

ژئو تکستایل و کاربرد آن در دایک مرزی هورالعظیم

بهنام صادقی

مدیریت حوزه جنوب کرخه در سازمان آب و برق خوزستان

فرشاد اسمعیل زاده

مدیر امور اجرایی طرح ساماندهی هورالعظیم در سازمان آب و برق خوزستان

علیرضا چرخاب نیا

رئیس قسمت عملیات اجرایی طرح ساماندهی هورالعظیم در سازمان آب و برق خوزستان

مهدی والی پور

کارشناس ارشد اجرایی طرح ساماندهی هورالعظیم در سازمان آب و برق خوزستان

حسن کریمی

کارشناس اجرایی طرح ساماندهی هورالعظیم در سازمان آب و برق خوزستان

چکیده:

ژئوتکستایل که بآن زمین پارچه - بافته اجرائی - پارچه ساختمانی - فیلتر پارچه ای - پارچه مصنوعی و ... گفته میشود , صفحات نفوذ پذیری هستند که از الیاف پلی استر یا پلی پروپیلن به دو صورت کلی بافته نشده Nonwoven و بافته شده Woven ساخته میشود. از این مواد به دلیل داشتن خصوصیتی مانند اجرای بسیار سریع , راحت , وزن کم , مقاومت بالا, هزینه کم , پایداری طولانی مدت ده ها ساله , تخریب کمتر طبیعت , یکنواختی در اجراء و سایر ویژگی های آن باعث شده که در اکثر کشور ها مورد استفاده بیشتری قرار گیرد. در نوع بافته نشده توده ای از الیاف با استفاده از فشار مکانیکی) سوزنی Needlepunch (به هم اتصال یافته و یا با استفاده از حرارت , چسب های شیمیایی تولید میگردد

با توجه به تعدد روشها و مصالح و مواد مختلف موجود برای تهیه ژئوتکستایل ها جای تعجب ندارد که انواع مختلفی از آن برای کاربردهای مختلف در دسترس باشد و با توجه به شرایط فیزیکی, مکانیکی , هیدرولیکی و دوام مورد نیاز, نوع مناسب آن انتخاب گردد. الیاف مصنوعی بافته شده و بافته نشده برای پروژهای سد سازی - جاده سازی - ساخت راه آهن - تونل - حفاظت سواحل دریا و رودها - زهکشی - حفاظت ژئوممبران در ساخت دریاچه های مصنوعی , استخر های ذخیره آب , لاگونهای تصفیه خانه های فاضلاب و دیگر کارهای مهندسی ژئوتکنیک کاربرد ایده آلی دارد. گونه های مختلف بافته نشده ژئوتکستایل میتوانند جانشین برتری برای

ریزدانه های زیر Rip Rap و بطور کلی نقاطی که در معرض فرسایش جذر و مد قرار دارد باشد ژئوتکستایل ها به همراه سایر ژئوسنتتیک ها از قبیل ژئوممبران ها - ژئوگرید ها - ژئونت ها و غیره مجموعه ایده آلی را ایجاد می کنند

واژه های کلیدی: ژئوتکستایل، هورالعظیم، مقاوم سازی بستر، دایک مرزی، تالاب هورالعظیم

