تاثیر متغیرهای ناحیه تثبیت بر خــواص فــیزیکی نخ پلی استر تکسچره شده با تاب دهنده‌های اصطکاکی

روح‌اله سمنانی رهبر[1*]، محمدرضا محدث مجتهدی[2]، مهدی حیدری نیا[3]، بشیر بخشنده[3]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۲. استادیار و عضو هیات علمی دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۳. دانش آموخته کارشناسی تکنولوژی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در این تحقیق سعی بر پیدا کردن روابط بین عوامل متغیر در هیتر دوم شامل دما و ازدیاد تغذیه بر خواص موجی، کششی و خاصیت حجمی نخ پلی استر تکسچره شده به روش تاب مجازی است. دمای هیتر دوم از ۱۴۰ تا ۲۲۰ درجه سانتیگراد در فواصل ۲۰ درجه‌ای انتخاب گردید و در هر دما ۵ ازدیاد تغذیه متفاوت اعمال شد. نتایج بدست آمده حاکی از آنست که با افزایش دما و کاهش ازدیاد تغذیه خواص موجی و حجیم بودن کاهش می‌یابند و تغییر قابل توجهی در خواص کششی بوجود نمی‌آید. نتایج حاصل از مقدار تاب‌زندگی نمونه‌ها نیز نشان می‌دهد که با افزایش ازدیاد تغذیه، تغییر چندانی در تاب زندگی مشاهده نمی‌شود؛ اما با افزایش دما، مقدار آن کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: ناحیه تثبیت، دما، ازدیاد تغذیه، خواص موجی، نخ پلی استر

۱- مقدمه

در تکسچرایزینگ به روش تاب مجازی، تاب زیادی دریک جهت به نخ فیلامنتی اعمال می‌شود و پس از عبور از تاب دهنده مجازی، تاب باز می‌شود؛ اما حالت فر و موج آن بر اثر عملیات حرارتی باقی می‌ماند. این نخ را اصطلاحا اسـترچ (Stretch) مـی‌نامنـد. در بسـیاری از مصارف نساجی قابلیت کششی زیاد و تاب زندگی این نخ، غیر ضروری و مشکل ساز است؛ لذا باید بر روی نخ عملیات حرارتی دیگری در هیتر دوم انجام شود که بدین ترتیب نخ ست (Set) تولید می‌شود. اصولا نقش هیتر دوم در تکسچرایزینگ تاب مجـازی،کـاهش قابلیـت کششی و تثبیت نمودن تغییر فرم ایجاد شده در هیتر اول به شکل خاص تحت ازدیاد تغذیه مشخص در هیتر دوم می‌باشد. در اثر عبور نخ از هیتر دوم، گشتاور باقیمانده در آن به شدت کاهش یافته و در نتیجه تاب زندگی بهبود می‌یابد[۱,۲].

تاثیر متغیرهای هیتر دوم کمتر مورد توجه محققین قرارگرفته است و در واحدهای تولیدی داخلی، دما و ازدیاد تغذیه آن بصـورت تجربـی تنظیم شده و برای محدوده وسیعی از نمره نخها تغییر نمی‌کند. لذا در این پروژه با تغییر دما و ازدیاد تغذیه در هیتر دوم، روند کلی تاثیر این متغیرها بر روی خواص نخ مورد بررسی قرار گرفت.

