منسوجات فنی

تأثیر پارامترهای سوزن‌زنی بر مقاومت و ازدیاد طول CBR لایه‌های ژئوتکستایل بی‌بافت سوزن‌زنی کالندر شده

زهرا حاج حسینی[۱] | حسن آقا مشروطه[۲] | محمد صالح احمدی[۳] | محمد جواد عبقری[۴]

چکیده

در این تحقیق تأثیر تراکم سوزن‌زنی و عمق نفوذ سوزن بر روی مقاومت و ازدیاد طول لایه‌های ژئوتکستایل بی‌بافت سوزن زنی کالندر شده در آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور نمونه‌های بی‌بافت از الیاف پلی استر تولید گردیدند و با استفاده از فرآیند سوزنزنی متصل و سپس کالندر شدند. سپس مقاومت سوراخ‌شدگی (CBR) نمونه‌ها با استفاده از دستگاه استحکام سنج منسوجات آزمایش گردید.

نتایج آماری به دست آمده به روش تحلیل واریانس چند متغیره نشان داد که هر دو عامل تراکم سوزن‌زنی و عمق نفوذ سوزن و اثر متقابل آنها بر روی مقاومت سوراخ‌شدگی استاتیک (CBR) لایه‌های ژئوتکستایل اثر معنی داری دارد. افزایش عمق نفوذ سوزن در ابتدا سبب کاهش و سپس افزایش مقاومت (CBR) گردید. در بسیاری از موارد بیشترین مقادیر مقاومت در کمترین مقادیر تراکم سوزن زنی به دست آمد. با افزایش عمق نفوذ سوزن و تراکم سوزن‌زنی ازدیاد طول نسبی منسوج کاهش می‌یابد. همچنین عملیات کالندر کردن سبب افزایش مقاومت (CBR) و کاهش ازدیاد طول نسبی آن می‌شود.

مقدمه

منسوجات بی‌بافت دارای خصوصیات طراحی شده منحصر به فرد، قابلیت کاربرد گسترده و قیمت مناسب هستند. این ویژگی‌ها سبب گردیده تا امروزه به طور گسترده‌ای از آنها در زمینه‌های مختلف از جمله کاربردهای خانگی، نساجی و پوشاک و پزشکی گرفته تا انواع مصارف صنعتی استفاده گردد. تاکنون تحقیقات متعددی بر روی رفتار مکانیکی لایه‌های بی بافت صورت گرفته است که به چند مورد از آنها اشاره می‌گردد.

در سال ۲۰۰۲ مَتیو و همکارانش به بررسی بهبود رفتار اتصال حرارتی بی‌بافت‌های اسپان باند پلیپروپیلن به وسیله ترکیب وزن‌های مولکولی مختلف پلی‌پروپیلن پرداختند. مقاومت پیوند فیلامنت‌های مخلوط شده، با فیلامنت‌های تک جزئی مقایسه شد. آنها دریافتند که در یک دمای معین، مقاومت پیوند فیلامنت‌های مخلوط شده در حدوددرصد ۲۵ بیشتر از فیلامنت‌های تک جزئی است. در سال ۲۰۰۳ اسمیت و همکارانش اثر الگوی غلتک پیوند، مساحت پیوند و درجه حرارت را بر ساختار میکروسکوپی، مقاومت خمشی و خواص مقاومت سایشی بی‌بافت‌های اسپان باند پلی‌پروپیلن مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد کاهش در تراکم نقطه پیوند، ازدیاد طول وب را افزایش می‌دهد و افزایش دمای کالندر کردن، باعث افزایش مدول اولیه، مقاومت کششی و سایشی پارچه می‌شود.

در سال ۲۰۱۴ کاپیتار و همکارانش به بررسی تأثیر فرآیند کالندر کردن بر روی مقاوت حرارتی ساختار پارچه‌های بی‌بافت سوزن زنی شده از جنس پلی‌پروپیلن پرداختند. آنها دریافتند که پارچه‌های بی‌بافت کالندر شده به‌طور قابل‌توجهی مقاومت حرارتی پایین‌تری (هدایت حرارتی بهتری) نسبت به پارچه‌های بی‌بافتی که فقط سوزن‌زنی شدند، دارند. در سال ۲۰۱۴ کاپیتار و همکارانش در پژوهشی دیگر تأثیرات کالندر کردن ژئوتکستایل سوزن زنی شده پلی‌استر بر نفوذپذیری آب تحت تاثیر فشارهای مختلف، همچنین میزان تخلخل آنها را به دو روش مورد مطالعه قرار دادند. گروه اول بوسیله سوزن‌زنی و گروه دوم علاوه بر سوزن‌زنی به وسیله کالندر کردن، استحکام بخشی شدند.