مقدمه

پی یا بستر اجرای سازه ها ممکن است در شرایط ویژه ای تحت تأثیر نیروهای مؤثر مختلف قرار گرفته و تحت همان شرایط، نیروی مذکور استحکام پی را به مخاطره اندازد. در طول فرآیند طراحی اینگونه پی ها، باید ضریب اطمینان کافی در برابر گسیختگی توسط نیروی مربوطه را بکار برد. ضعف بسترهای مذکور ممکن است در اثر عوامل مختلف که بعنوان شرایط ویژه در این مقوله از آن یاد شده است، حادث گردیده باشد. از جمله آنها می توان به شرایط ماندابی بودن دائمی یا فصلی محل اجرای سازه، باتلاقی بودن محل، تشکیل خاک محل در دوره های اخیر زمین شناسی یا به عبارت دیگر سن کم یا جوان بودن خاک و نبود فرصت کافی جهت تشکیل باندها و پیوندهای قوی بین ذرات متشکله خاک و در نتیجه سستی بالقوه خاک و دیگر شرایط از این قبیل اشاره نمود. فرضیه های گوناگونی توسط محققین مختلف در اقصی نقاط دنیا برای تعریف بسترهای ضعیف و تخمین نیروهای وارده و محاسبات آنها و راه های مقابله با نشست پی های مختلف ارائه گردیده اند که به برخی از آنها بصورت تیتروار اشاره می گردد. با توجه به نوع بارگذاری و شرایطی که در زیر خاک محل پی وجود دارد، فرضیه های گوناگونی برای تخمین ظرفیت باربری نهایی پی ها وجود دارد که در این موارد می توان به فرضیه های ترزاقی و میرهوف اشاره نمود. ترزاقی یک فرضیه اجرایی خوب برای تعیین ظرفیت باربری نهایی یک پی سطحی سخت و ممتد که تحت نیروهای وارده از طرف یک لایه خاک همگن و عمیق قرار دارد را پیشنهاد نمود. میرهوف در سال ۱۹۵۱ فرضیه ای در خصوص ظرفیت باربری ارائه نمود که می تواند برای پی های سطحی سخت و پی های عمیق بکار رود.

به لحاظ لنگرهای خمشی و نیروهای افقی که از سازه ها منتقل می شوند، در بسیاری مواقع پی های سطحی تحت اثر بارهای مایل و یا خارج از مرکز قرار دارند. در چنین شرایطی نیز فرضیه های مختلفی برای تعیین ظرفیت باربری نهایی ارائه گردیده است. در برخی موارد خاک زیر پی همگن نبوده و تا عمق زیادی گسترش نمی یابد و سطح زمین نیز افقی نیست. وجود یک لایه سخت نیز ممکن است بر پیچیدگی موضوع بیافزاید. در این حالات نیز ظرفیت باربری پی به روشهای گوناگون و براساس فرضیات موجود تعیین میگردد. هنگام طراحی هرگونه پی، طراح باید ایمنی پی را در مقابل گسیختگی و نیز نشست بیش از اندازه، در نظر داشته باشد. در هر حالت معمولاً مشخصه هایی بعنوان میزان نشست مجاز وجود دارد که باید در نظر گرفته شود.

یک پی سطحی، بسته به نوع سازه و نوع بارگذاری، ممکن است تحت اثر بارهای دینامیکی نیز واقع شود. بارگذاری دینامیکی ممکن است شامل انواع گوناگونی باشد نظیر بارگذاری یکنواخت با سرعت های متغیر، بارزلزله، بارگذاری سیکلیک و بارگذاری گذرا، تعیین ظرفیت باربری و نشست پی های سطحی تحت اثر اینگونه بارها نیز باید مدنظر طراح قرارگیرد. در برخی موارد که سازه ارتفاع زیادی دارد، نیروهای زیر فشار یا برکنش ممکن است خطرات آفرین باشد. در طول فرآیند طراحی اینگونه پی ها باید ضریب اطمینان کافی در برابر گسیختگی توسط نیروی برکنش رانیز بکار برد. این نیرو علاوه بر سازه های مرتفع نظیر برجها یا دکلها، می تواند دیگر سازه ها را نیز با خطر مواجه سازد.

فرضیه های مختلفی برای تخمین ظرفیت برکنش نهایی پی هایی که داخل خاک رس یا ماسه قرار دارند نیز توسط محققین مختلف نظیر: "بالا"، "میرهوف و آدامز"، "سعیدی"، و "وسیچ" مطرح گردیده است. نتیجتاً با تعیین ظرفیت باربری بستر سازه و تعیین میزان نیروهای وارده از طرف سازه به بستر، می توان پی را طراحی و اجرا نمود تا از گسیختگی احتمالی که در اثر ضعف بستر ایجاد می شود اجتناب شود. منطقه هورالعظیم در فاصله ۱۲۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اهواز واقع در منطقه دشت آزادگان در استان خوزستان می باشد. وسعت هورالعظیم حدود ۳۰۰۰ کیلومتر مربع بوده که ۱۰۰۰ کیلومتر مربع از آن در کشور ایران

