

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی
بین المللی و
ترند های جستجو



بررسی تغییر شکل پذیری دیوارهای خاکی مسلح شده با ژئوستتیک در برابر بار انفجار

سید مجتبی اصل مند^۱، مصطفی امینی مزرعه نو^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه تهران

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین

maslmand@ut.ac.ir

خلاصه

دیوارهای خاکی مسلح به دلیل مشخصات ذاتی مصالح خاکی، سازه‌های مناسبی از لحاظ قابلیت جذب انرژی می‌باشند. نتایج موفقیت آمیزی که از آزمایشات انفجار در طول سالها بدست آمده‌اند، نشان دهنده پتانسیل استفاده از دیوارهای خاکی مسلح به عنوان سازه‌های محافظ در برابر بارگذاری انفجار می‌باشد. این مقاله به مدلسازی عددی دیوار خاکی مسلح در برابر انفجار، با استفاده از یکی از رایج‌ترین ژئوستتیک‌ها به نام ژئوتکستایل می‌پردازد. تمرکز این تحقیق بر روی تغییر شکل دیوار خاکی مسلح به عنوان بارزترین عملکرد آن در برابر انفجار می‌باشد. آنالیز عددی دوبعدی توسط نرم افزار ژئوتکنیکی PLAXIS در شرایط کرنش صفحه‌ای و با استفاده از مدل رفتاری موهر کولمب انجام شده است. هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر وجود ژئوتکستایل روی تغییر شکل دیوار در برابر انفجار می‌باشد.

کلمات کلیدی: دیوار خاکی مسلح، بارگذاری انفجار، ژئوتکستایل، فاصله مقیاس شده

۱. مقدمه

در هنگام جنگ، مواد منفجره به طور وسیعی به عنوان یک سلاح نیرومند برای تخریب سازه‌ها و استحکامات نظامی و همچنین از پا در آوردن نیروی انسانی به کار می‌روند. یکی از اصلی‌ترین روشهای حفاظت جان و مال انسان‌ها در برابر نیروی مخرب ناشی از انفجار، قراردادن سازه‌های محافظ در اطراف یا جلوی اهداف موردنظر می‌باشد.

سازه‌های محافظ با مواد مختلفی ساخته می‌شوند که در میان آنها استفاده از فولاد و بتن مسلح به طور گسترده‌ای رایج می‌باشد. سازه‌های خاکی مسلح نیز به دلیل قابلیت تحمل تغییر شکلهای غیر یکنواخت و عدم فروپاشی در هنگام گسیختگی کاربرد زیادی یافته‌اند که از جمله آنها می‌توان به سازه‌های خاکی مسلح شده با ژئوستتیک که کارایی خود را در کاربردهای حفاظتی نشان داده‌اند، اشاره کرد. این سازه‌ها به دلیل هزینه اقتصادی مناسب، سرعت اجرای بالا، نیاز به خاکبرداری کم در زیر سطح زمین و قابلیت تحمل تغییر شکل‌های غیر یکنواخت دارای مزایای زیادی در کاربردهای نظامی می‌باشند. با توجه به آن که تحقیقات قبلی در خصوص سازه‌های محافظ عموماً در مورد اجزای فولادی و بتن مسلح بوده است، اطلاعات محدودی در مورد پاسخ دینامیکی سازه‌های خاکی مسلح در برابر بار انفجار وجود دارد.

Yogendrakumar و همکاران [۸] دو روش را برای تحلیل پاسخ توده خاک تحت بارگذاری دینامیکی پیشنهاد کردند. مفاهیم اساسی این روشها در برنامه‌های اجزای محدود QUAD4B و TARA-3 گنجانده شده است [۵ و ۱]. نتایج این دو برنامه اجزای محدود (مانند شتابهای محاسبه شده و نیروی دینامیکی لایه‌های مسلح کننده) با نتایج آزمایشات میدانی گزارش شده توسط Richardson & Lee [۴] و Richardson [۵] و Richardson et al. [۶] روی دیوارهای خاکی مسلح ایزر بندی شده، مقایسه شده است. Yogendrakumar & Bathurst [۹] تحلیل

