



خاکسازه‌پندا



خاک مسلح

SOIL REINFORCEMENT

Earthworks and Foundations

مقدمه

گستردگی انواع خاک با مشخصه های فیزیکی و مکانیکی مختلف سبب شده است که طراحان در خاک های سست و مسئله دار با کمبود ظرفیت باربری، میزان نشست بالا و دیگر مشکلات طراحی مواجه گردند. در چنین موقعی با انواع روش های مختلف بهسازی و تسليح خاک مشخصات مقاومتی خاک ارتقاء می یابد. با توجه به توان کششی قابل چشم پوشی خاک، جهت تسليح از المان های با جنس های مختلف فلزی، پلیمری و ... استفاده می شود. بهره مندی از مصالح نوین نظیر ژئوسنتیک ها در تسليح خاک سبب ارتقاء کیفی، کاهش زمان اجرا و هزینه ها در پروژه های مهم و زیربنایی شده است. شرکت خاک سیال سازه سپنتا با داشتن کادری مهندسی ارتقا دارد در تمامی مراحل طراحی، تامین مصالح، اجراء، کنترل کیفیت و پایش به کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران خدمات لازمه را ارائه نماید. تسليح خاک به وسیله ژئوسنتیک ها در سازه های خاکی نظیر دیوار و شیب خاک مسلح، بستر فونداسیون، کنترل فرسایش شیب، موج شکن ها، بهسازی راه و راه آهن و ... مورد استفاده قرار می گیرد.

عملکرد ژئوسنتیک ها

فیلتراسیون

تسليح

وجود اختلاف گرادیان هیدرولیکی در بسیاری مواقع باعث جابجایی مصالح خاکی خصوصاً ریزدانه ها می گردد که این مشکل را می توان با استفاده از یک لایه فیلتر برطرف نمود. در طراحی فیلترها دو عامل مقاومت مکانیکی و کارایی هیدرولیکی فیلتر که تابع جنس و اندازه چشممه های آن می باشد باید کنترل گردد.

ژئوسنتیک ها با جذب نیتروی کششی و کاهش جابجایی در بین لایه های خاک سبب ارتقاء مشخصات مکانیکی خاک می گردد. ژئوگرد، ژئوتکستیل و برخی ژئوکامپوزیت ها از جمله مصالحی هستند که جهت تسليح در دیوارهای خاک مسلح، شیب ها، بهسازی بستر و راه و راه آهن مورد استفاده قرار می گیرند.

محافظت

کنترل فرسایش

بسیاری از سازه هایی که با خاک تماس مستقیم دارند دارای پوشش کنترل کننده تراوش نظیر ژئوممبران ها بوده که نیاز به محافظت دارند. بدون پوشش محافظتی امکان آسیب های مکانیکی در زمان ساخت و بهره برداری به شدت افزایش می یابد.

هوازدگی و فرسایش خاک از جمله عوامل مخرب در ساخت و سازه های عمرانی می باشد که سبب اختلال در عملکرد سیستم های سازه ای می گردد. محصولات ژئوسنتیکی که با عملکرد کنترل فرسایش تولید شده اند، برای رفع این مشکل می توانند بسیار مفید واقع شوند.

جداسازی

زهکشی

وجود خاک های مختلف با مشخصات مهندسی و مقاومتی در کنار هم بدون هیچ گونه لایه جداساز، سبب اختلاط خاک در این محدوده و تغییر مشخصات خاک می گردد به همین منظور جهت عدم اختلاط مصالح خاکی در طراحی سازه های ژئوتکنیکی (نظیر راه و راه آهن، جلوگیری از آلودگی بالاست، بهسازی بستر و سازه های زیست محیطی و هیدرولیکی) می توان از مصالح نوین ژئوسنتیکی بهره برده شود.

کنترل و مدیریت آب قبل از احداث سازه های عمرانی نقش بسیار تعیین کننده ای در عملکرد آنها دارد. عدم کنترل و مدیریت آب در سازه ها باعث رخداد پدیده هایی همچون رانش زمین، خرابی راه و راه آهن، ناپایداری سازه های ژئوتکنیکی و ... می شود که ژئوسنتیک ها می توانند نقش تعیین کننده ای ایفا نمایند.