و ۲۰۰۰ کیلومتر مربع آن در کشور عراق می‌باشد که آب آن از رودخانه کرخه و انشعابات آن که شامل نیسان، هوفل، سابل، سعیدیه، خرابه و انشعابات کرخه نور از طرف ایران و از سمت عراق نیز از رودخانه فرات تأمین می‌گردد. طرح ساماندهی هورالعظیم با هدف کلی کنترل سطح و عمق تالاب با وسعت حدود ۱۰۰۰ کیلومتر مربع با احداث خاکریز حفاظتی در محدوده خط مرزی جهت استقرار نیروهای نظامی و آزاد کردن اراضی هورالعظیم از حالت نظامی برای سهولت دسترسی مردم به اراضی و استفاده بهینه از منابع آبی با توجه به شیب عمومی کف هورالعظیم جهت حفظ محیط زیست و حیات وحش، فراهم نمودن زمینه‌های اشتغال در بخش کشاورزی، دامپروری و پرورش آبزیان و صنایع، پس از مطالعات مربوطه، هم اکنون در حال اجرا می‌باشد.

مواد و روشها

۱- ژئوتکستایل

ژئوتکستایل معنی تحت اللفظی آن **پارچه زمین** می باشد که محصولی است ورقه‌ای شده، نفوذپذیر، پلیمری (مصنوعی یا طبیعی) نسوج گونه و بدست آمده از مشتقات نفت نظیر: پلی استر، پلی اتیلن و پلی پروپیلن و بعضی مواقع از فایبرگلاس که ممکن است شبکه‌ای بافته شده، پشم‌گونه یا کشفافی شکل (چسبیده شده) باشد و برای محل‌های تماس با خاک یا سایر مصالح ژئوتکنیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

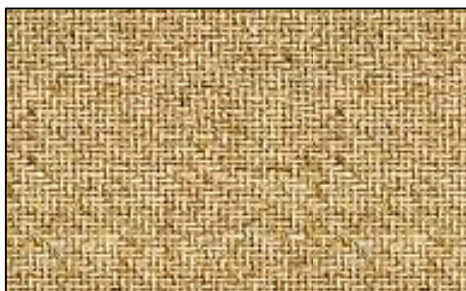
۱-۱- ژئوتکستایل‌های بافته شده

یک نوع ژئوتکستایل که از به هم بافتن (معمولاً در زوایای عمود بر هم) دو یا چند رشته نخ، نوار باریک یا اجزای دیگر ساخته می‌شوند.

رشته‌های ژئوتکستایل بافته شده در جهت عرضی، پود و در جهت طولی، تار نامیده می‌شوند. مجموع کل نخهای تار را تار و مجموع کل نخهای پود را پود می‌نامند. برای رشته‌های تار و پود از نخ‌های فیبری، ترکیبی فیلمنت، رشته‌های باریک، مونوفیلمنت یا نخهای به هم بافته شده با روشهای ترکیبی استفاده می‌شود.

۱-۲- ژئوتکستایل بافته نشده

به یک نوع ژئوتکستایل ساخته‌شده از رشته‌های فیبری یا فیلمنت یا اجزاء دیگر که به صورت جهت دار یا بدون جهت (کنترل نشده) ساخته شده و بصورت مکانیکی یا حرارتی یا با استفاده از چسب به هم اتصال شده‌اند.