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران (ژئوتکنیک)، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین (ع)، گروه مهندسی عمران



عددی فوق را بهبود داده و یک روش کلی برای تحلیل همه جانبه پاسخ دینامیکی سازه^۱ RS در برابر بار انفجار پیشنهاد کردند. در این روش، تاریخچه فشار- زمان در مرزهای سازه هدف بوسیله یک کد دینامیکی دوبعدی گازها با نام SPLIT2D تخمین زده شده و پاسخ خاک مسلح شده بوسیله برنامه اجزای محدود غیرخطی REBSTL شبیه‌سازی می‌شود. این شبیه‌سازی بر پایه الگوریتم بکار رفته در TARA-3 بوده و برای مدل‌سازی رفتار غیرخطی خاک از مدول برشی و حجمی مماسی استفاده شده است. در این بررسی، پاسخ وجه قائم یک دیوار خاکی مسلح شده با ژئوسنتتیک و همچنین یک شیب خاکی مسلح شده مورد شناسایی قرار گرفت. در نتیجه این تحقیق، امکان کاهش تغییرشکل‌های دینامیکی و دائمی خاک تحت بارگذاری انفجار با استفاده از دیوار مسلح ژئوسنتتیکی به میزان حداکثر ۳۰ درصد بررسی گردید.

Ng [۲] عملکرد یک دیوار خاک مسلح ساخته شده با ژئوتکستایل را در یک آزمایش تمام مقیاس در برابر بار انفجار بررسی کرد. در این آزمایش مشاهده شد که به دلیل قابلیت تغییرشکل‌پذیری زیاد دیوار خاک مسلح از انتشار امواج فشاری انفجار تا حد زیادی جلوگیری می‌شود. در سال ۲۰۰۲ یک پروژه تحقیقاتی بین دانشگاه ملی سنگاپور و وزارت دفاع سنگاپور برای شناسایی عملکرد واقعی دیوارهای RS در برابر بارگذاری انفجار آغاز شد. تمرکز اصلی این تحقیق بر انفجارهای با مقیاس بزرگ در محدوده ۵ تا ۲۷ تن از مواد منفجره و هدف اصلی آن مطالعه رفتار دینامیکی دیوارهای RS و بررسی کارایی ژئوسنتتیک در تسلیح توده خاک به منظور کاهش فشار انفجار و ضربه وارده بوده است [۱۰]. این آزمایشات میدانی در سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ در صحرای وومرای استرالیا انجام شده و در طی آنها ۱۱ دیوار RS در مقیاس واقعی ساخته شده و در برابر بارگذاری انفجار قرار گرفتند. در این آزمایشات به منظور پایش وضعیت دیوارها قبل، حین و پس از انفجار، از ابزاربندی دقیقی استفاده شده و عملکرد آنها تا حدود زیادی مورد بررسی قرار گرفت.

در سال ۲۰۰۸ مدل‌سازی عددی برخی از دیوارهای مورد آزمایش در این پروژه تحقیقاتی [۱۰] انجام گردید. برای تعیین فشار هوای انفجار روی دیوار و همچنین بررسی عملکرد کلی دیوار از نرم افزار AUTODYN و برای تعیین تنشها و تغییرشکل‌های موجود آمده در دیوار از نرم افزار PLAXIS استفاده گردید. تحقیق صورت گرفته نشان داد که مقادیر واقعی تنشها و تغییرشکل‌های اندازه‌گیری شده دیوار در برابر بار انفجار با مقادیر مدل‌سازی عددی بدست آمده در PLAXIS تطابق خوبی دارند.