آب بندی

از دیگر عملکردهای مهم ژئوسنتیک ها آب بندی می باشد که محصولات تولید شده در این خصوص با ایجاد لایه غشائی سد کننده آب به عنوان یکی از عوامل اساسی طراحی در ساخت و سازه های مختلف ژئوتکنیکی، محیط زیست، هیدرولیک شمرده می شوند.

أنواع مصالح تسلیح

أنواع مصالح تسلیح بر اساس هندسه، جنس مصالح و نحوه عملکرد تقسیم بندی می‌شود. به لحاظ هندسی انواع مصالح به زیر بخش‌های نواری، میله‌ای، مش، صفحه‌ای و انکر و به لحاظ جنس به دو گروه کلی منعطف (پلیمری) و غیرمنعطف (فلزی) تقسیم می‌گردد. در خصوص عملکرد تسلیح با توجه به هندسه و جنس مصالح به انواع عملکردهای محوری، غشایی و فیلتر تقسیم می‌گردد. از انواع مصالح تسلیح ژئوتکنیکی می‌توان به ژئوتکستایل، ژئوگرید، ژئوسل، ژئوکامپوزیت‌ها و ... اشاره نمود.

● ژئوتکستایل



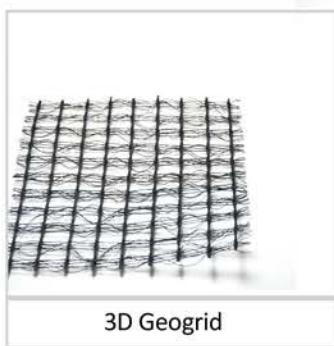
Geotextile Nowoven



Geotextile Woven

ژئوتکستایل‌ها در دو نوع نابافته و بافته تولید می‌شود. ژئوتکستایل نابافته محصولی نفوذپذیر از تار و پودهای پلی‌استر یا پلی‌پروپیلن که به روش پانچ سوزنی، حرارتی یا رزینی به یکدیگر متصل می‌شود. ژئوتکستایل‌های نابافته جهت فیلتراسیون، جداسازی و محافظت مورد استفاده قرار می‌گیرند. ژئوتکستایل بافته یک منسوج با ساختار مسطح منظم که با روش بافت تار و پود عمود بر هم تولید می‌شوند. بر اساس نحوه تولید و جنس تار و پودهای این محصولات دارای خواص مکانیک بالا می‌باشند که اغلب در تسلیح خاک و جداسازی جهت ارتقاء مشخصه‌ای مقاومتی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

● ژئوگریدها



3D Geogrid



2D Geogrid

محصولات پلیمری به صورت شبکه‌ای از جنس پلیمر با روکش هستند که با مشخصه کرنش‌پذیری پایین و مقاومت کششی بالا تولید می‌شوند. ژئوگریدها به صورت تک سویه (مقاومت کششی بیشتر در یک جهت)، دو سویه مقاومت کششی یکسان در دو جهت) و سه بعدی (دارای المان خارج از سطح) شبکه تولید می‌شوند که هر یک از این محصولات در سازه‌های ژئوتکنیکی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. ژئوگریدها از پرکاربردترین محصولات در تسلیح خاک می‌باشند.