(ب)



(الف)

شکل ۱- ژئوتکستایل (الف) بافته نشده، (ب) بافته شده

وظایف عمده ژئوتکستایل‌ها عبارتند از:

- ۱- فیلتر نمودن: در صورتی که یک لایه ژئوتکستایل نفوذپذیر بین دولایه خاک دانه‌ای درشت و ریز قرار داده شده، زهکشی به راحتی از لایه ریز به لایه درشت انجام شده و از نفوذ دانه‌های ریز به لایه درشت جلوگیری می‌شود.
- ۲- زهکش نمودن: آب زیرزمینی در روی ژئوتکستایل به خوبی جریان پیدا کرده و می‌تواند به سمت نقاط خروجی هدایت شود.
- ۳- جداسازی لایه‌ها: با استفاده از ژئوتکستایل می‌توان لایه‌های مختلف خاک را از هم جدا کرد. به عنوان مثال در احداث شاهراهها، بستر رسی را می‌توان به کمک ژئوتکستایل از زیراساس شنی جدا کرد.

۴- مسلح و مقاوم سازی: مقاومت کششی ژئوتکستایل باعث افزایش ظرفیت باربری زمین می شود (درفصل سوم وچهارم اشاره شده است).

۵- بسته بندی نمودن

۶- آب بندی (همراه باژئوممبراین و برای تقویت آن)

۲- خاکهای منطقه هورالعظیم (خوزستان - جنوب غرب شهرستان اهواز)

۲-۱- از نگاه علوم خاک

خاکهای این منطقه بدلیل ارتفاع کم و با اختلاف ناچیز با سطح آزاد آنها ، عمدتاً دارای شرایط ماندابی، باتلاقی و سست از لحاظ توان باربری میباشند. سطح آب زیرزمینی دائم در حال نوسان بوده و حتی به نزدیکی سطح نیز می رسد. وجود چنین شرایطی از نگاه علوم خاک پدیده گلی زیشن (*Gleyzation*) نامیده می شود. این پدیده بدین معنی است که سطح آب با بالا آمدن ، شرایط بی هوازی (احیا) و هنگام پائین رفتن، شرایط هوازی (اکسیداسیون) را در خاک ایجاد می نماید. هنگام بالا بودن سطح آب و ایجاد شرایط احیاء، آهن خاک از ظرفیت ۳ به ۲ تقلیل پیدا کرده و این تغییر شیمیایی یا احیای آهن ، رنگ خاکستری یا کبود به خاک می بخشد. در پروفیل این خاکها ، رنگ کبود یا خاکستری به وفور در لایه ها مشاهده می گردد. برعکس هنگام پائین رفتن سطح آب و ایجاد شرایط اکسیداسیون، آهن ۲ ظرفیتی به آهن ۳ ظرفیتی تبدیل شده و رنگهای قرمز، زرد و نارنجی بصورت تکه تکه هایی در خاک مشاهده میگردد. وجود چنین لکه های رنگی در پروفیل خاک، پدیده *Mottling* (ماتلینگ) نامیده می شود که عمدتاً ناشی از نوسان پیاپی سطح آب در پروفیل خاک می باشد.

مواد اولیه تشکیل دهنده این خاکها متفاوت ولی غالباً رسوبی است . معمولاً رس در سرتاسر پروفیل مشاهده میگردد ولی ممکن است در بین طبقات رسی ، لایه ای با بافت سبکتر نیز وجود داشته باشد.



شکل ۲- نمایی از خاکهای منطقه طرح ساماندهی هورالعظیم

۲-۲ - از نگاه علوم مهندسی

در اینجا به نمونه ای از آزمایش انجام شده می پردازیم:

از عمق ۴-۰ لایه خاک رس (از جنس رس قهوه ای تیره) با حد روانی و حد خمیری به ترتیب ۳۲ و ۱۴ بدست آمده و در طول تمام گمانه BH4 بافت خاک اغلب رس با خاصیت خمیری کم به رنگ قهوه ای همراه با ماسه و لای مشاهده گردیده است. آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد نیز نشان دهنده لایه حالت سست در ۱۵ سانت دوم بوده و در ۱۵ سانت سوم لایه تراکم متوسط را به ما نشان داده است

گمانه BH4 روی سازه سرریز ۱۱۰ دهانه به عمق ۳۱ متر حفاری گردیده است و لوگ گمانه به شرح ذیل می باشد:

[illegible]

منحنی دانه بندی بندی به شرح ذیل می باشد:



شکل ۷- بایر و مردابی بودن اراضی منطقه هورالعظیم

۴- مشکلات موجود در هنگام حفاری پی

الف) لایه ماسه ای:

به ضخامت ۲۵ سانتی متر در سرتاسر پی مشاهده گردید. مشکلات ریزش دیواره در این رقوم و ورود آب زیرزمینی به درون پی در پیش رو بود.

