

اثر ساختار بافت بر خواص کششی ژئوگریدهای حلقوی تار

Effect of Knit Structure on Tensile Properties of Warp Knitted Geogrids

محمد صالح احمدی^{۱*}، علی اصغر اصغریان جدی^۲

۱- یزد، دانشگاه یزد، مجتمع فنی و مهندسی، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

۲- تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی ۴۴۱۳-۱۵۸۷۵

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۵/۲۹

چکیده

ژئوگریدها دسته‌ای مهم از مواد ژئوسنتتیک را تشکیل می‌دهند که کاربردهای زیادی در طرح‌های مهندسی عمران دارند. بخشی از ژئوگریدها به وسیله فرایندهای نساجی تولید می‌شوند. این نوع از ژئوگریدها شامل یک پارچه تقویت کننده پوشش داده شده به وسیله نوعی ماده پلیمری هستند. در این پژوهش، دو ساختار رایج به عنوان پارچه خام ژئوگرید در سامانه حلقوی تار تولید شد. در این ساختارها نخ‌های تقویت کننده که از جنس پلی‌استر با نمرات زیادند، به وسیله نخ‌های متصل کننده پلی‌استری با حرکت لپینگ مشخص به بدنه پارچه متصل می‌شوند. پس از انجام عملیات پوشش دهی با نوعی رزین اکریلیکی و انجام آزمون کشش مشخص شد، در ساختاری که در آن نخ‌های تقویت کننده به وسیله نخ‌های متصل کننده محصور می‌شوند، نسبت به ساختاری که نخ‌های تقویت کننده در آن آزاد هستند، میانگین نیروی پارگی و ازدیاد طول تا پارگی بیشتر و ضریب تغییرات کمتر است. این مسئله به علت نظم و آرایش یافتگی بیشتر و در نتیجه توزیع یکنواخت تر بار کششی روی نخ‌های تقویت کننده در ساختار اول است. ساختار مزبور برای تولید ژئوگرید از نخ‌های انعطاف پذیر مانند نخ‌های پلی‌استر ساختاری مناسب تشخیص داده شد.

مقدمه

استفاده از ژئوسنتتیک‌ها به عنوان مصالحی با کاربردهای گسترده و متنوع در مهندسی ژئوتکنیک در سال‌های اخیر رشد بسیار محسوس‌تری داشته است. این مواد محصولات مسطحی هستند که از مواد پلیمری ساخته شده و به عنوان بخشی جدایی ناپذیر در طرح‌های مهندسی عمران به همراه خاک، سنگ، زمین یا سایر مصالح مرتبط با مهندسی ژئوتکنیک به کار برده می‌شوند.

ژئوسنتتیک‌ها از لحاظ ساختاری به پنج گروه کلی ژئوتکستایل‌ها (geotextiles)، ژئوگریدها (geogrids)، ژئونت‌ها (geonets)، ژئوممبرین‌ها (geomembranes) و ژئوکامپوزیت‌ها (geocomposites) دسته‌بندی می‌شوند [۱]. همچنین این مواد از لحاظ عملکرد، کاربردهای متنوعی دارند که مهم‌ترین آنها عبارت از تقویت کننده، فیلتر کردن، زهکشی، جداسازی، حفاظت در برابر سیالات و کنترل فرسایش است.

کلمات کلیدی

ژئوگرید،

پلی‌استر،

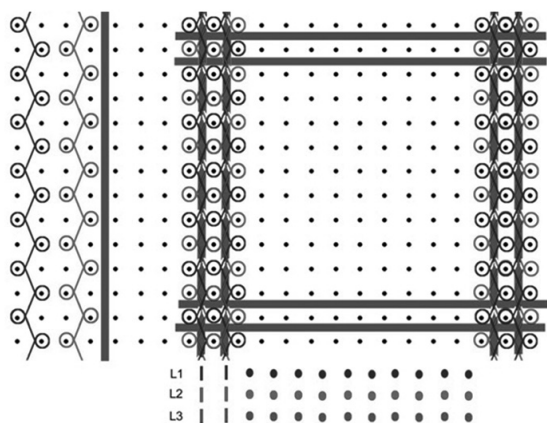
ساختار بافت،

خواص کششی،

پوشش دهی

در این دسته‌بندی، ژئوگریدها مصالح پلیمری شبکه‌ای هستند که بخش کوچکی از ژئوسنتتیک‌ها را تشکیل می‌دهند. اصلی‌ترین کاربرد ژئوگریدها به عنوان تقویت کننده است، البته جداسازی را نیز می‌توان به عنوان عملکرد ثانویه آنها برشمرد [۲].