● ژئوکامپوزیت



Geocomposite



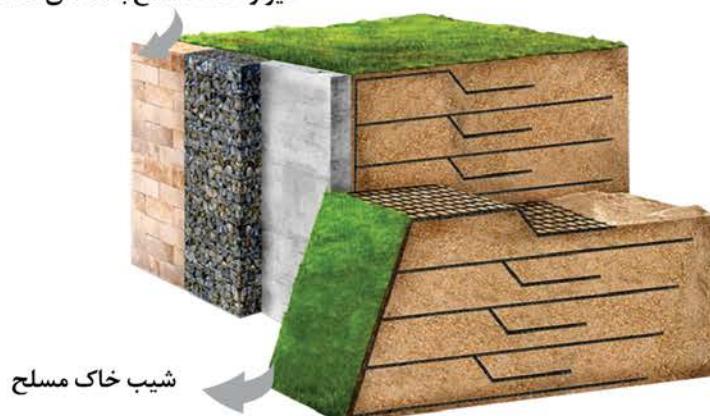
Geocomposite

از ترکیب دو یا چند نوع از محصولات ژئوسنتتیک، ژئوکامپوزیت‌ها تولید می‌شود. از جمله ژئوکامپوزیت‌های تولید شده در جهت تسلیح و بهسازی می‌توان به ژئوگریدهای آسفالتی (ترکیب ژئوتکستایل و ژئوگرید)، زهکش‌های قائم ژئوسنتتیکی PVD (ژئوتکستایل و هسته پلیمری) و لایه‌های نفوذ ناپذیر (ژئومبران و ژئوتکستایل) اشاره نمود.

دیوار و شیب خاک مسلح

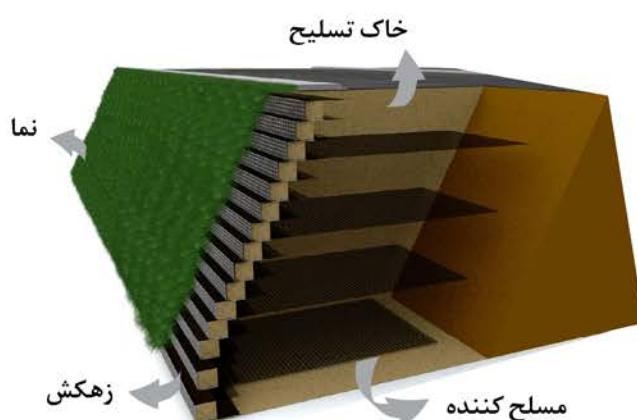
پایداری ترانشه های خاکی از گذشته به عنوان یکی از دغدغه های مهم مهندسین ژئوتکنیک و سازه بوده است. بر همین اساس انواع ترانشه و دیوارسازی پایدارساز نظریه دیوار سنگی، وزنی بتونی و خاک مسلح به صورت شیبدار و یا قائم طراحی و ساخته شده است. رفتار هر یک از این دیوارها در برابر مخاطرات طراح (بارهای وارد، تراز آب، نیروی جاذبه زلزله و ...) طی دهه های متواتی مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به مطالعات و موارد عملی دیواره های خاک مسلح به دلیل نحوه اجراء، اقتصادی بودن، منعطف بودن (جذب نیروی زلزله) بعنوان یکی از سازه های ژئوتکنیکی مناسب در اغلب شرایط مورد بهره برداری قرار گرفته است. بر اساس تحقیقات محققین رفتار و طراحی ترانشه پایدار شده با مصالح ژئوسنتیکی در زاویه نمای ۷۰ الی ۹۰ درجه بعنوان سیستم دیوار خاک مسلح و کمتر از ۷۰ درجه به عنوان سیستم شیب خاک مسلح متفاوت می باشد.

دیوار خاک مسلح با نماهای مختلف



اجزاء کلی سیستم دیوار و شیب خاک مسلح

اجزاء کلی سیستم دیوار و شیب خاک مسلح به بخش های مختلف نما، مسلح کننده خاک تسلیح و المان های سیستم زهکشی تقسیم می گردد. نما وظیفه نگهداری خاک محدود پشت نما، زیبایی و همچنین پیوستگی نیرو را بر عهده دارد. مسلح کننده به وسیله دوخت دو ناحیه فعال و غیرفعال خاک به یکدیگر سبب افزایش مقاومت کششی و پایداری دیواره یا شیب می گردد. رفتار این مسلح کننده ها وابسته به نوع خاک محدوده خود می باشد که این نوع خاک باید بر اساس استانداردهای معترض نظری FHWA, AASHTO تعیین گردد. به دلیل طراحی این نوع از دیوارها در حالت زهکشی شده لازم است که المان های زهکش در این نوع از دیوارها به درستی طراحی شوند.