در حوزه مهندسی عمران، مدل‌های فیزیکی همواره هزینه بر بوده و جمع‌آوری اطلاعات نیازمند زمان زیادی می‌باشد. به علاوه آزمایشات میدانی انفجار مخرب و بسیار گران هستند. بنابراین تعداد محدودی آزمایش قابل انجام بوده و در برخی موارد سیگنال‌های دیجیتالی به دلیل شرایط نامناسب سیستم جمع‌آوری داده در حین انفجار، به سختی قابل دریافت هستند. بنابراین مدل‌سازی عددی برای شناسایی دقیق‌تر مکانیزم دیوارها تحت بارگذاری انفجار بسیار سودمند به نظر می‌رسد. در این تحقیق به مدل‌سازی عددی دیوار خاکی مسلح شده با ژئوسنتتیک در فواصل مختلف از ماده منفجره پرداخته خواهد شد. به منظور صحت‌سنجی مدل از نتایج آزمایش میدانی صورت گرفته در سال ۲۰۰۴ [۱۰] استفاده خواهد شد. اثر پارامترهای مختلف شامل فاصله مقیاس شده دیوار از محل انفجار، مدول الاستیسیته خاک، سختی محوری ژئوتکستایل و خواص اتصال بین خاک و ژئوتکستایل بر روی تغییرشکل دیوار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲. نحوه مدل‌سازی عددی

در این مطالعه مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزار اجزای محدود PLAXIS [۳] که بطور خاص برای تحلیل پایداری و تغییرشکل مسائل مهندسی ژئوتکنیک کاربرد دارد، صورت گرفته است. از مدول دینامیکی نرم افزار برای تحلیل تغییرشکل و پاسخ دینامیکی خاک در اثر بارگذاری انفجار استفاده شده است.

در این مدل‌سازی دیواری با عرض $B = 2 \text{ m}$ و ارتفاع خالص $H = 3 \text{ m}$ از روی سطح زمین به عنوان مدل پایه انتخاب شده است. به علاوه در تمامی مدل‌ها دیوار به اندازه ۰/۵ متر در داخل زمین فرو رفته است. مدل‌سازی زمین زیر دیوار بر اساس تجربه و با عرضی برابر $5B$ و ارتفاعی معادل $2H$ انجام شده و شرایط مرزی استاندارد به آن اعمال شده است. برای مش‌بندی از المانهای مثلثی ۱۵ گرهی برای تخمین دقیق‌تر جواب و در حالت کرنش صفحه‌ای استفاده شده است.

در این برنامه اضافه فشار انعکاسی انفجار به عنوان بارگذاری اصلی ناشی از اصابت موج انفجار به دیوار در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق، این فشار فقط به وجه جلوی دیوار اعمال شده و از ایجاد فشار در وجه بالا و پشت دیوار صرف‌نظر شده است. به منظور بررسی تاثیر فشار انفجار بر

¹ Reinforced Soil



روی تغییر شکل دیوار، مدلسازی برای انفجار سطحی معادل ۵۰۰۰ کیلوگرم خراج نیم کروی TNT و به ازای فواصل مختلف دیوار از مرکز انفجار (۱۵ و ۲۳ و ۳۶ متر) صورت گرفته است. مقادیر فشار انعکاسی ماکزیمم و ضربه از منحنی های شکل (۲-۱۵) آیین نامه UFC [۷] استخراج شده اند. برای بارگذاری انفجاری وجه جلوی دیوار با فرض ساده سازی نمودار فشار- زمان انفجار، از یک پالس مثلثی خطی برای فاز مثبت استفاده شده و از فاز منفی آن که معمولاً مقادیر ناچیزی در عمل دارد، صرف نظر شده است. در جدول (۱) اطلاعات لازم برای تشکیل پالس مثلثی فشار- زمان انفجار در فواصل مختلف آورده شده است.

جدول ۱- پارامترهای محاسبه شده در دو مقطع

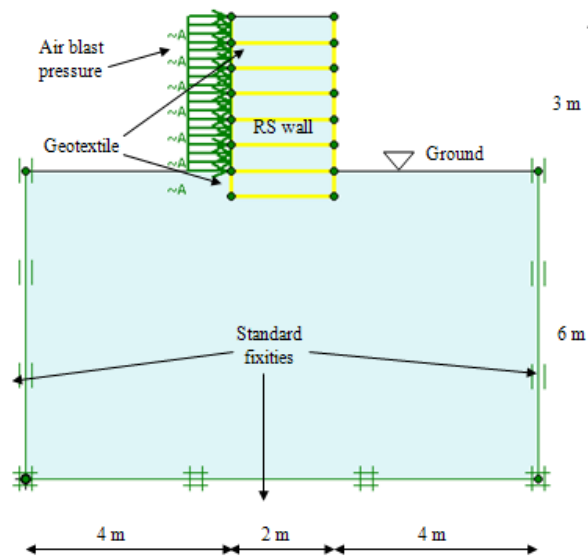
فاصله دیوار تا خراج (m)	فاصله مقیاس شده $(m/kg^{1/3})$	فشار انعکاسی حداکثر (kPa)	مدت زمان تداوم (ms)
۱۵	۰/۸۸	۹۴۷۹	۸/۶۹
۲۳	۱/۳۴	۳۷۹۲	۹/۰۶
۳۶	۲/۱۰	۹۲۳	۱۳/۲۹