این محصولات به شکل شبکه‌ای منظم از اجزای کششی ساخته می‌شوند و مدول کشسانی زیادی دارند. از طرفی به دلیل شبکه‌ای بودن قفل و بست مناسبی با مصالح خاکی مجاور خود ایجاد می‌کنند. ژئوگریدها در حدود سال ۱۹۶۸ به ثبت رسیدند، یعنی زمانی که ژاپنی‌ها پی‌بردند، شبکه‌های پلی‌اتیلنی که از بریتانیا با نام تجاری Netlon صادر می‌شوند، می‌توانند آسیب ناشی از زلزله و بارندگی شدید را روی خاک ریزها کاهش دهند. در ابتدا از این مصالح برای مقاوم کردن نمای خاک ریزها استفاده شد. اما در پی آن مشخص شد، با امتداد دادن ژئوگریدها در کل عرض



شکل ۱- حرکت لپینگ شانه‌ها در پارچه F1.

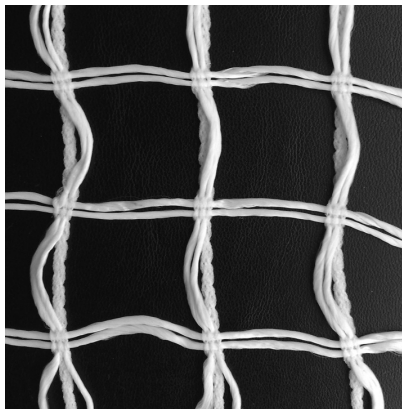
مکانیکی ژئوگریدهای حلقوی تار مشاهد شده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر طرح بافت و نیز فرایند پوشش دهی بر خواص کششی این نوع از ژئوگریدهاست.

تجربی

مواد و دستگاهها

برای بررسی اثر ساختار بافت بر خواص کششی ژئوگریدهای بافته شده در سامانه حلقوی تار، انواع مختلف این نوع ژئوگریدها در بازار ایران بررسی شدند. در این بررسی مشخص شد که می‌توان ژئوگریدهای حلقوی تار را بسته به نحوه قرار گرفتن نخ تار (نخ تار گذاری) در ساختار پارچه، به دو گروه دسته‌بندی کرد:

در دسته اول نخ تار دارای حرکت این‌لی صفر بوده و به‌طور آزاد از سمت روی فنی پارچه بیرون می‌زند و تنها در نقاط پودگذاری به پارچه متصل است. در دسته دوم نخ تار دارای حرکت این‌لی به اندازه یک فاصله سوزن است. بنابراین به وسیله حلقه‌های پشت (under lap) نخ‌های شانه جلو که بافت زنجیری دارند، درگیر می‌شود. بر این اساس، در پژوهش حاضر دو نوع پارچه با ساختارهای مزبور به عنوان پارچه خام ژئوگرید به وسیله ماشین راشل با مشخصات ذکر شده در جدول ۱ بافته شد.



شکل ۲- تصویر نمونه پارچه F1.

