



الیاف

تأثیر درصد مخلوط الیاف اکریلیک با ظرافت‌های مختلف بر خواص کششی نخ‌های اکریلیکی مورد استفاده در فرش ماشینی

نیوشا زارعی^۱ | سعید شیخ‌زاده نجار^۱ | سعید محمد عترتی^۱

چکیده

هدف از انجام این پروژه، بررسی تأثیر درصد الیاف اکریلیک با ظرافت‌های مختلف بر خواص کششی نخ اکریلیک مورد استفاده در خاب فرش ماشینی است. در این پروژه، از نمونه نخ‌های اکریلیکی با درصد مخلوط متفاوت الیاف ۷، ۱۰ و ۱۵ دنیر استفاده شده است. پارامترهای خواص کششی الیاف و نخ شامل مدول الاستیسیته، استحکام کششی و ازدیاد طول پارگی و همچنین کار تا حد پارگی بر حسب درصد مخلوط الیاف تجزیه و تحلیل شده است. همچنین خواص کششی الیاف نیز اندازه‌گیری و نتایج، با نتایج خواص کششی نخ مقایسه شده است. نتایج بررسی‌ها نشان دادند که با افزایش درصد الیاف ۱۵ دنیری، که طول بیشتری دارند، استحکام کششی، مدول الاستیسیته و کار تا حد پارگی نخ افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش مدول الاستیسیته الیاف سهمیم در نخ، مدول الاستیسیته نخ دولا و تکلا افزایش می‌یابد.

۱- مقدمه

امروزه الیاف مصنوعی مثل اکریلیک، پلی‌آمید و پلی‌پروپیلن از اصلی‌ترین مواد خام نخ‌های خاب فرش هستند. ویژگی‌های ساختاری و ظاهری فرش وابسته به ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی نخ‌های خاب و به تبع آن ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی الیاف می‌باشد. تحقیقات گوناگونی در زمینه پارامترهای مختلف نخ‌های خاب مورد استفاده در فرش صورت گرفته که در ادامه به آن پرداخته شده است. در این بخش به مروری بر تحقیقاتی که روی پارامترهای مختلف ساختاری نخ‌های خاب فرش انجام شده پرداخته می‌شود.

در سال ۱۹۹۳، گراور و همکارانش ویژگی‌های دینامیکی نخ‌های تجاری نایلون، پلی‌استر و پلی‌پروپیلن رسیده شده که در ویژگی‌های لیف و ساختار نخ متفاوت هستند و برای خاب فرش استفاده می‌شوند، اندازه‌گیری کردند.

تأثیرات کشش لیف، طول نخ بر ویژگی‌های ساختاری و کارایی ظاهری فرش بررسی شده است. کشش لیف منجر به پیوند مولکولی و مملکرد قویتر ارتجاعیت لیف می‌شود. نسبت کشش لیف یک پارامتر مهم در بهینه‌سازی ساختار لیف و در نتیجه بهینه‌سازی کارایی فرش است. با افزایش طول نمونه نخ‌ها، در همه سرعت‌های کشش، استحکام پارگی نخ کاهش می‌یابد.

در سال ۱۲۲۰، شیخی و همکاران، تأثیر نسبت مخلوط الیاف اکریلیک در رفتار فشارپذیری نخ خاب فرش را بررسی کردند. نتایج آزمایشات نشان داد که حداکثر و حداقل فاکتور فشارپذیری به ترتیب برای نسبت مخلوط ۱۵ درصد و ۵۲ درصد است؛ همچنین نشان داده شده که در نسبت مخلوط ۱۵ درصد، برگشت‌پذیری فشاردگی (RC) و انرژی برداشت فشار ($W^{\circ}C$) بیشترین مقدار را دارد. با افزایش نسبت مخلوط لیف ۱۶/۴۸ dtex نسبت مخلوط لیف ۷/۶۹ dtex نیز افزایش

می‌یابد؛ در صورتی که نسبت مخلوط لیف ۱۰/۹۹ detx کاهش می‌یابد. این امر نشان می‌دهد تأثیر جزء ظریف‌تر نخ خاب نسبت به سایر اجزا تا یک نقطه معین غالب‌تر است (۱۵ درصد لیف ۱۶/۴۸ dtex) که باعث نرمی بیشتر و سختی کمتر می‌شود؛ بعد از این نقطه نقش جزء ضخیم‌تر بیشتر است و نتیجه آن مقاومت در برابر فشردگی است که باعث ضخامت بیشتر می‌شود.