انواع نما در دیوار خاک مسلح

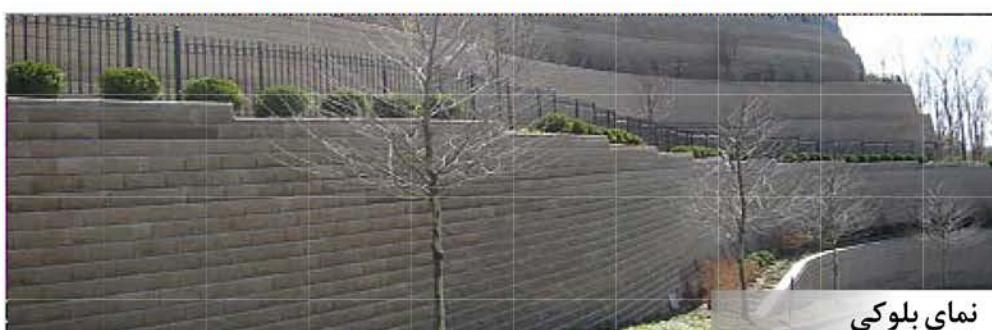
بازوجه به شرایط موجود، مخاطرات و نیازهای بهره برداری سطوح نماهای مختلفی نظیر پانل بتنی پیش ساخته، بلوک‌های صلب و گلدانی، نمای پیچانده شده (Wrap around)، مورالکس، گابیونی و بتنی پیش ساخته یا درجا در طراحی دیوارهای، خاک مسلح مورد استفاده قرار می‌گیرد. هماهنگی و همخوانی نوع نما و نوع مسلح کننده تاثیر بسیار زیادی در رفتار سیستم دیوار خاک مسلح دارد و عنوان مثال دیوارهای با نمای پانل بتنی عنوان یک نمای صلب و منطقه تسلیح شده خاک به وسیله ژئوستنتیک یک مسلح کننده می‌باشد. نحوه طراحی و اجراء اصولی این دو رفتار در کنار یکدیگر سبب بوجود آمدن یک سیستم دیوار خاک مسلح با کارایی مورد نظر می‌شود. کارشناسان شرکت خاک سیال سازه سپننا با تجربه علمی بالغ بر ۱۰ سال در طراحی و اجرای دیوارهای خاک مسلح آمده ارائه خدمات مشاوره ای، اجرایی و پایشی به دستندرکاران این صنعت بوده تا یک سیستم دیوار خاک مسلح با رفتار مناسب با شرایط موجود، مخاطرات و نیازهای بهره برداری ارائه نماید.



نمای پنل بتنی



نمای پیچانده شده



نمای بلوکی

بهسازی راه و راه آهن

با توجه به پهناوری کشور عزیzman و همچنین وجود تنوع از بسترها خاکی، احداث راه و راه آهن با پایداری لازم و یا افزایش دوره تعمیر و نگهداری خطوط ریلی از دغدغه طراحان این عرصه می‌باشد. بر همین اساس با پیشرفت صنعت، مصالح نوینی در دهه‌های اخیر تولید شده است که با توجه به لحاظ فنی و از نظر اقتصادی بسیار مقرون بصرفه بوده و سبب افزایش عمر بهره برداری از سیستم راه و راه آهن شده است. بهره مندی از ژئوگرید و ژئوتکسیل در بهسازی و افزایش میزان ظرفیت باربری راه و راه آهن، ژئوگریدهای آسفالتی جهت ارتقاء نحوه عملکرد لایه‌های توپکا و بیندر (با کاهش انعکاس ترک‌ها از لایه‌های پایین‌تر)، ژئوتکسیل‌های بهبود یافته جهت کنترل آسودگی لایه بالاست در مسیرهای ریلی و... سبب شده است که مصالح ژئوستیک به طور گسترده‌ای در این صنعت مورد استفاده قرار گیرند.





● بهسازی لایه های روئین آسفالت

از جمله کاربردهای مصالح ژئوستنیک ها سبب ارتقاء مشخصه های لایه های روئین آسفالت (توبکا و بیندر) می باشد. افزایش طول عمر آسفالت با رخداد ترک مینا و یا کاهش ترک با طول عمر بهره برداری ثابت می شود. پارامترهای مقاومتی و چسبندگی ژئوکامپوزیت های آسفالتی در طراحی لایه های روئین راه از اهمیت بسزایی برخوردار است.