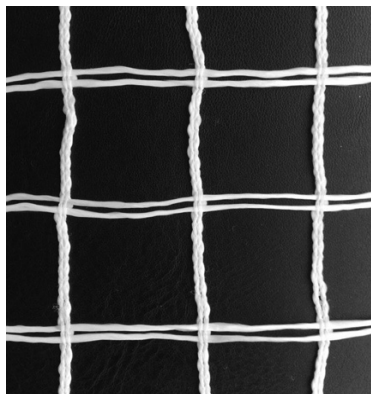
خاک‌ریز می‌توان پایداری آن را افزایش داد [۲].
ژئوگریدها را از لحاظ ساختاری می‌توان به سه گروه دسته‌بندی کرد:
- ژئوگریدهای اکستروژن شده که از کشیدن صفحه‌های پانچ شده پلیمری حاصل می‌شوند.
- ژئوگریدهای جوش خورده که حاصل از عملیات اتصال لیزری نوارهای پلیمری هستند.
- ژئوگریدهای بافته شده.
برای ساخت ژئوگریدهای اکستروژن شده، ورق‌های پلیمری از جنس پلی‌پروپیلین یا پلی‌اتیلن با چگالی زیاد تولید شده و سپس سوراخ‌هایی با فواصل روی آنها ایجاد می‌شود. در ادامه ورق‌ها در یک یا دو جهت با سرعت و دمای کنترل شده زیر کشش قرار می‌گیرند تا ژئوگرید یک یا دو محوری تولید شود [۲]. برخی از شرکت‌ها که به این روش ژئوگرید تولید می‌کنند، عبارت‌اند از Tensar و Tenax [۳، ۴]. در ژئوگریدهای جوش خورده، ابتدا نوارهای پلیمری کشیده شده و آرایش یافته در فرایندی به شکل ۹۰° روی یکدیگر قرار می‌گیرند و در نقاط تقاطع به کمک لیزر به هم متصل می‌شوند.

شرکت‌های Naue و Colbond به این روش ژئوگرید تولید می‌کنند [۵، ۶]. خواص یکی از انواع این ژئوگریدها در مرجع [۷] مطالعه شده است. ژئوگریدهای بافته شده، نسبت به انواع پیشین انعطاف‌پذیری و نیز قیمت تمام شده بیشتری دارند. در این ژئوگریدها پس از بافت، عملیات پوشش دهی با نوعی رزین پلیمری مناسب برای محافظت از ساختار پارچه در برابر آسیب‌های مکانیکی انجام می‌شود. شرکت‌های Huesker و Tencate از تولیدکنندگان معتبر این نوع ژئوگریدها به‌شمار می‌آیند [۸، ۹]. منسوج خام این نوع از ژئوگریدها را می‌توان در دو سامانه تار پودی و حلقوی تار تولید کرد. ژئوگریدهای تار پودی معمولاً به وسیله ماشین‌های بافندگی پروژکتایل یا ریپر بافته می‌شوند. چرا که تولید این نوع پارچه با عرض زیاد (حدود ۵ متر) به وسیله ماشین‌های مزبور به راحتی امکان پذیر است. در این ساختارها یکی از نخ‌های تار در هر راپورت نسبت به سایر نخ‌ها دارای بافت گاز (leno weave) است تا نخ‌های تار هر راپورت را در کنار هم قرار داده و از جداسدن آنها جلوگیری کند. روش حلقوی تار به دلیل امکان قراردادن تار و پود مستقیم و بدون موج در ساختار پارچه و همچنین سرعت زیاد تولید، به عنوان روشی توانمند و پر کاربرد در تولید منسوجات فنی شناخته می‌شود.

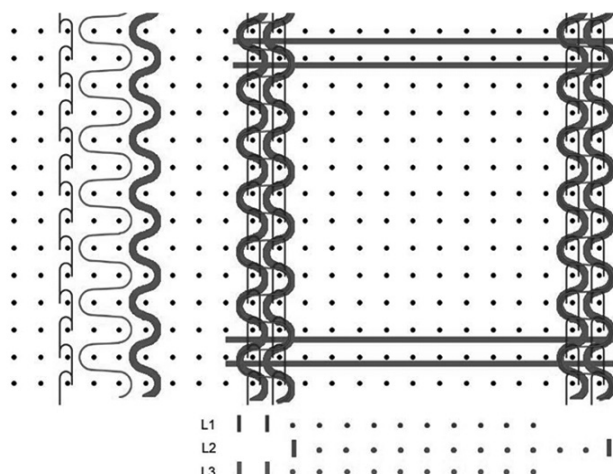
برای بافت پارچه خام ژئوگریدها در سامانه حلقوی تار از ماشین‌های راشل دو یا سه شانه مجهز به سامانه پودگذار استفاده می‌شود. در این روش از دسته‌های نخ اضافی موسوم به نخ متصل کننده (binder yarns) برای اتصال تارها و پودها به یکدیگر استفاده می‌شود. در مراجع [۱۰، ۱۱] خواص مختلف انواع ژئوگریدها از جمله تار پودی، حلقوی تار و اکستروژن شده با یکدیگر مقایسه شده‌اند. با وجود بررسی‌های گسترده انجام شده توسط مؤلفان این مقاله، کار پژوهشی در زمینه بررسی اثر ساختار بافت بر خواص