* مسوول مکاتبات، پیام نگار: semnanirahbar@aut.ac.ir

۲- مواد و روشها

ماده اولیه تغذیه شده به دستگاه، نخ فیلامنتی POY پلی استر۲۵۰ دنیر ۴۸ فیلامنتی (۲۸۰ دسی‌تکس ۴۸ فیلامنتی) محصول شرکت Hankook کره بود که پس از اعمال کشش در فرآیند تکسچرایرینگ به نخ FOY ۱۵۰ دنیر ۴۸ فیلامنتی (۱۶۷ دسی‌تکس ۴۸ فیلامنتی) تبدیل گردید. خواص کششی این نخ در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول۱- خواص کششی نخ POY

	ازدیاد طول تا حد پارگی (٪)	استحکام (cN/tex)	کار مخصوص تا حد پارگی (cN/tex)
میانگین	۱۳۷/۰۰	۲۳/۰۳	۲۱/۰۱
انحراف معیار	۲/۴۰	۰/۱۰	۸/۵۰

آزمایشات در دستگاه تکسچرایزینگ محصول شرکت ریتر- اسکرگ که مسیر نخ در آن بصورت خم شده(Folded)بود، انجام گردید. مشخصات عمومی این دستگاه در جدول (۲) نشان داده شده است. دمای سالن ۲۶ درجه سانتیگراد و رطوبت سالن ۷۷-۷۵٪ بوده است.

جدول۲- مشخصات عمومی دستگاه تکسچرایزینگ بکار رفته در این پروژه

طول هیتر اول	**دمای هیتر اول**	**نسبت کشش در هیتر اول**	**ازیاد تغذیه در ناحیه پیچش**	**D/Y**	**طول هیتر دوم**	**سرعت تولید**	**تاب دهنده**
۲متر	**۲۰۹ درجه سانتیگراد**	**۱/۷۰۵**	**٪۷/۵۹**	**۲/۰۷**	**۱/۴۶ متر**	**۵۲۷ m/min**	**اصطکاکی از جنس سرامیک**

نمونه گیری

دما در هیتر دوم از ۱۴۰ تا ۲۲۰ درجه سانتیگراد به فاصله ۲۰ درجه تغییر داده شد و در هر دما ۵ ازدیاد تغذیه ۸/۰۸، ۱۱/۷۹، ۱۵/۴۴، ۱۹/۲۲ و ۲۲/۷۹ اعمال گردید و در مجموع ۲۵ نمونه تهیه شد. پس از انتخاب ۵ نمونه از هر بوبین آزمایشات زیر بر روی آنها انجام گردید:

چگالی خطی : برای اندازه‌گیری چگالی خطی نمونه‌ها، از کلاف‌پیچی با طول محیط یک متر و سرعت پیچش ثابت (برای ایجاد کشیدگیهای یکسان در کلافها) استفاده گردید.

خواص موجی: آزمایشهای خواص موجی شامل جمع شدگی، سختی و پایداری موج، تحت استاندارد53840,Part 1 DIN [۴] انجام شد.

خاصیت حجمی: برای اندازه گیری این ویژگی، طبق آزمایش بالکومتر رونز (WRONZ)[۵] ابتدا کلافی با تعداد دور N=90000/Tex تهیه گردید. بعد از بیست و چهار ساعت استراحت به کلافها، آنها در محفظه مربوطه قرار گرفتند. اما بدلیل بزرگ شدن بعضی از بسته‌ها به جای استفاده از یک وزنه نیم کیلویی از دو وزنه استفاده شد. همچنین به جای استفاده از معیار بالک، از میلیمتر که دقیقتر است، استفاده گردید.

خواص کششی : خواص کششی نخها با دستگاه اینسترون ساخت انگلستان مدل 5566 H1730 اندازه‌گیری شدکه سرعت فکها ۵۰ cm/min و فاصله دو فک در شروع ۲۰cm انتخاب گردید.