● بهسازی بستر راه

افزایش ظرفیت باربری مسیر راه، کاهش نشست ها (بالا خص نشست های نامتقارن)، پایداری راه در زمان آب شستگی خاک و کاهش مخارج نگهداری راه از جمله مواردی است که همواره دغدغه بهره برداران راه می باشد. بهره مندی از مصالح ژئوستنیکی نظیر ژئوگرید و ژئوتکستیل دردهه های اخیر سبب کاهش مخاطرات بهره برداری راه شده است.

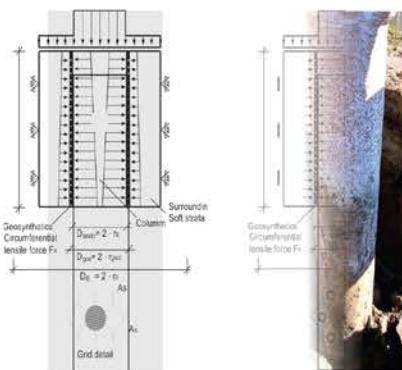


● راه آهن

آلودگی بالاست، آب شستگی مصالح خاکی و ظرفیت باربری پایین بستر راه آهن از دیرباز سبب اختلال در سازمان حمل و نقل ریلی و اعمال هزینه های هنگفت تعمیر و بهسازی راه آهن می گردید. با استفاده از مصالح ژئوستنیکی با عملکرد فیلتراسیون، جداسازی و تسلیح سبب بهره برداری دراز مدت و افزایش راندمان مسیر ریلی راه آهن می شود.

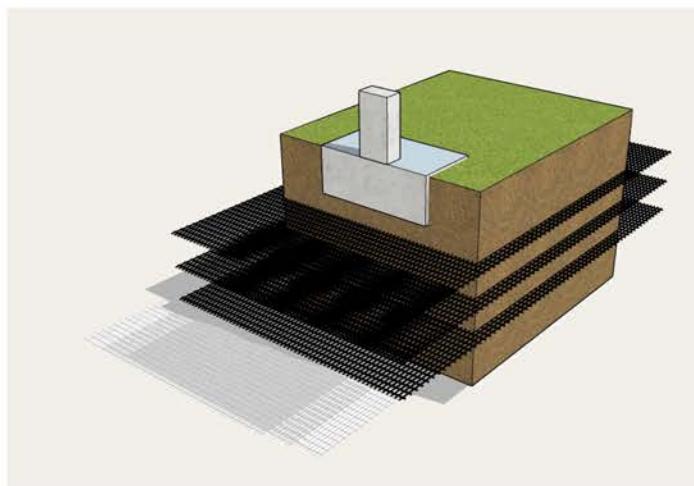
بهسازی بستر

از جمله کاربردهای مصالح ژئوستیکی (نظیر ژئوگرید، ژئوتکستایل، ژئوکامپوزیت و ...) در بهسازی عمیق، نیمه عمیق و بستر فونداسیون می‌باشد. با توجه به گستردگی انواع روش‌های مختلف بهسازی می‌توان با بهره مندی از مصالح ژئوستیک در ترکیب با دیگر روش‌های بهسازی (نظیر ستون سنگی، شمع، پیش بارگذاری) به افزایش عملکرد و کارایی بهتری دست یافت.



افزایش و پایداری خاک فوقانی روی المان‌های بهسازی عمیق (نظیر شمع) با استفاده از ژئوگرید و ژئوتکستایل با بود آمدن پدیده تاقدیس و ناویدیس

افزایش ظرفیت باربری و بهبود عملکرد بتن‌های سنتی بواسطه محصورشدنگی به هرمندی از یک لایه ژئوتکستایل به عنوان یک لایه محصورکننده مصالح ستون سنگی



بهره مندی از ژئوگرید و ژئوتکستایل در افزایش باربری لایه‌های سطحی خاک و کاهش نشت‌های نامتقارن در زیر پی‌های سطحی

افزایش جریانات زهکشی و کاهش زمان تحکیم در خاک‌های تحکیم پذیر و یا وکیوم به وسیله زهکش‌های قائم ژئوستیکی (PVD) ترکیب به روش سنتی پیش بارگذاری