ب) آب زیرزمینی

سطح آب زیرزمینی با ایجاد گمانه و قبل از شروع پی کنی بصورت مشترک مابین پیمانکار و مشاور اندازه گیری گردید. بدین ترتیب به میزان حدود ۲/۵ متر آب، پتانسیل سنگینی بر روی پی ایجاد نموده خصوصاً خروج آب از لایه ماسه ای در رقوم فوق را ایجاد نمود. ایجاد دیچ سراسری اطراف پی و هدایت آب پی به چاله پمپ که در گوشه ای از پی احداث گردید باعث کاهش سطح آب و امکان ادامه پی کنی گردید. با توجه به وجود یک لایه ۴۰ سانتی متری شفته سیمان (Soil cement) در رقوم کف در نقشه های موجود، که دلیل آنهم سستی خاک منطقه وعدم وجود پایداری مناسب پی مطابق توضیحات گذشته بوده، عملیات اجرایی بلافاصله پس از پی کنی انجام گردید. مشخصات شفته سیمان، ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در یک مترمکعب شفته می باشد که پس از تخلیه در محل می بایست تا ۹۵٪ (تحت آزمایش پروکتور) متراکم می گردید. اجرای لایه های ژئوتکستایل پس از شفته بصورت کامل و به شرح ذیل و در مجموع ۶ لایه ژئوتکستایل پس از شفته و مابین لایه های خاک ریزی ۴۰ سانتیمتری (۲ لایه ۲۰ سانتیمتری) اجرا گردید. اجرای لایه های ژئوتکستایل بصورت عرضی و بارعایت اورلب (همپوشانی) ۵۰ سانتی متر بر روی یکدیگر انجام یافت اورلب هاتماما در یک جهت و در مسیر خاکریزی انجام گرفت تا از بلند شدن آنها حتی المقدور جلوگیری شود. میخهای فولادی (انکر) بفواصل ۱۰ متری لایه های ژئوتکستایل را بر روی یکدیگر تا زمان خاکریزی حفظ نمود. پس از خاکریزی بر روی لایه های ژئوتکستایل (که بدلیل نیاز به درگیر شدن خاک و تاروپود ژئوتکستایل از خاک با حداقل ۳۰ درصد ماسه استفاده گردید)، و انجام تست پروکتور بامیزان تراکم درخواستی ۹۵ درصد، و حصول اطمینان از تراکم بدست آمده، لایه دوم خاکریز اجرا گردید. بین هر دو لایه خاکریز ۲۰ سانتیمتری اجرا گردید، قبل از اجرای لایه ژئوتکستایل بعدی، اضافه لایه ژئوتکستایل که از خاکریز بیرون مانده بود بر روی لایه ۴۰ سانتیمتری برگردانده و میخکوبی گردید. بدین ترتیب پی سازه با شفته سیمان تقویت و توسط لایه های ژئوتکستایل مسلح گردید و بستر اجرای سازه بدین نحو آماده گردید.

۵- اجرای سازه:

پس از اجرای بتن مگر، آرماتوربندی و قالب بندی کف انجام و پس از اجرای کف، دیوارودال یکپارچه بتن ریزی گردید. ابعاد دهانه های سازه ۱،۵×۳ متر طراحی و اجرا گردید. در قسمت ورودی و خروجی سازه، بدلیل جلوگیری از آب شستگی، سنگ چینی در دستور کار پروژه قرار گرفت.