نتایج حاکی از آن بود که کالندر کردن باعث فشردگی و اتصال جزئی الیاف می‌شود که این امر استحکام را بهبود می‌بخشد، اما میزان نفوذپذیری آب را کاهش می‌دهد. فرآیند کالندر کردن، باعث کاهش طول مؤثر و افزایش قطر مفید الیاف در ژئوتکستایل و به تبع آن کمتر شدن تخلخل منسوج نبافته می‌شود. همچنین

با افزایش فشار، ضخامت لایه‌های کالندر شده در یک محدوده کوچکتری نسبت به فقط سوزن‌زنی شده، کاهش می‌یابد.

تجربیات

در این پژوهش مقاومت سوراخ شدگی استاتیکی ژئوتکستایل‌های بی‌بافت با استفاده از تحلیل واریانس چندمتغیره مورد بررسی قرار گرفت تا اثر پارامترهای سوزن زنی مشخص گردد. تراکم سوزن‌زنی در سه سطح ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ نفوذ بر سانتی‌متر مربع و عمق نفوذ سوزن نیز در سه سطح ۸/۵ ، ۱۰ و ۱۱/۵ میلی‌متر به عنوان پارامترهای مستقل در نظر گرفته شدند؛ به‌طوری‌که سرعت کالندر معادل ۴ متر بر دقیقه، دمای کالندر ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد و وزن واحد سطح لایه‌ها برابر با ۳۶۰ گرم در مترمربع، ثابت در نظر گرفته شد. در این تحقیق از الیاف پلی‌استر با متوسط ظرافت ۶ دنیر، طول ۶۴ میلی‌متر و تعداد فروموج ۲/۸ ۲ در سانتی‌متر استفاده شد.

نمونه‌های بی‌بافت طی فرآیند حلاجی، کاردینگ، کراس لپر و سوزن زنی تولید و سپس کالندر شدند. آزمون سوراخ‌شدگی استاتیکی CBR مطابق با استاندارد ISO 12236 با استفاده از دستگاه مقاومت سنج منسوجات شرلی انجام شد. جهت انجام آزمون، نمونه‌هایی به قطر ۲۱۰ میلیمتر بین دو صفحه دایره‌ای محکم بسته می‌شوند و سپس استوانه‌ای به قطر ۵۰ میلی‌متر با سرعت ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه به داخل نمونه نفوذ می‌کند. در اثر اعمال فشار ناشی از نفوذ استوانه فلزی، نمونه ژئوتکستایل به شکلی شبیه به شکل مخروط ناقص تغییر شکل پیدا نموده و این تغییر شکل تا نقطه پارگی ادامه می یابد. در این زمان حداکثر نیرو در نقطه پارگی تحت عنوان مقاومت سوراخ‌شدگی استاتیکی ثبت می‌شود.

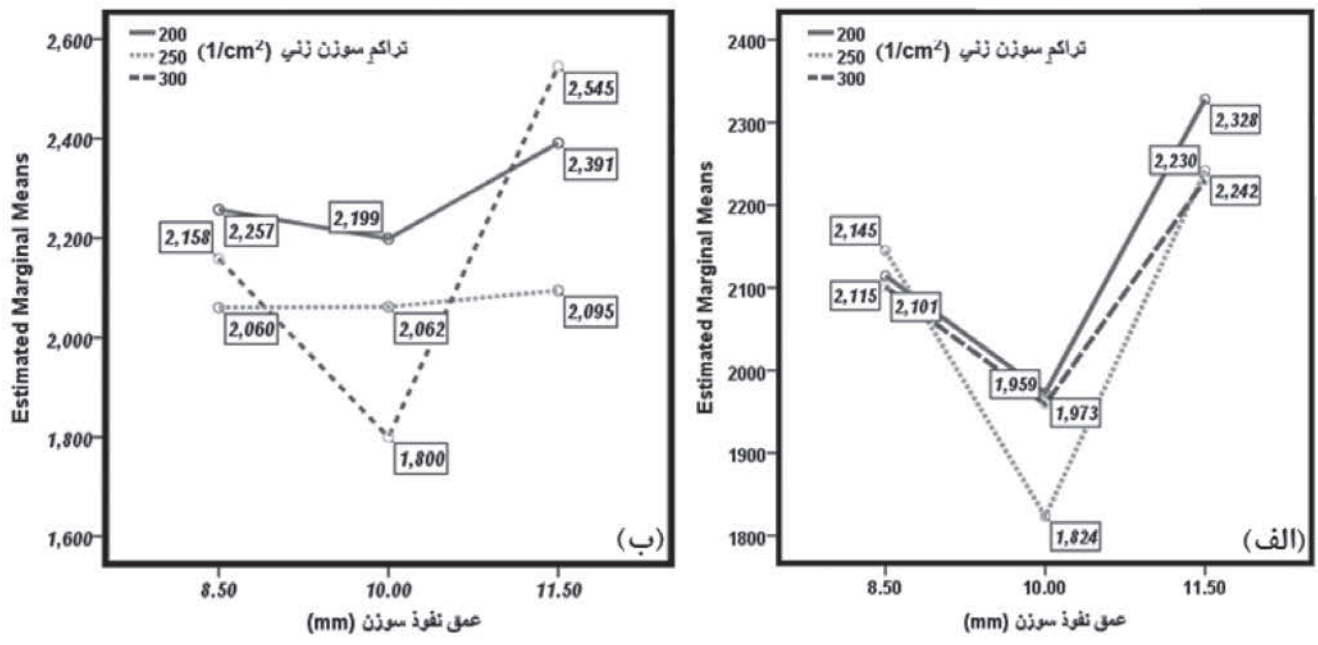
جدول ۱: تحلیل واریانس چند متغیره به منظور ارزیابی تاثیر تراکم سوزن‌زنی و عمق نفوذ سوزن بر مقاومت سوراخ‌شدگی استاتیکی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره فیشر	سطح معنی داری
تراکم سوزن زنی	597,257.069	2	298,628.534	29.468	.000
عمق نفوذ سوزن	1,425,773.442	2	712,886.721	70.347	.000
تراکم سوزن * عمق نفوذ سوزن	1,261,123.144	4	315,280.786	31.112	.000