جدول ۱- مشخصات ماشین راشل استفاده شده.

مدل	تعداد شانه	عرض کاری (cm)	گیج (تعداد سوزن در اینچ)	شرکت سازنده
RML6F	۶	۱۲۰	۱۲	Karl Mayer



شکل ۴- تصویر پارچه F2.



شکل ۳- حرکت لپینگ شانه‌ها در پارچه F2.

پارچه سه‌شانه با بافت زمینه زنجیری و این‌لی (F2)

در این پارچه شانه اول که دارای حرکت زنجیری است، به شکل ۲ پر و ۱۰ خالی نخ کشی شد. شانه دوم دارای حرکت این‌لی با دو فاصله سوزن و نخ کشی ۱ پر و ۱۱ خالی است. شانه سوم که برای تارگذاری استفاده می‌شود، دارای حرکت این‌لی با یک فاصله سوزن است و به شکل ۲ پر و ۱۰ خالی نخ کشی می‌شود. شکل ۳ حرکت لپینگ شانه‌ها را در این بافت نشان می‌دهد. در این پارچه نخ تار در تمام نقاط در بین آندرلپ‌ها و اورلپ‌های نخ‌های زنجیری محصور شده و در هیچ نقطه از پارچه به شکل آزاد قرار ندارد. از نخ این‌لی شانه دوم برای کنار هم قراردادن تارها در هر راپورت استفاده می‌شود. تصویری از بافت F2 در شکل ۴ نشان داده شده است. جدول ۲ مشخصات بافت را در پارچه‌های تولیدی نشان می‌دهد.

روش‌ها

نمونه‌های بافته‌شده

برای بافت تمام نمونه‌ها از نخ پلی‌استر بافته شده ۱۵۰ دنیر به عنوان نخ متصل‌کننده در شانه‌های اول و دوم و از نخ پلی‌استر فلت ۳۰۰۰ دنیر به عنوان نخ تار در شانه سوم و نیز نخ پود استفاده شد. نخ‌های هر شانه جداگانه روی یک چله پیچیده شد و عرض بافت ۳۵ cm تنظیم شد. همچنین، پودگذاری به شکل دستی و با ترتیب ۲ پر و ۱۰ خالی انجام شد.

پارچه سه‌شانه با بافت زمینه ۱×۱ (F1)

در این پارچه شانه اول و دوم برای بافت زمینه از نخ‌های متصل‌کننده با ترتیب ۲ پر و ۱۰ خالی نخ کشی شدند. حرکت لپینگ این دو شانه، حرکت ۱×۱ است. شانه سوم برای تارگذاری به شکل ۲ پر و ۱۰ خالی نخ کشی شد. این شانه دارای حرکت لپینگ (۰-۰/۰-۰) است. حرکت لپینگ شانه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. از آنجا که در این بافت نخ تار حرکت افقی انجام نمی‌دهد، تنها در نقاط پودگذاری با نخ‌های شانه‌های اول و دوم اتصال برقرار می‌کند. در نقاط پودگذاری نخ‌های تار در بین نخ‌های پود و حلقه‌های پشت نخ‌های متصل‌کننده محصور می‌شوند. شکل ۲ تصویر پارچه بافته‌شده به این روش را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مشخصات بافت در پارچه‌های تولیدی.