در سال ۲۰۱۷، چلیک و همکاران، تأثیر چگالی خطی لیف اکریلیک بر مقدار از دست دادن الیاف، کرکی شدن سطح و کاهش ضخامت فرش بعد از بارگذاری‌های سنگین طولانی مدت استاتیکی و دینامیکی و بازگشت‌پذیری بعد از برداشتن بار را بررسی کردند. نتایج حاصل شد که با کاهش چگالی خطی لیف، توانایی بازگشت‌پذیری نخ‌های خاب بعد از بارگذاری استاتیکی طولانی مدت، افزایش می‌یابد.

برخلاف بارگذاری استاتیکی، با کاهش چگالی خطی لیف، در همه رفتارهای ضربه‌ای، کاهش ضخامت بیشتر می‌شود. افزایش چگالی خطی لیف باعث افزایش مقاومت در برابر فشار دینامیکی می‌شود، کارایی فشردگی نمونه فرش‌ها با الیاف ضخیم‌تر بهتر است؛ بنابراین باید هنگام راه رفتن تغییر شکل کمتری دهند.

۲- مشخصات مواد و آزمایش‌ها

در این تحقیق سه نوع الیاف اکریلیک با ظرافت‌های متفاوت ۷، ۱۰ و ۱۵ دنیر مورد استفاده قرار گرفت. سپس ۱۲ نمونه نخ اکریلیک با درصدهای مختلف از این الیاف به عنوان نخ خاب فرش ماشینی در سیستم نیمه‌فاستونی تولید گردید. نمره نخ اسمی نخ‌ها ۱۰/۵ دولا متریک و تاب اسمی آنها ۱۶۰ TPM می‌باشد. جدول ۱ درصد اختلاط الیاف موجود در هر نمونه نخ را نشان می‌دهد:



جدول ۱- درصد اختلاط الیاف استفاده شده در هر نمونه نخ

	sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
fiber fineness	7.77 dtex	7	11	15	18	22	26	30	34	38	42	45	48
	11.11 dtex	9	84	75	67	58	49	40	31	22	13	5	0
	16.66 dtex	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	52

با درصد اختلاط مختلف در نمونه نخ‌های مخلوط تولیدی انتظار می‌رود مدول الاستیسیته الیاف نقش بسزایی بر رفتار تنش- کرنش نخ‌ها ایفا نماید.

خواص مکانیکی نخ‌های اکریلیک

پارامترهای خواص مکانیکی نمونه نخ‌ها شامل استحکام کششی، مدول الاستیسیته، ازدیاد طول تا حد پارگی و کار گسیختگی مخصوص از روی منحنی های تنش- کرنش محاسبه گردید. با توجه به نتایج تحلیل آماری ANOVA (جدول ۲) کار گسیختگی مخصوص و ازدیاد طول تا حد پارگی ۱۲ نمونه نخ‌ها از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند و در آزمون دانکن انجام شده همگی در یک گروه قرار می‌گیرند اما استحکام کششی و مدول الاستیسیته نمونه نخ‌ها از نظر آماری متفاوت می‌باشند. منحنی تغییرات مدول الاستیسیته و استحکام کششی نخ‌ها بر حسب درصد الیاف ۱۵ دنیری به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مدول الاستیسیته نمونه نخ‌ها با افزایش درصد لیف ۱۵ دنیری ابتدا یک روند افزایشی و سپس یک روند کاهش با شیب تند و در ادامه یک روند افزایشی چشمگیری دارد.

نتایج تحلیل آماری دانکن نشان می‌دهد که مدول الاستیسیته نمونه نخ‌ها در ۵ گروه مجزا قرار دارند به گونه‌ای که نمونه نخ با ۳۵ درصد الیاف ۱۵ دنیری کمترین مدول الاستیسیته و نمونه نخ با ۵۲ درصد الیاف ۱۵ دنیری بیشترین مدول الاستیسیته را از خود نشان می‌دهند.