تاب‌زندگی: برای بدست آوردن اطلاعات هر چند کلی از روند تغییرات تاب زندگی در نخها، ابتدا کلافی هشت دوری با کلاف‌پیچی به قطر ۱/۵ یارد تهیه شد. سپس یک سر آن با قلاب ثابت نگه داشته شد و به سر دیگر آن یک وزنه ۸/۷ گرمی (تقریبا معادل ۰/۵ cN/tex) آویزان گردید. در اثر تاب‌زندگی موجود در کلاف، تعدادی تاب در آن به وجود می‌آید که به تاب‌زندگی نخ بستگی دارد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- چگالی خطی

همانطور که در نتایج ارایه شده در جدول(۳) مشاهده می‌شود، تغییر محسوسی در چگالی خطی نخها صورت نگرفته است. معمولا تغییرات کشش در هیتر اول، بیشترین نقش را در تغییر چگالی خطی دارد که در این تحقیق ثابت بوده است. البته افزایش دمای هیتر دوم با تاثیرگذاری بر جمع شدگی و نیز افزایش ازدیاد تغذیه در هیتر دوم با ایجاد تغییر در حجم نخ، می‌توانند تغییرات جزئی در چگالی خطی نخ بوجود آورند.

جدول۳- چگالی خطی نخ بر حسب تکس در دماها و ازدیاد تغذیه‌های متفاوت

ازدیاد تغذیه (٪)		دما (درجه سانتیگراد)				
		۱۴۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰	۲۲۰
	۸/۰۸	۱۷/۲۸ ۰/۱۵†	۱۷/۵۳ ۰/۱۲	۱۷/۴۲ ۰/۲۰	۱۷/۱۷ ۰/۰۳	۱۷/۴۳ ۰/۰۶
	۱۱/۷۹	۱۷/۲۴ ۰/۰۶	۱۷/۳۰ ۰/۰۶	۱۷/۵۹ ۰/۲۲	۱۷/۲۰ ۰/۱۰	۱۷/۲۴ ۰/۱۷
	۱۵/۴۴	۱۷/۰۸ ۰/۴۰	۱۷/۴۰ ۰/۲۱	۱۷/۳۸ ۰/۲۳	۱۷/۳۷ ۰/۲۳	۱۷/۲۱ ۰/۱۵
	۱۹/۲۱	۱۷/۲۷ ۰/۲۳	۱۷/۱۵ ۰/۱۰	۱۷/۰۴ ۰/۲۶	۱۷/۳۸ ۰/۲۵	۱۷/۱۵ ۰/۳۶
	۲۲/۷۹	۱۷/۱۰ ۰/۱۰	۱۷/۲۶ ۰/۴۹	۱۷/۱۱ ۰/۱۰	۱۷/۱۵ ۰/۰۵	۱۷/۱۷ ۰/۱۰

† اعداد پایینی نشانگر انحراف معیار میباشند

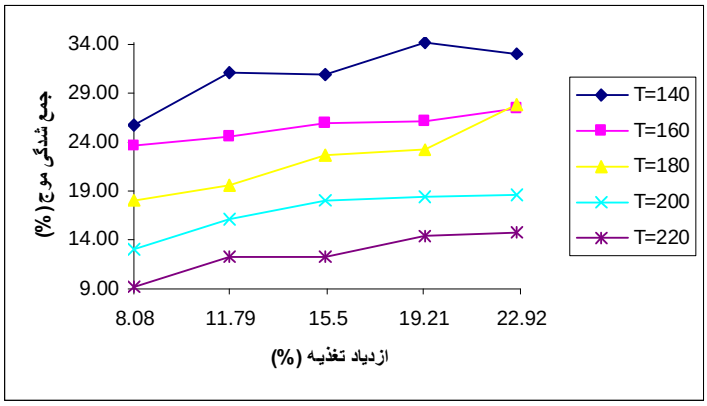
۳-۲- خواص موجی

۳-۲-۱- جمع شدگی موج (Crimp Contraction)

اصولا جمع شدگی موج در هیتر دوم با تغییرات دما و ازدیاد تغذیه به دو صورت تحت تاثیر قرار می‌گیرد:

۱- افزایش دما باعث تسریع روند افت تنش و در نتیجه تثبیت بهتر تغییر فرم تحت ازدیاد تغذیه مشخص گشته[۲,۳] و در نتیجه نخ از حالت استرچ دورتر شده و میزان موجدار بودن یا بعبارت دیگر جمع شدگی موج آن کاهش می‌یابد. در شکل (۱) نتایج آزمایش این موضوع را تایید می‌نماید.