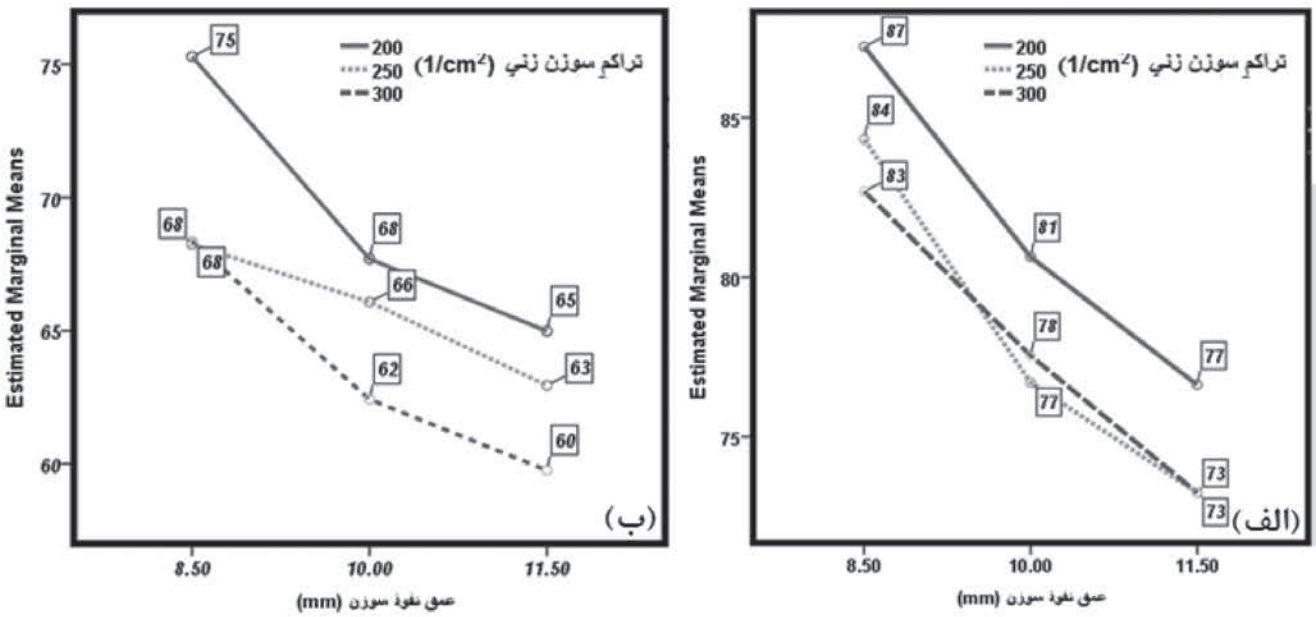
بحث و بررسی نتایج

بر اساس تجزیه و تحلیل صورت گرفته بر روی داده‌ها، نتایج آماری استخراج گردید. با توجه به جدول ۱ و تحلیل واریانس چندمتغیره انجام گرفته، از آنجا که مقدار سطح معنی داری حاصل شده در تمام موارد عمق نفوذ سوزن، تراکم سوزن‌زنی و اثر متقابل آنها کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد، آزمون معنی‌دار می‌باشد. لذا عوامل مذکور بر روی مقاومت منسوج تأثیر معنی‌داری دارند.