استنباط میشود الیاف با ظرافت ۷ دنیر در این نوع نخ بیشترین درصد را در نخ مخلوط دارد؛ لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که در نمونه نخ با بیشترین درصد الیاف ۷ دنیری بدلیل بیشتر بودن مدول الاستیسیته این الیاف در مقایسه با سایر الیاف بیشترین میزان مدول الاستیسیته برای نخ مخلوط به دست می‌آید. مشابه این نتایج برای استحکام کششی نخ مخلوط قابل درک است؛ بدین مفهوم که نمونه نخ با ۳۵ درصد الیاف ۱۵ دنیری کمترین استحکام کششی و نمونه نخ با ۵۲ درصد الیاف ۱۵ دنیری بیشترین استحکام کششی را از خود نشان می‌دهند. استنباط میشود که الیاف با ظرافت ۱۵ دنیر طول بلندتری نسبت به سایر الیاف دارند؛ از این رو می‌توان چنین نتیجه گرفت که در نمونه نخ با بیشترین درصد الیاف ۱۵ دنیری به دلیل افزایش طول متوسط الیاف موجود در نخ مخلوط نیروی اصطکاک و درگیری الیاف درون نخ افزایش می‌یابد که این امر منجر به افزایش استحکام کششی نخ می‌گردد.

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق خواص فیزیکی الیاف اکریلیک و ۱۲ نمونه نخ اکریلیک با درصد

آزمایش‌های انجام شده بر روی الیاف و نخ‌ها:

در این تحقیق خواص استحکام کششی الیاف به روش تک لیف (single fibre) و با استفاده از دستگاه اینسترون مدل ۵۵۶۶، ساخت کشور امریکا، با نرخ ازدیاد طول ثابت (CRE)، مطابق استاندارد ASTM D3822-96 اندازه‌گیری شد؛ همچنین ویژگی‌های استحکام کششی نمونه نخ‌ها با استفاده از دستگاه کاردوتک، ساخت کشور ایران، مطابق استاندارد ASTM D2256-97 اندازه‌گیری شد.

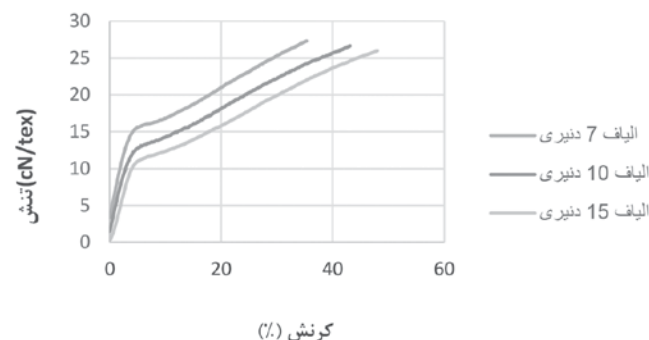
۳- نتایج و بحث

در این بخش نتایج به دست آمده از آزمایش‌های انجام شده بر روی الیاف و نخ‌ها، به منظور بررسی خواص فیزیکی آنها، گزارش شده و با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفته است.

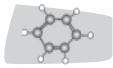
خواص مکانیکی الیاف اکریلیک

در شکل ۱ نمودار تنش-کرنش سه نمونه لیف اکریلیک با ظرافت‌های ۷، ۱۰ و ۱۵ دنیری را نشان می‌دهد. پارامترهای استحکام کششی، شامل استحکام کششی نهایی (Tenacity)، ازدیاد طول تا حد پارگی و مدول الاستیسیته از روی منحنی‌ها محاسبه گردید.

استحکام کششی، ازدیاد طول تا حد پارگی، و مدول الاستیسیته برای الیاف اکریلیک ۱۰، ۷ و ۱۵ دنیری به ترتیب ۲۶/۴، ۲۷/۳، ۲۶/۹ (cN/tex) و ۴۲/۴، ۴۱/۶ (cN/tex) و ۴۳/۹ و ۴۳/۹ درصد، ۴۷۶/۵، ۳۳۳/۲ و ۲۶۲/۹ (cN/tex) به دست آمد. با توجه به نتایج تحلیل آماری ANOVA استحکام کششی و ازدیاد طول تا حد پارگی این الیاف از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند اما مدول الاستیسیته این الیاف از نظر آماری کاملاً متفاوت می‌باشند؛ بدین معنی که الیاف ظریفتر مدول الاستیسیته بیشتری نسبت به الیاف ضخیم‌تر از خود نشان می‌دهند. با توجه به حضور الیاف