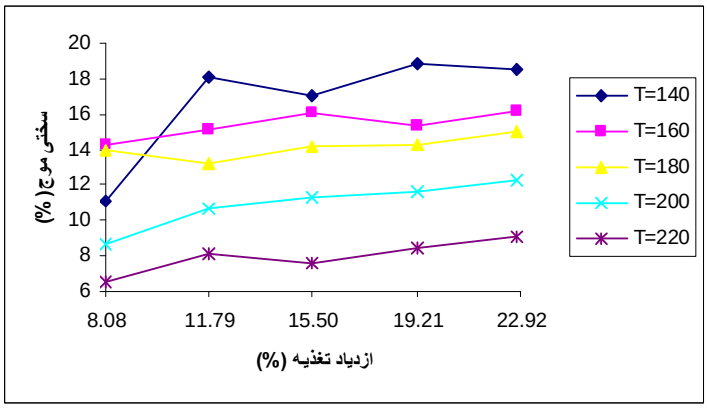
۲- افزایش ازدیاد تغذیه باعث می‌شود که موجهای نخ بصورت آزادتر در هیتر دوم تثبیت شده، در نتیجه در محدوده تغییرات ازدیاد تغذیه، موجب افزایش موج در واحد طول یا بعبارت دیگر جمع شدگی می‌شود. روند افزایش جمع شدگی موج با افزایش ازدیاد تغذیه در شکل (۱)، موید این مطلب می‌باشد.



شکل۱- تغییرات جمع شدگی موج با ازدیاد تغذیه در دماهای مختلف

۳-۲-۲- سختی موج (Crimp modulus)

مدول یا سختی موج به عواملی از قبیل جنس الیاف، آرایش یافتگی، ظرافت، شکل موجها و مقدار موج در واحد طول الیاف بستگی دارد[۱,۳]. در این آزمایش، جنس الیاف ثابت بوده و در نتیجه همانطور که انتظار می‌رفت سختی موج دقیقا رفتاری مشابه جمع شدگی موج دارد. با توجه نتایج ارائه شده در شکل (۲) ملاحظه می‌گردد که این تغییرات اندکی نامنظمتر از تغییرات در اثر جمع شدگی موج است.

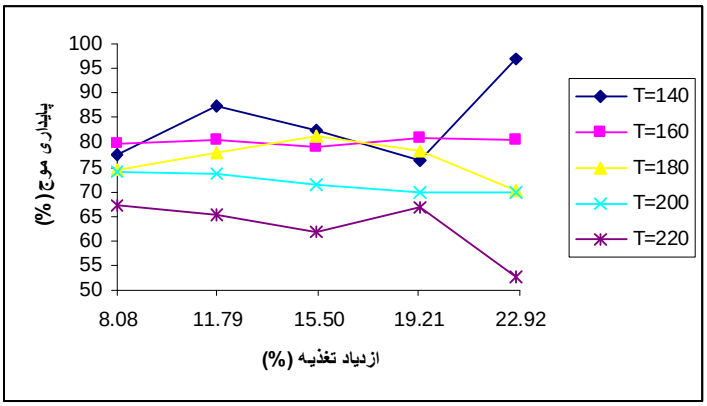


شکل۲- تغییرات سختی موج با ازدیاد تغذیه در دماهای مختلف

۳-۲-۳- پایداری موج (Crimp stability)