در نمودارهای شکل، نحوه تغییرات میانگین مقاومت منسوج در سطوح مختلف عمق نفوذ سوزن و تراکم سوزن‌زنی در شرایط دمایی (°C) ۲۴۰ و سرعت عبور از کالندر (m/min) ۴ ارائه گردیده است. همانگونه که در شکل (الف) و (ب) که به ترتیب نتایج مربوط به نمونه‌های کالندر نشده و کالندر شده را نشان می‌دهد مشخص



شکل ۱:روند تغییرات میانگین مقاومت منسوج در سطوح مختلف عمق نفوذ سوزن و تراکم سوزنی، الف) کالندر نشده، ب) کالندر شده.



شکل ۲ : روند تغییرات میانگین ازدیاد طول نسبی منسوج در سطوح مختلف عمق نفوذ سوزن و تراکم سوزنی، الف) کالندر نشده، ب) کالندر شده.

است، در اکثر موارد با افزایش عمق نفوذ سوزن از ۸/۵ به ۱۰ میلیمتر، مقاومت CBR کمتر و سپس با افزایش از ۱۰ به ۱۱/۵ میلیمتر، افزایش می‌یابد. این مسأله می‌تواند ناشی از دو تأثیر متناقض عملکرد عمق نفوذ سوزن بر مقاومت تلقی شود. یکی آنکه با افزایش عمق نفوذ سوزن، آسیب‌دیدگی و پارگی الیاف افزایش یافته که منجر به کاهش مقاومت منسوج می‌گردد و دیگری آنکه این عمل منجر به درگیری بیشتر الیاف با یکدیگر شده که سبب افزایش مقاومت ژئوتکستایل می‌شود؛ لذا به نظر می‌رسد در افزایش عمق نفوذ از ۸/۵ به ۱۰ میلیمتر عامل اول بر عامل دوم غلبه داشته و به طور کلی اثر کاهش آن بر مقاومت غالب است اما در افزایش از ۱۰ به ۱۱/۵ میلیمتر عامل دوم اثر بیشتری داشته و به علت عبور خارهای بیشتر سوزن از بین الیاف و افزایش درگیری آنها مقاومت را افزایش داده است. در ارتباط با عامل پارامتر تراکم سوزن‌زنی دیده می‌شود که اثر این عامل بر مقاومت، از قاعده مشخصی پیروی نمی‌نماید؛ که علت آن می‌تواند به دلیل تأثیرات متناقض این عامل بر مقاومت باشد. البته در بسیاری از موارد، کمترین تراکم بالاترین مقاومت را نتیجه داده است که علت آن را می‌توان در کاهش آسیب‌دیدگی‌ها و شکستگی الیاف جستجو نمود؛ همچنین به‌طورکلی مشخص است که عملیات کالندر کردن به دلیل ایجاد اتصال‌های حرارتی و افزایش درگیری بین الیاف مقاومت CBR منسوج را افزایش می‌دهد. شکل ۲ (الف) و (ب) به ترتیب تحلیل ازدیاد طول نسبی تا حد پارگی نمونه‌های کالندر نشده و کالندر شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود افزایش عمق نفوذ در تمامی موارد و افزایش تراکم سوزن‌زنی در اکثریت قریب به اتفاق موارد موجب کاهش ازدیاد طول تا حد پارگی منسوج می‌گردد. این مسأله را می‌توان به افزایش درگیری و قفل‌شوندگی الیاف و کاهش قابلیت لغزش آنها بر روی یکدیگر و نیز از سویی افزایش شکستگی‌ها و آسیب دیدگی‌های الیاف نسبت داد. همچنین عملیات حرارتی کالندر کردن به دلیل افزایش درگیری بین الیاف، ازدیاد طول نسبی منسوج را کاهش می‌دهد.

نتیجه گیری

نتایج تجزیه و تحلیل آماری انجام شده به روش تحلیل واریانس چندمتغیره نشان داد که عوامل مورد بررسی عموماً بر رفتار سوراخ شدگی استاتیکی منسوج نبافته سوزن‌زنی کالندر شده موثر هستند. با افزایش عمق نفوذ سوزن مقاومت CBR در ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. هرچند تأثیر افزایش تراکم سوزن‌زنی از روند مشخصی پیروی نمی‌کند، اما در بسیاری از موارد، کمترین تراکم بالاترین مقاومت را نتیجه می‌دهد. افزایش هر دو عامل عمق نفوذ سوزن و تراکم سوزن‌زنی، سبب کاهش ازدیاد طول نسبی منسوج می‌شود. همچنین عملیات کالندر کردن به دلیل افزایش درگیری بین الیاف، سبب افزایش مقاومت سوراخ‌شدگی استاتیکی و کاهش ازدیاد طول نسبی آن می‌شود.

پی‌نوشت:

۱-۲-۳-۴- دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه یزد

منبع:

یازدهمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران (دانشگاه گیلان)