مصالح خاکی به صورت الاستوپلاستیک با معیار خرابی موهر-کولمب و به صورت زهکشی شده مدل شده است. در جدول (۲) خلاصه ای از پارامترهای ورودی برای مصالح خاکی در نرم افزار ارائه شده است.

جدول ۲- خصوصیات مصالح خاکی

پارامتر	واحد	مقدار
γ_{dry}	kPa	۱۸
γ_{wet}	kPa	۱۸
E	kPa	۴۰۰۰-۸۰۰۰
ν	-	۰/۳
C	kPa	۲۰
ϕ	°	۳۵

لایه های مسلح کننده با استفاده از المانهای الاستیک خطی ژئوگرید و دارای مقاومت کششی مدل شده اند. ژئوتکستایل پایه به کار رفته در مدلسازی، یک ژئوتکستایل کامپوزیتی با مقاومت بالا بوده و بسته به ضخامت تولیدی دارای دو مقدار سختی محوری ۶۰۰ و ۱۲۰۰ کیلو نیوتن بر متر می باشد. به منظور در نظر گرفتن اثرات ژئوتکستایل، مدلسازی دیوار بدون وجود ژئوتکستایل و همچنین با وجود آن و بر اساس هر دو سختی فوق در نظر گرفته شده است. در هر دیوار، ژئوتکستایل هم به عنوان نما و هم به عنوان مسلح کننده به کار رفته است. فاصله قائم ژئوتکستایلها برابر ۵۰۰ میلی متر انتخاب شده است که بسته به ارتفاع دیوار، تعداد ردیفهای مسلح کننده نیز افزایش می یابد. در شکل (۱) مدل هندسی دیوار با ارتفاع خالص ۳ متر از روی سطح زمین و ۶ لایه مسلح کننده نشان داده شده است. اندرکنش بین ژئوتکستایل و خاک نیز به کمک ضریب اصطکاک (Rinter) موجود در نرم افزار لحاظ شده است.



شکل ۱- مدل ساخته شده از دیوار

۳. صحت سنجی مدل

نتایج اندازه گیری های صورت گرفته در آزمایش میدانی انفجار روی دیوارهای RS در سال ۲۰۰۴ [۱۰]، به منظور صحت سنجی مدل مورد استفاده قرار گرفته است. این آزمایش میدانی شامل انفجار ۵۰۰۰ کیلوگرم TNT بر روی دو نوع دیوار خاکی مسلح شده با ژئوتکستایل بوده است. مدول الاستیسیته خاک محل برابر ۲۷۰۰۰ کیلو پاسکال بوده و سایر خصوصیات مصالح خاکی دیوارها مطابق با جدول (۲) می باشد. این دیوارها دارای عرض ۲ متر، ارتفاع ۳ متر و طول ۶ متر بوده و به ترتیب در فواصل ۲۳ و ۳۶ متر از مرکز انفجار واقع شده اند. هر دیوار دارای ۶ لایه ژئوتکستایل با سختی محوری ۱۲۰۰ کیلو نیوتن بر متر می باشد.