رج در سانتی‌متر	نخ تار و پود	نخ متصل‌کننده	حرکت لپینگ			کد پارچه
			شانه ۳	شانه ۲	شانه ۱	
۴/۷	پلی‌استر- ۳۰۰۰ دنیر	پلی‌استر- ۱۵۰ دنیر	۰-۰/۰-۰	۱-۰/۱-۲	۱-۲/۱-۰	F1
۴/۷	پلی‌استر- ۳۰۰۰ دنیر	پلی‌استر- ۱۵۰ دنیر	۱-۱/۰-۰	۲-۲/۰-۰	۰-۱/۱-۰	F2

جدول ۳- مشخصات رزین NS-220 [۱۲].

ترکیب شیمیایی	pH	دمای Tg (°C)	مواد جامد (%)	نوع پلیمر	گرانروی (cp)	سامانه امولسیون‌کننده	چگالی (g/cm ³)
استیرن آکرلیک	۷-۸	+۵	۵۰	خودپیونددهنده ^۱	۴۰۰ - ۷۰۰	آنیونی	۱/۰۸

1- Self - cross linking

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمون کشش.

کد نمونه	میانگین نیرو تا پارگی (N)	میانگین نسبی ازدیاد طول تا پارگی (%)
G1	۴۶۸/۷۵ (۲۱/۵۱)	۲۲/۵۰ (۳۵/۲۹)
G2	۵۱۴/۲۲ (۱/۰۶)	۳۰/۶۶ (۰/۰۹)

اعداد داخل پرانتز مقادیر ضریب تغییرات را نشان می‌دهد.

به شکل دو راپورت عرضی در داخل فک Instron قرار گرفت. برای جلوگیری از لغزش پارچه‌ها و بیرون نیامدن نمونه‌ها از فک دستگاه هنگام اعمال کشش، ۳ cm از هر طرف نمونه‌ها داخل فک دستگاه قرار گرفت. تغییر در حرکت لپینگ نخ‌های متصل‌کننده، نحوه قرارگیری تارها در ساختار پارچه را متأثر می‌سازد و بر نحوه قرارگیری پود اثر چندانی ندارد. بنابراین، برای مشخص شدن این اثر، آزمون‌ها در راستای تار انجام شد. سرعت آزمون ۲۰۰ mm/min تنظیم شد. از هر نوع پارچه سه نمونه با طول کلی ۱۵ cm تحت آزمون قرار گرفت و نتایج در قالب نمودارهای مجزا به تصویر کشیده شد.

نتایج و بحث

مقادیر میانگین نتایج حاصل از آزمون کشش روی نمونه‌ها در جدول ۴ آمده است. شکل‌های ۷ و ۸ نمودارهای نیرو-ازدیاد طول نسبی را برای نمونه‌های G1 و G2 نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است، در نمونه G2 میانگین نیرو تا پارگی بیشتر از نمونه G1 است. همچنین، ضریب تغییرات نتایج آزمون در نمونه G2 نسبت به نمونه G1 به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر است. در پارچه خام F1 نخ‌های تار به جز در نقاط پودگذاری با ساختار پارچه اتصال ندارند و به‌طور آزاد در پشت فنی پارچه قرار می‌گیرند. بنابراین، هنگام پوشش‌دهی جابه‌جایی نخ‌های تار و انحراف آن‌ها از مسیر مستقیم به راحتی اتفاق می‌افتد. در نتیجه، هنگامی که ژئوگرید G1 تحت نیروی کششی قرار می‌گیرد، ممکن است تمام نخ‌های تار به‌طور یکنواخت زیر بار قرار نگرفته و برخی از آنها زودتر



شکل ۵- تصویر ژئوگرید G1.