شکل ۹- محل اتصال ژئوتکستایل بافته شده



شکل ۸- اجرای ژئوتکستایل بافته نشده در محل سازه سرریز



شکل ۱۱- پخش و خاکریزی روی لایه های ژئوتکستایل بافته شده



شکل ۱۰- همپوشانی لایه های ژئوتکستایل بافته شده

نتایج و بحث

با توجه به موضوعات مطرح شده در این مقاله به اثرات مثبت استفاده از محصولات ژئوسنتتیک خصوصا ژئوتکستایل ها بمنظور تسلیخ خاک و تقویت بستر سازه ها پی می بریم. تفکر استفاده از محصولات فوق و تقویت آن جهت رواج استفاده از آن بعنوان بهترین گزینه برای تقویت بستر و پی سازه ها ، علاوه بر دلایل فنی ، مستلزم این است که موضوع در کارگاه مهندسی ارزش مورد بحث و بررسی بیشتر واقع شود. هم اکنون با یک نگاه کلی و جامع به نظر می رسد استفاده از ژئوتکستایل ها در بین لایه های خاک در مقایسه با روشهای سنتی تعویض بستر با مصالح رودخانه ای و سیمان وغیره ، روشی اقتصادی است چرا که در این روش از خاک محل استفاده می گردد و اینکه استفاده از سیمان پرهزینه و مصالح رودخانه ای با فواصل حمل عمدتا بسیار بالا تقویت بستر پر هزینه تر می نماید لیکن توجه به این نکته ضروری است که صرفه اقتصادی حاصل از مصرف ژئوتکستایل هنگامی بدست می آید که این محصول با قیمت مناسب در اختیار باشد. گرچه حرکت های محدود و جدیدی در راستای تولید برخی از انواع ژئوسنتتیک ها در داخل کشور ، مانند برخی از انواع ژئوگریدها ، صورت پذیرفته است اما هنوز راه طولانی تا رسیدن به سطح جهانی تولید و استفاده از این محصولات پیش رو داریم. با توجه به پتانسیل بالای کشور در تامین مواد اولیه این محصولات در پتروشیمی بندر امام ومنطقه ویژه اقتصادی پارس در عسلویه ونیاز به استفاده از آنها در پروژه های مختلف عمرانی ، کشاورزی ، صنعتی ومعدنی ، شایسته است که محصولات ژئوسنتتیک بصورت گسترده تر معرفی وتولید آنها در اولویت قرار گیرد.

با تفکری عمیق در این عبارت که "برای تشکیل ۱۰ سانتیمتر خاک از سنگ ، ۱۰۰ هزار سال زمان نیاز می باشد " در می یابیم که استفاده بجا وصحیح از منابع تا چه میزان اهمیت داشته وتا چه حد می تواند آینده فرزندانمان بر روی این کره خاکی را تضمین نماید.

پیشنهادهات

- ۱- اولویت قراردادن محصولات ژئوسنتتیک با توجه به پتانسیل تولید محصولات در پتروشیمی بندر امام و منطقه ویژه اقتصادی پارس عسلویه و قیمت گزاف واردات آن در شرایط فعلی.
- ۲- بازاریابی مصرف محصولات ژئوسنتتیک شرایط مناسبی راجهت اشتغال زدایی فراهم می سازد.
- ۳- مقاومت کششی ژئوتکستایل باعث افزایش ظرفیت باربری زمین می شود ، در نتیجه از هزینه های طرح جهت مقاوم سازی زمین کاسته می گردد

تقدیر و تشکر

باتشکر از دفتر تحقیقات طرح و توسعه شبکه های آبیاری و زهکشی

مراجع

- ۱- کاربرد ژئوسنتتیک در مهندسی عمران در حال تألیف آقایان مهندس منصوری کیا و اکبر یاری وند.
- ۲- پیدایش خاک دکتر محمدبای بوردی- انتشارات دانشگاه تهران
- ۳- اصول مهندسی ژئوتکنیک – جلد دوم مهندسی و ترجمه شاپور طاحونی
- ۴- کاتالوگها و آئین نامه اجرای مصالح ژئوتکستایل

5- shallow foundations bearing capacity and settlement by brajam.das.