با توجه به شکل (۳) ملاحظه می‌گردد که با افزایش دما پایداری موج اندکی کاهش می‌یابد. بنظر می‌رسد با توجه به اینکه فیلامنتها در هیتر دوم از حالت استرچ خارج شده و تحت ازدیاد تغذیه معین مجددا تثبیت می‌شوند، تمایل آنها به بازگشت پس از تنش زیاد در آزمایش ارزیابی پایداری موج کاسته می‌شود. افزایش دمای هیتر دوم باعث تثبیت بهتر فیلامنتها تحت ازدیاد تغذیه مشخص شده و حالت آنها را از نخ استرچ دورتر ساخته و لذا پایداری موج نخ که با تمایل بازگشت فیلامنتها پس از اعمال تنش زیاد ارتباط مستقیم دارد، کاهش می‌یابد. با

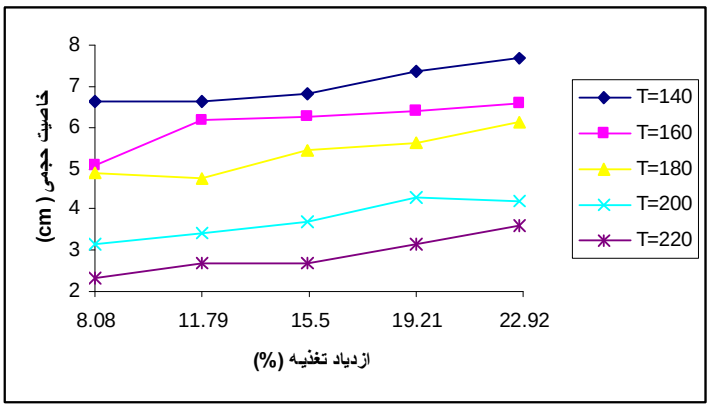
افزایش ازدیاد تغذیه، تغییرات معنی‌داری در پایداری موج مشاهده نمی‌شود؛ به جهت آنکه پایداری موج به مقدار آرایش یافتگی و تبلور الیاف و همچنین تثبیت شکل آنها در هیتر اول بستگی دارد و در هیتر دوم تغییرات زیادی در این خواص الیاف روی نمی‌دهد [۲].



شکل۳- تغییرات پایداری موج با ازدیاد تغذیه در دماهای مختلف

۳-۳- حجیم بودن (Bulkiness)

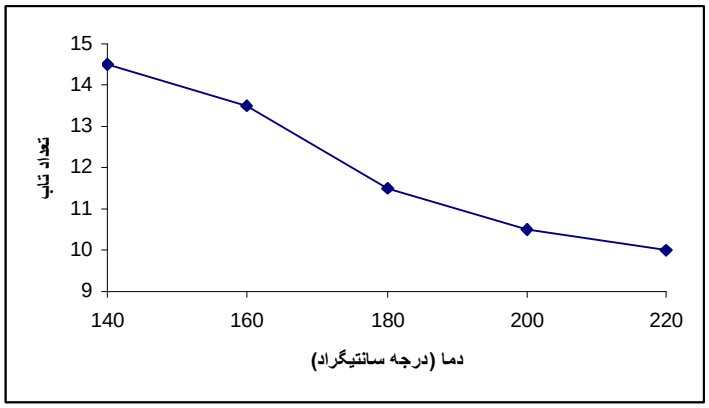
با توجه به شکل (۴) ملاحظه می‌گردد که با افزایش دما، حجیم بودن نخ کاهش محسوسی می‌یابد. بنظر می‌رسد علت اینست که با افزایش دما شکل موجها تحت ازدیاد تغذیه معین بیشتر تثبیت می‌شود که این خود موجب کاهش حجیم بودن نخ فیلامنتی می‌گردد؛ یعنی نخ تمایل کمی برای برگشت به حالت اولیه خود یعنی استرچ دارد. همچنین در شکل (۴) مشاهده می‌گردد که با افزایش ازدیاد تغذیه، حجیم بودن نخ بیشتر شده است که به دلیل رها شدن بیشتر فنرها در هنگام تثبیت و افزایش موج در واحد طول نخ می‌باشد. آنچه بنظر می‌رسد آن است که تاثیر کاهش دما در افزایش حجیم بودن خیلی بیشتر از افزایش ازدیاد تغذیه است؛ بنابر این عملا هنگامی که در کاربردهای عملی نیاز به نخ ست با حجم بیشتر باشد، اگر موارد دیگر مانند تاب زندگی اهمیت نداشته باشد، راه حل مطلوب کاهش دمای هیتر دوم می‌باشد.