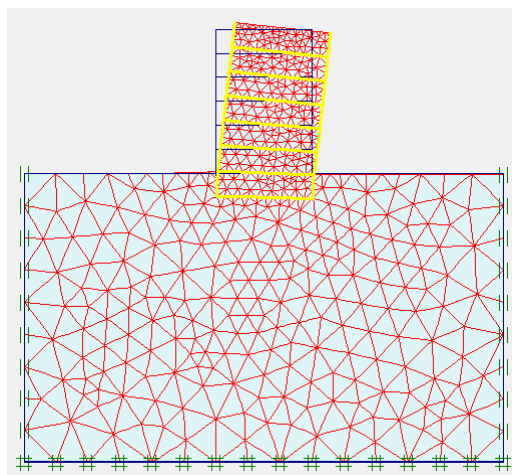
در جدول (۳) نتایج مدلسازی عددی این دو دیوار با نتایج حاصل از مدل واقعی نشان داده شده است. همانطور که دیده می شود، تطابق بسیار خوبی بین حداکثر تغییر مکان افقی بالای دیوار و همچنین کرنش فشاری ژئوتکستایل در مدلسازی عددی با واقعیت وجود دارد.

جدول ۳- مقایسه مدلسازی عددی با مدل تجربی

		حداکثر تغییر مکان افقی بالای دیوار (mm)	کرنش فشاری لایه ژئوتکستایل در ارتفاع ۱ متری (%)
دیوار در فاصله ۲۳ متری	مدل تجربی	۴۴۳	۰/۷
	مدلسازی عددی	۴۶۶	۰/۷۵
دیوار در فاصله ۳۶ متری	مدل تجربی	۱۵۰	۰/۲
	مدلسازی عددی	۱۵۸	۰/۱۸

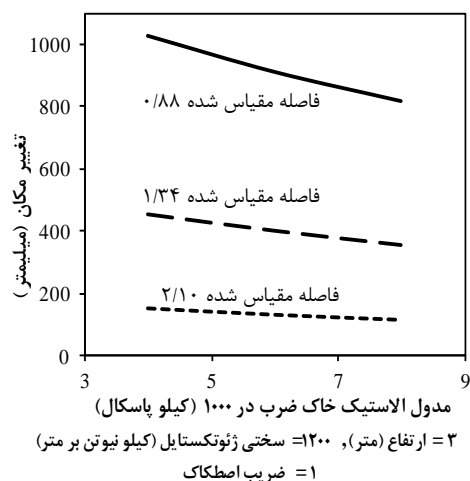
۴. نتایج تحلیل

در شکل (۲) نمونه‌ای از تغییر شکل دیوار در اثر بارگذاری دینامیکی انفجار نشان داده شده است. تغییر مکان گوشه بالایی دیوار در وجه پشت به انفجار معیار خوبی برای تشخیص میزان خرابی دیوار RS می باشد.



شکل ۲- تغییر شکل دیوار خاکی مسلح در اثر انفجار

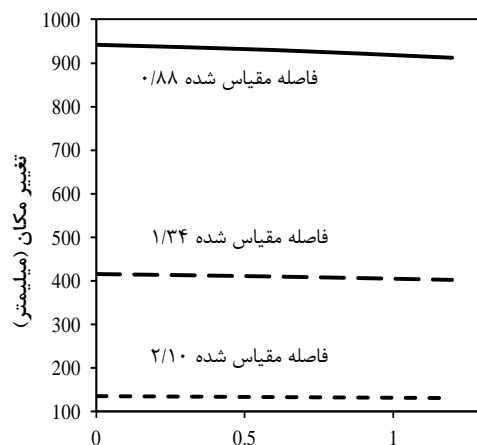
برای بررسی اثر مدول الاستیسیته خاک بر روی تغییر شکل دیوار، سه مقدار 4×10^4 ، 6×10^4 و 8×10^4 کیلو پاسکال برای این پارامتر در نظر گرفته شده است. در شکل (۳) روند تغییرات حداکثر تغییر مکان دیوار با مقادیر مختلف مدول الاستیسیته و برای فواصل مقیاس شده مختلف نشان داده شده است. در دیوار به فاصله ۱۵ متری، در اثر افزایش مدول الاستیسیته دیوار از 4×10^4 کیلو پاسکال به 8×10^4 کیلو پاسکال، میزان تغییر مکان دیوار حدود ۲۰ درصد (1030 میلی متر به 816 میلی متر) کاهش یافته است. این میزان کاهش با فاصله گرفتن از مرکز انفجار بیشتر شده به طوری که در فاصله ۳۶ متری، میزان تاثیر این پارامتر در کاهش حداکثر تغییر مکان دیوار در حدود ۲۶ درصد خواهد بود.