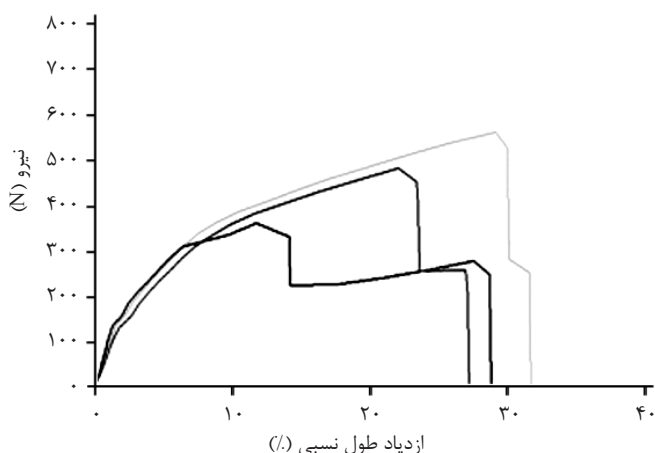
بنابراین، به کمک آمونیاک pH محیط به حدود ۸-۸/۵ رسانده شد. در ترکیب مواد پوشش‌دهی ژئوگریدها معمولاً از دوده برای افزایش مقاومت در برابر نور فرابنفش استفاده می‌شود.

از آنجا که در پارچه F1، نخ‌های تار به‌طور شل و آزاد در ساختار بافت قرار داشت، باید برای پوشش‌دهی زیر کشش قرار می‌گرفت. بدین منظور قاب‌های فلزی با ابعاد ۸×۸ cm ساخته شد. پارچه‌های خام در جهت تار با ابعاد ۱۵×۵ cm برش داده شد و زیر کشش در قاب‌ها بسته شد. سپس ماده پوشش‌دهی حاصل در ظرفی ریخته شد.

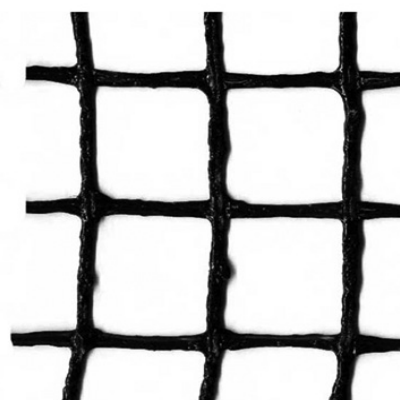
قاب‌های فلزی که پارچه‌ها در آنها بسته شده بود، در ظرف رزین قرار داده شدند. سپس برای خشک شدن به مدت ۲۴ h در هوای محیط آویزان شدند. ژئوگرید حاصل از پوشش‌دهی پارچه‌های F1 و F2 به ترتیب با نام‌های G1 و G2 کدگذاری شدند. شکل‌های ۵ و ۶ به ترتیب نمونه ژئوگریدهای G1 و G2 را پس از پوشش‌دهی نشان می‌دهند.

آزمون کشش

آزمون کشش به کمک دستگاه Instron 5566 انجام شد. از آنجا که عرض بعضی از نمونه‌ها مقداری بیش از عرض گیره Instron بودند، یکی از سه رشته طولی هر یک از نمونه‌ها جدا شد. بنابراین نمونه



شکل ۷- نمودار نیرو - ازدیاد طول نسبی نمونه G1.



شکل ۶- تصویر ژئوگرید G2.

بافت F2 ساختاری مناسب برای تولید ژئوگرید از الیاف انعطاف پذیر مانند پلی استر است. همچنین، با توجه به بررسی های انجام شده روی انواع ژئوگریدهای موجود در بازار و مطالعه روی بافت آنها مشاهده شد که تقریباً ژئوگریدهای تولید شده از الیاف شیشه که کاربردهای زیادی در تقویت روکش های آسفالتی دارند، ساختاری مشابه با ساختار F1 دارند. بنابراین به نظر می رسد، F1 ساختاری مناسب برای تولید ژئوگرید از الیاف شکننده مانند الیاف شیشه باشد. چرا که در تولید آن، برای تارگذاری نیازی به نخ کشی تارهای شیشه از شانه نوسان کننده نیست و تغذیه تار را می توان با نخ کشی آن از یک مجموعه راهنماهای ثابت تعبیه شده در پشت سوزن ها انجام داد، در نتیجه شکستگی الیاف را تا حد زیادی می توان کاهش داد. در این ژئوگریدها، رشته های شیشه انعطاف پذیری زیادی ندارند. بنابراین، آزاد بودن آنها در ساختار پارچه سبب به هم ریختگی نظم تارها و افت خواص کششی نمی شود.