شکل۴- تغییرات خاصیت حجمی نخ با ازدیاد تغذیه در دماهای مختلف

۳-۴- اثر دما و ازدیاد تغذیه بر تاب‌زندگی نمونه‌ها

با توجه به شکل (۵) مشاهده می‌گردد که افزایش دمای هیتر دوم باعث می‌شود که گشتاور باقیمانده در نخ بواسطه باز شدن تاب پس از تثبیت آن در هیتر اول، کاسته شده و یا بعبارت دیگر تنشهای موجود در نخ استراحت نموده و در نتیجه تاب زندگی که نمایانگر وجود گشتاور باقیمانده و عدم استراحت تنشهای موجود در نخ می‌باشد، کاهش می‌یابد. البته نتایج این آزمایش برای مقایسه بکار رفته است و صرفا برای بدست آوردن دیدگاهی کلی درباره تاثیر عوامل متغیر در هیتر دوم بر روی میزان گشتاور باقیمانده در نخ می باشد. همچنین، بـا افـزایش ازدیاد تغذیه تغییرات چندانی در تاب زندگی نمونه‌ها مشاهده نگردید که به همین دلیل از ذکر نتایج مربوط به آن خودداری گردید.



شکل۵- تاثیر دمای هیتر دوم بر متغیری وابسته به گشتاور باقیمانده در نخ

۳-۵- خواص کششی نمونه‌ها

خواص کششی نخهای تکسچره شده به روش تاب مجازی تحت تاثیر متغیرهای ناحیه هیتر اول (مانند نسبت کشش و دمای هیتر) قرار دارد و معمولا متغیرهای ناحیه هیتر دوم تاثیر قابل ملاحظه‌ای در این خواص ایجاد نمی‌نمایند. چنانچه در جـدول (۴) مشـاهده مـی‌شـود، متغیرهای ناحیه هیتر دوم شامل دمای هیتر و ازدیاد تغذیه، تغییرات محسوسی در مقادیر مربوط به خواص کششی نمونه‌ها ایجاد نکرده‌اند. برای نشان دادن کم بودن تغییرات و غیر قابل ملاحظه بودن آنها، ضریب تغییرات (٪) کل نمونه‌ها نیز محاسبه گردید و در جدول (۴) آورده شده است.

جدول۴ – نتایج حاصل از اندازه گیری خواص کششی نمونه نخهای تکسچره شده در دماها و ازدیاد تغذیه های متفاوت