شکل ۱- نمودار میانگین استحکام کششی الیاف اکریلیک مورد استفاده در نخ خاب فرش ماشینی



جدول ۲- نتایج آزمون آنووا برای نمونه نخ‌های مخلوط

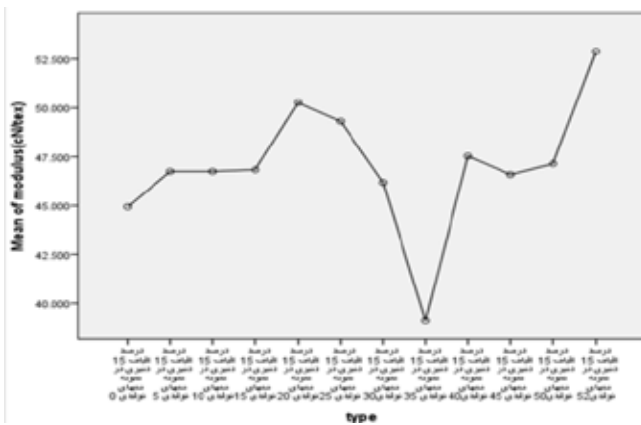
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
strength(cN/tex)	Between Groups	92.150	11	8.377	8.565	.000
	Within Groups	340.373	348	.978		
	Total	432.523	359			
strain(%)	Between Groups	19.607	11	1.782	.551	.868
	Within Groups	1125.772	348	3.235		
	Total	1145.379	359			
modulus(cN/tex)	Between Groups	3542.028	11	322.003	12.350	.000
	Within Groups	9073.308	348	26.073		
	Total	12615.337	359			
Work of rupture(cN%/tex)	Between Groups	.409	11	.037	1.205	.282
	Within Groups	10.745	348	.031		
	Total	11.154	359			

- با افزایش درصد الیاف ۱۵ دیری استحکام کششی نخ افزایش می‌یابد.
- با افزایش درصد الیاف ۱۵ دیری مدول الاستیسیته نخ با شیب کمی افزایش می‌یابد.
- با افزایش مدول الاستیسیته الیاف سهیم در نخ، مدول الاستیسیته نخ دولا مخلوط افزایش می‌یابد.
- مدول الاستیسیته نخ تک‌لا تقریباً نصف مدول الاستیسیته نخ دولا است.

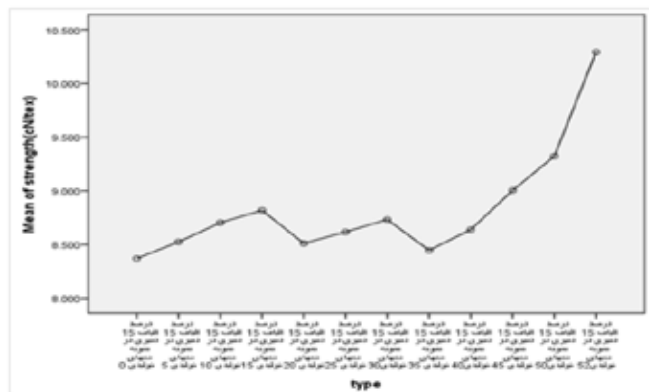
پی‌نوشت:

۱- دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

- مخلوط الیاف مختلط و ارتباط بین خواص فیزیکی الیاف و نخ‌ها بررسی شد که نتایج به دست آمده به شرح زیر می‌باشد:
- با افزایش ظرافت الیاف اکریلیک استحکام کششی الیاف افزایش می‌یابد؛ یعنی استحکام کششی لیف ۷ دیری به ترتیب از استحکام کششی لیف ۱۰ و ۱۵ دیری بیشتر است.
- با افزایش استحکام کششی الیاف اکریلیک، از دیاد طول تا حد پارگی الیاف کاهش می‌یابد.
- الیاف ظریف‌تر به دلیل داشتن سطح مقطع کمتر، مدول الاستیسیته بیشتری دارند؛ به طوری مدول الاستیسیته لیف ۷ دیری به ترتیب از مدول الاستیسیته لیف ۱۰ و ۱۵ دیری بیشتر است.



شکل ۳- تغییرات استحکام کششی نمونه نخ‌های مخلوط



شکل ۲- تغییرات متوسط مدول الاستیسیته نمونه نخ‌های مخلوط