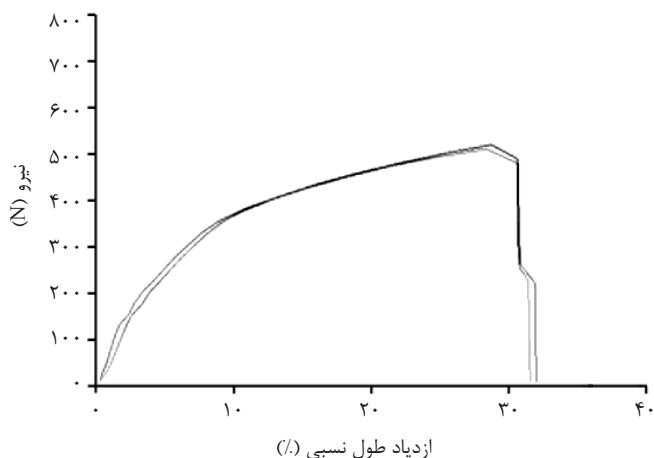
نتیجه گیری

در این پژوهش، اثر طرح بافت و فرایند پوشش دهی بر خواص کششی ژئوگریدهای حلقوی تار بررسی شد. بدین منظور، دو ساختار رایج بافت با نام های F1 و F2 به عنوان پارچه خام ژئوگرید تولید شد. در F1 نخ های تار دارای حرکت لپینگ ۰-۰/۰-۰ بوده و در تمام پارچه به جز نقاط پودگذاری آزادند. در پارچه F2 نخ های تار حرکت ۰-۰/۱-۱ دارند و در تمام پارچه در بین نخ های متصل کننده شانه اول محصورند.

پارچه های مزبور سپس در فرایند پوشش دهی با نوعی رزین آکریلیکی قرار گرفتند تا ژئوگریدهای G1 و G2 حاصل شوند. پس از انجام آزمون کشش مشخص شد، ژئوگرید G2 نسبت به ژئوگرید G1 میانگین نیروی پارگی و ازدیاد طول تا پارگی بیشتر و ضریب تغییرات کمتری دارد. این مسئله به علت نظم و آرایش یافتگی بیشتر G2 و در نتیجه توزیع یکنواخت تر بار کششی روی نخ های تقویت کننده در این ساختار است. ساختار F2 برای تولید ژئوگرید از نخ های انعطاف پذیر مانند پلی استر ساختار مناسبی تشخیص داده شد. همچنین، با توجه به بررسی های انجام شده روی ژئوگریدهای مختلف موجود در بازار به نظر می رسد، F1 ساختار مناسبی برای تولید ژئوگرید از الیاف شکننده مانند الیاف شیشه است که در آن نیازی به نخ کشی از شانه های نوسان کننده وجود ندارد.

مراجع

1. Rawal A., Shah T., and Anand S., Geotextiles: Production, properties and performance, *Text. Prog.*, 42, 181-226, 2010.
2. Koerner R.M., *Designing with Geosynthetics*, 5th ed., Prentice Hall, New Jersey, 2005.
3. TENAX TT mono-oriented geogrid, TENAX Geosynthetics., www.tenax.net/geosynthetics/products/tenax-geogrids.htm



شکل ۸- نمودار نیرو - ازدیاد طول نسبی نمونه G2.