دما (درجه سانتیگراد)	ازدیاد تغذیه	کار مخصوص تا حد پارگی (cN/tex)	ازدیاد طول تا حد پارگی (٪)	استحکام (cN/tex)
۱۴۰	۸/۰۸	۳/۴۲	۱۷/۵۰	۳۴/۱۵
۱۴۰	۱۱/۷۹	۳/۱۱	۱۶/۶۷	۳۳/۹۳
۱۴۰	۱۵/۴۴	۳/۷۳	۱۹/۱۷	۳۴/۲۴
۱۴۰	۱۹/۲۱	۴/۲۳	۲۰/۸۳	۳۴/۴۵
۱۴۰	۲۲/۷۹	۳/۱۴	۱۶/۶۷	۳۳/۴۹
۱۶۰	۸/۰۸	۴/۳۴	۲۰/۰۰	۳۵/۶۸
۱۶۰	۱۱/۷۹	۳/۸۴	۱۸/۳۳	۳۵/۰۴
۱۶۰	۱۵/۴۴	۳/۶۷	۱۸/۰۶	۳۴/۵۴
۱۶۰	۱۹/۲۱	۳/۲۲	۱۶/۶۷	۳۴/۰۰
۱۶۰	۲۲/۷۹	۴/۰۰	۱۹/۱۷	۳۴/۷۶
۱۸۰	۸/۰۸	۳/۷۲	۱۸/۳۳	۳۳/۹۹
۱۸۰	۱۱/۷۹	۳/۸۲	۱۸/۷۵	۳۴/۴۰
۱۸۰	۱۵/۴۴	۳/۸۷	۱۹/۱۷	۳۴/۳۸
۱۸۰	۱۹/۲۱	۳/۶۴	۱۸/۳۴	۳۴/۲۴
۱۸۰	۲۲/۷۹	۳/۴۱	۱۷/۵۰	۳۴/۱۰
۲۰۰	۸/۰۸	۳/۹۸	۱۹/۱۷	۳۴/۱۱
۲۰۰	۱۱/۷۹	۴/۳۹	۲۰/۸۳	۳۵/۷۹
۲۰۰	۱۵/۴۴	۴/۰۵	۲۰/۰۰	۳۴/۳۷
۲۰۰	۱۹/۲۱	۳/۸۶	۱۹/۱۷	۳۴/۰۹
۲۰۰	۲۲/۷۹	۳/۶۱	۱۸/۳۳	۳۳/۸۰
۲۲۰	۸/۰۸	۳/۸۲	۱۹/۱۷	۳۳/۳۲
۲۲۰	۱۱/۷۹	۴/۰۷	۲۰/۰۰	۳۳/۲۱
۲۲۰	۱۵/۴۴	۴/۰۹	۲۰/۰۰	۳۳/۹۹
۲۲۰	۱۹/۲۱	۴/۳۵	۲۰/۸۳	۳۴/۱۱
۲۲۰	۲۲/۷۹	۴/۳۵	۲۰/۸۳	۳۴/۳۳
واریانس		۰/۱۴	۱/۷۱	۰/۳۶
میانگین		۳/۸۳	۱۸/۹۴	۳۴/۲۶
انحراف معیار		۰/۳۷	۱/۳۱	۰/۶۰
ضریب تغییرات (٪)		۹/۷۵	۶/۹۰	۱/۷۵

۴- نتیجه‌گیری

در این پروژه، تاثیر دما و ازدیاد تغذیه در هیتر دوم بر خواص نخ فیلامنتی تکسچره شده به روش تاب مجازی بررسی گردید. نتایج نشان می‌دهد با افزایش دما و کاهش ازدیاد تغذیه خواص موجی و حجیم بودن کاهش می‌یابند ولی این تغییرات تاثیر محسوسی بر خواص کششی ندارند. همچنین افزایش دما موجب کاهش تاب‌زندگی در نخ می‌گردد اما ازدیاد تغذیه تاثیر چندانی بر آن ندارد. برای تهیه نخ ست با حجم زیاد این نتیجه عاید گردید که ابتدا دمای هیتر دوم تا جایی که باعث ایجاد مشکل تاب زندگی نشود، کاسته شود و سپس از عامل افزایش ازدیاد تغذیه استفاده گردد.

مراجع

1. Hearle, J.W.S., Hollick, L. and Wilson, D.K., " Yarn Texturing Technology", The Textile Institute,UK, 2001.

۲. محدث مجتهدی، م.، *"جزوه درس تکسچرایزینگ"*، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۳. توانایی، ح.، *"تکسچرایزینگ"*، انتشارات ارکان، اصفهان،۱۳۸۰.

4. "DIN 53840, Part1", Deutsches Institute fuer Normung, Berlin, 1983.

5. Saville, B. P., " Physical Testing of Textiles", The Textile Institute, Woodhead Publishing, UK, 1999.