کنترل فرسایش

فرسایش بر اثر سه عامل باد، آب و خاک سبب آسیب رساندن به محیط زیست می‌گردد. با توجه به پیشرفت بشر در زمینه صنعت، مصالح ژئوپلستیکی تولید شده، که امکان جلوگیری از فرسایش خاکریزهای مهندسی، کناره رودخانه‌ها سواحل، کanal‌ها و ... را فراهم نموده است. جهت کنترل فرسایش خاکریزهای غالباً از مصالح ژئوگرید سه بعدی و ژئوسل استفاده می‌شوند. ژئوگریدهای سه بعدی با داشتن تارهای عمود بر صفحه سبب درگیری بیشتر با خاک رویه شیب گشته که در زمان رویش گیاهان پایداری و زیبایی شیروانی دو چندان می‌شود. جهت کنترل فرسایش شیروانی با شیب تندتر، از ژئوسل‌ها استفاده می‌شود که با محصور نمودن خاک در یک لایه ضخیمی سبب پایداری بیشتر رویه شیب شیروانی می‌شوند.



از دیگر اثرات پیشگیرانه مصالح ژئوپلستیک در کنترل فرسایش میتوان به کاربردهای اصولی زهکشی و فیلتراسیون این مصالح در جلوگیری از رخداد زمین لغزش‌ها، آبسستگی، روانگرایی، اختلال در زهکشی و ... اشاره نمود.



هیدرولیک

گستردگی سازه‌های هیدرولیکی و وجود انواع مختلف سازه‌های هیدرولیکی سبب آن شده است که بعضاً مصالح ژئوسنتیکی مختص انواع سازه‌های هیدرولیکی تولید شود. مصالح نظیر لحاف بتی برای حفاظت و کنترل فرسایش کناره رودخانه و سواحل، ژئوتیوب‌ها جهت احداث موج شکن و پروسه آب زدایی، ژئوبگ‌ها جهت حفاظت از سواحل، فنس‌های ژئوسنتیکی جهت جلوگیری از خسارت سیلاب و رسوبگیری، موج شکن‌های نوین ژئوسنتیکی، مصالح ژئوکامپوزیت حفاظت لوله و ... جهت کاربردهای هیدرولیکی تولید و بر اساس مشخصات مصالح و مخاطرات، طراحی و اجرا می‌شوند.



فنس‌های ژئوسنتیکی جهت جلوگیری از سیلاب



ژئوبگ برای حفاظت از سواحل



ژئوتیوب جهت آبزدایی



ژئوتکستایل جهت پایداری و کنترل فرسایش
کناره رود و دریا



لحاف بتی جهت کنترل نیروی بالا زدگی
(uplift) و حفاظت لوله



ژئوتیوب جهت ساخت موج شکن

پایش سازه های خاک مسلح

عملکرد مناسب هر سازه مستلزم کنترل کیفیت مصالح آن سازه، پایش و نظارت اجرایی و دقت در عملیات نگهداری پس از ساخت آن می باشد. سازه های خاک مسلح از این امر مستثنی نبوده و عملکرد مناسب آن به طور فزاینده ای به کنترل و پایش مداوم سازه خاکی وابسته است. با پایش سازه های خاک مسلح در زمان اجراء امکان ارتقاء و بهبود نامشخص طرح و اصلاح مفروضات وجود داشته و این پایش سبب ارتقاء سطح عملکردی سازه و شناخت رفتار این نوع سازه ها می شود.



کنترل کیفی مصالح

انجام آزمایشات کنترل کیفی مصالح، پایش رفتار سازه در زمان اجرا سبب ارتقاء عملکردی سازه خاک مسلح و اقتصادی شدن طرح و کاهش هزینه های نگهداری و افزایش کارایی آن می شود. کنترل کیفی مصالح بسته به نوع مصالح و هدف کاربرد آن متفاوت می باشد که در طرح مشخصات فنی مصالح آزمایشات لازم ارائه شده است. پایش رفتار سازه های در زمان اجرا شامل کنترل جایه جایی ها، تعیین فشار و نیروی بوجود آمده در مصالح تسلیح و ... می باشد.



Address :No. 128 , Second Square
of Shahran , Tehran , Iran

Email : info@sepantagroup.org

website : www.sepantagroup.org

Telegram : http://t.me/sepantha-Gr

Instagram : @sepantha_grp

Linkedin : @sepantha-grp