دچار پارگی شوند. این مسئله منجر به شکست زود هنگام نمونه می شود. بنابراین، پراکندگی نتایج در این ژئوگرید زیاد است. بر عکس در نمونه G2 که از پوشش دهی پارچه خام F2 حاصل شده است، به علت محصور شدن نخ های تار در کل طول بافت به وسیله نخ های متصل کننده، ساختار پارچه منظم تر است. توزیع یکنواخت بار بین نخ های تقویت کننده در این ساختار موجب افزایش میانگین نیروی پارگی و نیز ثبات رفتاری زیاد شده است. درباره ازدیاد طول تا پارگی، همان طور که در شکل ۸ دیده می شود، نمونه G2 نسبت به نمونه G1 میانگین ازدیاد طول پارگی بیشتری دارد. در این مسئله نیز همان طور که قبلاً عنوان شد، پارگی زود هنگام برخی نمونه ها به علت توزیع نایکنواخت بار در بین نخ های تار نمونه G1 سبب افت مقدار میانگین ازدیاد طول تا پارگی شده است. البته باید توجه داشت، در نمونه G2 نخ های تار در بین نخ های زنجیری شانه اول این لی می کنند، در نتیجه کاملاً به طور مستقیم در بافت قرار نمی گیرند (شکل ۴).

این بافت رفتگی هنگام اعمال نیروی کشش سبب افزایش ازدیاد طول نمونه می شود. از آنجا که یکی از مشخصات مورد انتظار از ژئوگریدها زیاد بودن مدول اولیه برای مقاومت حداکثری در برابر کمترین تغییر شکل های اعمالی به سازه های عمرانی است، لازم است با تنظیم دقیق کشش نخ های تار و متصل کننده شرایطی را فراهم آورد که نخ های تار به طور تقریباً مستقیم در ساختار پارچه قرار گیرند.

با توجه به مشاهدات گفته شده، می توان نتیجه گرفت که ساختار

(Last visited 14 March 2013).

4. Tensar International Corporation Home Page, Tensar International, www.tensarcorp.com (Last visited 14 March 2013).
5. Naue, geotechnics with geosynthetics, NAUE GmbH and Co., www.naue.com (Last visited 14 March 2013).
6. Colbond Geosynthetics, Colbond bv., www.colbond-geosyn-

- thetics.com (Last visited 14 March 2013).
7. Elias J., Properties of the new laser welded geogrid made of extruded bars, Proceedings of the second European geosynthetics Conference (EuroGeo 2), Bologna, Italy, 2000.
 8. TenCate Geosynthetics, Royal TenCate., www.tencate.com/emea/geosynthetics (Last visited 14 March 2013).
 9. Huesker Geosynthetics, Huesker GmbH., www.huesker.com/uk (Last visited 14 March 2013).
 10. Talukdar M.K., Product development in geosynthetics, National Convention of Textile Engineers, Kolkata, 2005.
 11. Yoo H., Jeon H., and Chang Y., Evaluation of engineering properties of geogrids for soil retaining walls, *Text. Res. J.*, 80, 184-192, 2010.
 12. Simab Resin Products, Simab Resin Mfg. S.A., www.simabresin.com/products.asp (Last visited 15 March 2013).

Effect of Knit Structure on Tensile Properties of Warp Knitted Geogrids

M.S. Ahmadi^{1*} and A.A.A. Jeddi²

1. Textile Engineering Department, Faculty of Engineering, Yazd University, P.O. Box: 89195-741, Yazd, Iran
2. Textile Engineering Department, Amirkabir University of Technology, P.O. Box: 15875-4413, Tehran, Iran

Received 15 March 2013; Accepted 20 August 2013

Abstract

Geogrids are important part of geosynthetic materials and have various applications in civil engineering constructions. Some geogrids are produced by textile processing methods. These geogrids contain a reinforcement fabric coated with a polymeric substance. In this paper, two common knit structures were produced as raw fabrics for warp knitted geogrids. In these structures, high count reinforcement polyester yarns were bonded to the fabric by using polyester binder yarns with special lapping patterns. After coating with an acrylic resin and performing tensile tests on the produced geogrids, it was observed that the structure in which the reinforcing yarns were surrounded by binder yarns showed higher tensile-strength-at-break, higher elongation-at-break and lower coefficient of variation than the structure with floating yarns, due to higher structural regularity and uniform distribution of tensile loads on the coated yarns of the former structure. The new structure was found to be ideal for producing geogrids with flexible yarns.

Keywords

geogrid,
polyester,
knit structure,
tensile properties,
coating

(*) Address Correspondence to M.S. Ahmadi, Email: ms.ahmadi@yazd.ac.ir