شکل ۳- تاثیر مدول الاستیسیته خاک روی تغییر شکل دیوار



برای بررسی تاثیر سختی محوری ژئوتکستایل بر روی تغییر شکل دیوار، مدل‌سازی در سه حالت دیوار مسلح به ژئوتکستایل با سختی محوری بسیار کم (در حدود ۵۰ کیلو نیوتن بر متر به منظور پایداری استاتیکی) و دیوارهای مسلح به ژئوتکستایل با سختی‌های محوری ۶۰۰ و ۱۲۰۰ کیلو نیوتن بر متر انجام شده است. در شکل (۴) تاثیر سختی ژئوتکستایل روی حداکثر تغییر مکان دیوار و برای فواصل مقیاس شده مختلف نشان داده شده است.

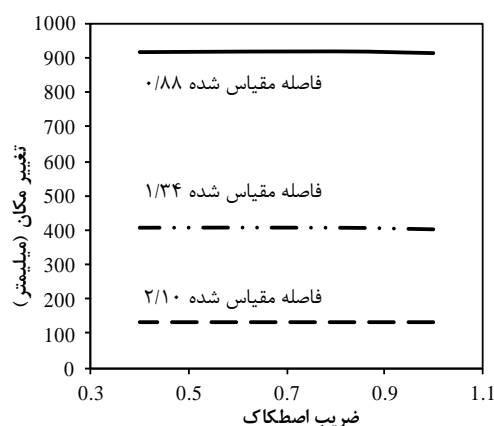


سختی ژئوتکستایل ضرب در ۱۰۰۰ (کیلو نیوتن بر متر)
۳ = ارتفاع دیوار (متر) ، ۶۰۰۰۰ = مدول الاستیک خاک (کیلو پاسکال)
۱ = ضریب اصطکاک

شکل ۴- تاثیر سختی ژئوتکستایل روی تغییر شکل دیوار

با توجه به شکل فوق مشاهده می‌شود که در تمامی دیوارها اثر سختی ژئوتکستایل روی حداکثر تغییر مکان دیوار ناچیز و در حدود ۳ درصد بوده است. علت این امر می‌تواند به دلیل ایجاد کرنش کم در ژئوتکستایل در طول فاز مثبت انفجار باشد که این پدیده با آزمایشات تجربی موجود نیز تطابق دارد [۱۰].

برای بررسی تاثیر ضریب اصطکاک بین خاک و ژئوتکستایل نیز، سه مقدار ۰/۸، ۰/۴ و ۰/۱ برای این پارامتر انتخاب شده است. در شکل (۵) تاثیر ضریب اصطکاک بر روی حداکثر تغییر مکان دیوار و برای فواصل مقیاس شده مختلف نشان داده شده است.



۱۲۰۰ = سختی ژئوتکستایل (کیلو نیوتن بر متر)
۳ = ارتفاع دیوار (متر) ، ۶۰۰۰۰ = مدول الاستیک خاک (کیلو پاسکال)

شکل ۵- تاثیر ضریب اصطکاک بین خاک و ژئوتکستایل روی تغییر شکل دیوار



با توجه به شکل فوق مشاهده می‌شود که در تمامی دیوارها اثر ضریب اصطکاک روی حداکثر تغییر مکان دیوار ناچیز و در حدود ۲ درصد بوده است. با توجه شکل‌های (۴) و (۵) می‌توان استنباط نمود که هر چند وجود ژئوتکستایل برای تعادل و جلوگیری از ناپایداری‌های موضعی دیوار در حالت استاتیکی و دینامیکی ضروری بوده اما میزان سختی یا ضریب اصطکاک آن با خاک در تغییر شکل کلی دیوار در اثر بارگذاری انفجار که عمدتاً یک بارگذاری فشاری است، تاثیر قابل توجهی ندارد. زیرا ژئوتکستایل‌ها بر عکس خاک، در کشش قوی بوده و در فشار ضعیف می‌باشند. به عبارت دیگر در این گونه دیوارها ژئوتکستایل روی پایداری کلی دیوار بی‌تاثیر است.

