bakhtyarov, "Analysis of Air Flow in Single Nozzle Air-Jet Filling Insertion: Corrugated Channel model", Text. Research. J., June 1996, p. 401.
- [5] Mansour H. Mohamed and Mahmoud Salama, "Mechanics of a Single Nozzle Air-Jet Filling Insertion System, part I: Nozzle Design and performance" Text. Research. J., November 1986, p. 683.
- [6] Mahmoud Salama and Mansour H Mohamed, "Mechanics of a Single Nozzle Air-Jet Filling Insertion System, part II: Velocity Distribution and Design of the Air Guide System", Text. Research. J., December 1986, p. 721.
- [7] Minoru Ishida, "Flow Characteristics of the Main Nozzle in an Air-Jet Loom, part I: Measuring Flow in the Main Nozzle", Text. Research. J., January 1994, p. 10.
- [8] L. Vangheluwe, "Weft Insertion of Polyester/Cotton Blend yarn on Air- Jet Loom", Text. Research. J., November 1997, p. 809.
- [9] Nihat Celik, "Optimisation of Weft Insertion on an Air-Jet Machine Using Computer Simulation", Doctoral Thesis, Leeds University, U.K, March 1997.
- [10] Vindo Chahal and M. H. Mohamed, "Measuring Filling Yarn Tension and Its Influence on Fabric Woven on a projectile Weaving Machine", Text. Research. J, May 1986, p. 324.
- [11] Sabit Adanur and M.H. Mohamed, "Analysis of Yarn Tension in Air-Jet Filling Insertion", Text. Research. J. May 1991, p. 259.
- [12] Kazunori Yoshida, Fujio Suzuki, Susumu Kawabata and Junzo Hasegawa, "Velocity Fluctuation of Weft in Air-Jet Loom, Measurement with a Laser-Doppler Velocimeter", Journal of Textile Machinery Society of Japan, 1991, No. 2, p. 45.
- [13] هوشنگ نصرتی و هوشمند بهزادان، «تأثیر سرعت ماشین بافندگی و استحکام نخ بود بر میزان بود پارگی در ماشین های بافندگی پروژکتایل و راپیری»، مجله علمی پژوهشی امیرکبیر، سال نهم، شماره ۳۳۰، صفحه ۱.
- [14] آرش رحمتی و امیراورجی، «تأثیر کشش نخ های تار و بود بر خواص فیزیکی پارچه بافته شده در ماشین بافندگی راپیری»، پروژه کارشناسی، دانشکده نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۶.
- [15] Louis Leithold, "The Calculus With Analytic Geometry" Fourth Edition, Harper & Row, 1981.