۵. نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی تغییر شکل پذیری دیوارهای خاکی مسلح شده با ژئوستتیک در برابر بار انفجار با استفاده از مدلسازی عددی در نرم افزار PLAXIS پرداخته شد. برای بارگذاری انفجاری وجه جلوی دیوار با فرض ساده‌سازی نمودار فشار- زمان انفجار، از یک پالس مثلثی خطی برای فاز مثبت استفاده شده و از فاز منفی آن صرف‌نظر گردید. تاثیر پارامترهای مختلف شامل فاصله از مرکز انفجار، مدول الاستیسیته خاک و مشخصات ژئوتکستایل بر روی حداکثر تغییر مکان دیوار مورد مطالعه قرار گرفت. براساس مدلسازی‌های عددی صورت گرفته مشاهده شد که مدول الاستیسیته خاک روی تغییر شکل حداکثر دیوار نقش بسزایی دارد. به طوریکه هرچه مدول الاستیسیته خاک بیشتر باشد، میزان تغییر شکل حداکثر دیوار کمتر می‌گردد. این میزان کاهش در تغییر شکل حداکثر دیوار با فاصله گرفتن از مرکز انفجار بیشتر می‌گردد. به طوریکه با فاصله گرفتن از مرکز انفجار میزان تاثیر این پارامتر نیز بیشتر می‌گردد. در مدلسازی‌های صورت گرفته تاثیر سختی محوری ژئوتکستایل و ضریب اصطکاک آن با خاک در کاهش تغییر شکل‌های دیوار در حدود ۳ درصد بوده و این به معنی ایجاد کرنش‌های کم در ژئوتکستایل در اثر بارگذاری فشاری انفجار می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که هر چند وجود ژئوتکستایل برای تعادل و جلوگیری از ناپایداری موضعی دیوار در حالت استاتیکی و دینامیکی ضروری بوده اما در تغییر شکل کلی دیوار در اثر بارگذاری انفجار که عمدتاً یک بارگذاری فشاری است، تاثیر قابل توجهی ندارد.

۶. مراجع

1. Finn, W.D. L; Yogendrakumar, M.; Yoshida, N.; and Yoshida, H. (1986), "TARA-3: A Program for Nonlinear Static and Dynamic Effective Stress Analysis," Soil Dynamics Group, University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada.
2. Ng, C.C. (2000), "Response of geosynthetics reinforced soil structure subject to blast," Master thesis, National University of Singapore.
3. Brinkgreve, R.B.J. (2002), "PLAXIS user's manual- version 8.2," Delft University of Technology and PLAXIS b.v., The Netherlands.
4. Richardson, G.N. and Lee, K.L. (1975), "Seismic design of reinforced earth walls," J. Geotech. Engng., ASCE, **101**(2), pp 167-188.
5. Richardson, G. N. (1976), "The Seismic Response of Reinforced Earth Walls," Ph.D Thesis, University of California, Los Angeles.
6. Richardson, G.N.; Feger, D.; Fong, A. and Lee, K.L. (1977), "Seismic testing of reinforced earth walls," J. Geotech. Engng., ASCE, **103**(1), pp 1-17.
7. Unified Facilities Criteria (UFC). (2008), "Structures To Resist The Effects of Accidental Explosions," (UFC 3-340-02), Department of Defense.
8. Yogendrakumar, M.; Bathurst, R. J. and Liam Finn, W. D. (1992), "Dynamic Response Analysis of Reinforced Soil Retaining Wall," Journal of Geotechnical Engineering, **118**(8), pp. 1158-1167.
9. Yogendrakumar, M. and Bathurst, R. J. (1993), "Numerical Simulation of Reinforced Soil Structures during Blast Loads," Transportation Research, Record 1336, pp 1-8.
10. Zhiwei, H. (2008), "Geosynthetic reinforced structures subject to blast load," Ph.D thesis, National University of Singapore.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو