

## ظرفیت باربری پی نواری بر روی خاک دانه‌ای مسلح شده با ژئوگرید

مقاله علمی - پژوهشی

واحد قیاسی\*، استادیار، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر، ایران

فاطمه شریفی فر، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: V.ghiasi@malayeru.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱ - پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱

صفحه ۳۱۴-۳۰۵

### چکیده

برای بهسازی، افزایش ظرفیت باربری و کاهش نشست از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. ژئوگریدها به عنوان تقویت کننده‌های مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرند. زیرا دارای مقاومت کششی بالا و قابلیت قفل شدگی قابل توجهی با محیط اطراف هستند. ژئوگریدها که گروهی دیگر از خانواده ژئوسنتتیک‌ها می‌باشند که از تزریق پلی پروپیلن و پلی اتیلن با تراکم بالا و یا بافت الیاف پلی استری بسیار سخت تشکیل شده‌اند. در این مقاله به منظور بررسی تاثیر مسلح سازی خاک دانه‌ای بر ظرفیت باربری پی نواری که به روش معیار نشست تا چهار لایه ژئوگرید مدلسازی شده است. علاوه بر بررسی مدل چند لایه، در دو مدل دیگر نیز فاصله و طول ژئوگریدها به عنوان متغیر در نظر گرفته شده است. با توجه به نمونه‌های مدل شده در نرم افزار اجزا محدود (Plaxis) و تاثیر استفاده از ژئوگرید در بهسازی خاک‌های دانه‌ای می‌توان دریافت با استفاده از چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰.۵ متر از یک دیگر می‌توان حداکثر ظرفیت باربری را بدست آورد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت افزایش طول ژئوگریدها تاثیر چندانی نسبت به افزایش فاصله در ظرفیت باربری نمی‌گذارد و همینطور افزایش فاصله ژئوگریدها باعث کمتر شدن ظرفیت باربری می‌شود. با استفاده از لایه‌های بیشتر ژئوگرید ظرفیت باربری افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: پی نواری، ژئوگرید، ظرفیت باربری، نشست

### ۱-مقدمه

چه ابتدا مسلح سازی با المان‌های فلزی مطرح گردید، اما امروزه با توجه به نگرانی موجود در خصوص خوردگی فلزات، ترجیح به استفاده از مصالح ژئوسنتتیک (نظیر ژئوگرید و ژئوسل) که مقاومت بالایی در برابر عوامل نامطلوب محیطی دارند، می‌باشد. ضعف خاک در ظرفیت باربری، کمبود خواص مکانیکی مطلوب، خاصیت تورم‌زایی و ... این مسائل و روش‌ها، ترفندهای جدیدی را نیاز داشتند که با تکامل دانش مهندسی و ظهور فناوری‌های نو در علم ژئوتکنیک به این مهم نائل آمدند. روش‌های مختلف برای بهسازی خاک با توجه به اهمیت پروژه، جنس خاک اولیه، وسعت منطقه مورد نظر جهت بهسازی، دسترسی محلی به مصالح، تجهیزات و نیروهای متخصص، فاکتورهای زیست محیطی، تجارب مهندسان، مسائل اقتصادی و زمان مجاز برای تکمیل پروژه انتخاب می‌شوند.

به دلیل استحکام کششی کمی که ساختار خاک دارد، برای بهسازی و افزایش ظرفیت باربری و کاهش نشست از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. باربری زمین به گونه‌ای تعیین می‌شود که اولاً گسیختگی برشی در خاک رخ ندهد و ثانیاً نشست ایجاد شده از نشست مجاز بیشتر نگردد. بهسازی و بهبود خواص مکانیکی خاک با استفاده از مواد و مصالحی که موجب تقویت مشخصه‌های آن می‌گردد از دیرباز مورد توجه بشر بوده است. طی تحقیقات متعددی که قیاسی و همکاران در سالهای متعدد انجام دادند، تأمین باربری مورد نیاز، بخصوص با توجه به توسعه و پیشرفت‌های صورت گرفته در زندگی بشر، یکی از چالش‌های مهندسان ژئوتکنیک است که راه کارهای مختلفی برای آن ارائه شده است. یکی از تکنیک‌های موجود جهت بهسازی خاک که موجب افزایش باربری آن می‌شود، مسلح سازی خاک با المانهای با قابلیت تحمل کشش است. اگر

ژئوگرید از جمله فاصله اولین لایه ژئوگرید، عرض و تعداد لایه‌های ژئوگرید و فاصله لایه‌های زیرین ژئوگرید از هم پرداختند. در مطالعه آنها بهینه مقدار عمق اولین لایه ژئوگرید در نسبت  $(u/B)=0,3$ ، بهینه تعداد لایه تسلیح ۶ لایه و مقدار بهینه برای نسبت  $(h/B)$  در حدود ۰,۳ به دست آمد (Mahiari and Akhli, 2014).

در مطالعات خود به انجام آزمون‌های مدل آزمایشگاهی روی پی نواری مستقر بر شیب مخلوط شده با خاکستر که به وسیله ژئوگرید مسلح شده باشد پرداختند و به افزایش ظرفیت باربری پی با قرارگیری لایه‌های ژئوگرید در خاک رسیدند (Choudhary et al, 2010).

پژوهشی درباره ی تأثیر نوع جدیدی از ژئوگرید بر ظرفیت باربری پی نواری صلب مستقر بر یک شیب ماسه‌ای انجام دادند. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر این بود مقدار بهینه‌ی عمق مدفون اولین لایه و فاصله‌ی عمودی لایه‌های تسلیح در حدود  $0,75B$  می‌باشد و تعداد لایه‌های تسلیح در حالت بهینه برابر با ۲ لایه است (Hatef and Alamshahi, 2009).

چند آزمون آزمایشگاهی جهت بررسی ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک ماسه مسلح شده با لایه‌های ژئوگرید انجام دادند و گزارش دادند عرض بهینه تسلیح در حدود ۶ برابر عرض پی و عمق می‌باشد. همچنین نسبت عمق اولین لایه‌ی تسلیح  $(u/B)$  باید کمتر از ۱ باشد. وزیر نی و توفیق (۲۰۱۶) پژوهشی درباره‌ی بررسی تأثیر پارامترهای مختلف در افزایش ظرفیت باربری پی نواری واقع بر شیروانی ماسه‌ای مسلح شده به ژئوگرید در یک سطح نشست مشخص با استفاده از نرم افزار Plaxis و به روش اجزا محدود انجام دادند. آن‌ها بهینه تعداد لایه ژئوگرید را ۴ لایه، بهینه فاصله اولین لایه ژئوگرید از زیر شالوده را  $0,2B$  و مقدار بهینه برای این نسبت  $(h/B)$  را در حدود ۰,۴ به دست آوردند.

مطالعاتی آزمایشگاهی و تحلیلی به روش اجزاء محدود درباره پی مستطیلی واقع بر خاک ماسه‌ای مسلح به ژئوگرید انجام دادند. آن‌ها بهینه‌ی نسبت  $(u/B)$  را در حدود  $25/0$  بهینه مقدار نسبت  $(z/B)$  در حدود ۰,۳، عرض بهینه لایه‌های تسلیح را ۴,۵ برابر عرض پی و بهینه تعداد لایه تسلیح را ۴ لایه به دست آوردند (Yetimoglu et al, 1994). در این مقاله ظرفیت باربری پی نواری بر روی خاک دانه‌ای مسلح شده با ژئوگرید مورد بررسی قرار می‌گیرد.

(Ghiasi and Rashno, 2022). امروزه استفاده از مواد نوین جهت بهبود ظرفیت باربری خاک کاربرد فراوانی دارد. نوعی از مصالح جدید مورد استفاده در این زمینه ژئوسنتتیک‌ها هستند. در بسیاری از مواقع راهکارهای رایج در مهندسی ژئوتکنیک برای بهبود ظرفیت و خواص خاک کارایی نداشته همچنین نیاز به استفاده از مصالحی با دسترسی آسانتر، هزینه‌ی کمتر و عملکرد بهتر می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی اثر انواع ژئوسنتتیک‌ها همچنین کاربرد و نحوه‌ی استفاده‌ی بهینه از این مواد نوین در مهندسی ژئوتکنیک در پروژه‌های مختلف از قبیل فونداسیون‌ها، استخرها، خاکریزها، کوله‌ی پل‌ها و راه‌ها می‌باشد (Ghiasi and Mostafaeifar, 2022).

در حالت کلی، در توده‌های سنگی و خاکی موجود در اعماق زمین، تنش‌هایی موسوم به تنش‌های برجا اثر می‌کند. (Ghiasi et al., 2023) عامل اصلی تنش‌های برجا، وزن طبقات بالا و فعالیت‌های تکنیکی منطقه است. واضح است که این امر یعنی اغتشاش در وضعیت تنش‌های برجا، فقط تا فاصله معینی از محور تونل ادامه دارد که این فاصله را شعاع تأثیر می‌گویند و در ماورای آن، وضعیت تنش‌ها همچنان دست نخورده باقی می‌ماند. بر همین اساس کنترل و بررسی تنش‌های القایی بسیار مهم خواهد بود (Ghiasi and Valirasti, 2021).

## ۲-پیشینه تحقیق

پژوهشی در رابطه ظرفیت باربری پی نواری سطحی مستقر بر خاک لایه‌های که لایه بالایی ماسه و لایه پایینی رس بود را در حالت مسلح شده به وسیله ژئوگرید و به صورت آزمایشگاهی انجام دادند. نتایج نشان داد عرض بهینه‌ی لایه‌های ژئوگرید برای خاک ماسه در حدود  $0,8B$  و برای خاک رس در حدود  $0,5B$  و عمق بهینه اولین لایه ژئوگرید باید در عمق  $0,3B$  تا  $0,4B$  به دست آوردند (Das et al, 1994).

پژوهشی شامل تعدادی آزمون آزمایشگاهی بر پی مدل شده نواری واقع بر نوعی خاک ماسه‌ای که به وسیله‌ی ژئوگرید مسلح شده بود انجام دادند و از نتایج آن بهینه ترین نسبت عمق تسلیح خاک زیر پی را به صورت نسبت  $opt = 2 \left(\frac{d}{B}\right)$  به دست آوردند (Shin et al, 2002). در پژوهشی با استفاده از نرم افزار Plaxis تأثیر استفاده از ژئوگرید بر افزایش ظرفیت باربری پی‌های نواری مستقر بر خاکهای ماسه‌ای را در شرایط زلزله مورد بررسی قرار دادند. آنها پس از صحت سنجی و ارزیابی صحت عملکرد نرم افزار، به بررسی پارامترهای

### معیارهای لازم جهت طراحی پی

در طراحی پی دو عامل باید به طور همزمان مد نظر قرار گرفته شوند.

خاک زیر پی‌ها باید به راحتی این امکان را داشته باشد که بار وارده را تحمل نماید بدون اینکه هیچ گونه گسیختگی برشی یا شکست در آن ایجاد گردد. در این رابطه همواره با اعمال یک ضریب اطمینان مناسب، فاصله لازم تا گسیختگی پی حفظ می‌گردد.

میزان نشست ایجاد شده در پی از حد معینی تجاوز نکند.

اغلب پی‌ها علی‌رغم جلوگیری از نشست‌های غیر یکسان، مقداری نشست نامتقارن را شاهد خواهند بود که ممکن است از دو سوم تا سه چهارم نشست کل باشد.

### ۳- معرفی ژئوگرید

ژئوگریدها که گروهی دیگر از خانواده ژئوسنتتیک‌ها می‌باشند که در یک یا چند لایه‌ای بود که از تزریق پلی پروپیلن و پلی اتیلن با تراکم بالا و یا بافت الیاف پلی استری بسیار سخت تشکیل شده‌اند. این محصولات در ضخامت، انداز و ابعاد مختلف به صورت شبکه‌های سه بعدی تولید می‌شوند. ژئوگریدها به عنوان تقویت کننده‌های مناسب مورد استفاد قرار می‌گیرند. زیرا دارای مقاومت کششی بالا و قابلیت قفل شدگی قابل توجهی با محیط اطراف هستند.

(khodaBandeLou and akbari bargoshadi,2019)

این دسته از ژئوسنتتیک‌ها معمولاً در مناطقی که خاک اشباع یا نم دار است، در بالا و پایین لایه ژئوتکتایل قرار می‌گیرند. ضخامت الیاف ژئوگرید ۵/۰ تا ۵/۱ میلی‌متر و ضخامت در محل گره ۵/۲ تا ۵ میلی‌متر است. ژئوگریدهایی که آنها برای مسلح کردن خاک استفاد می‌شود، دارای چشمه‌های مستطیلی یا بیضی با ابعاد تقریبی ۲۵ تا ۱۵۰ میلی‌متر هستند.

(Vazirinia et al,2015)

### آشنایی با برنامه Plaxis

برای بدست آوردن ظرفیت باربری نهایی پی نواری بر روی خاک ماسه‌ای مسلح از ابتدا نیاز به داشتن برنامه‌ای کامل و جامع احساس می‌شود، چرا که نتایج حاصل از برنامه اجزای محدود Plaxis و همچنین نتایج عملیات آزمایشگاهی به نوعی

با یکدیگر وابستگی داشته و تعیین تقدم انجام یکی بر دیگری بسیار مهم بود. اما در نهایت، یکنواخت تر بودن نتایج حاصل از برنامه Plaxis از یک سو و همچنین مجز بودن به ابزارهای مفیدی جهت مدلسازی جنبه‌های مختلف سازه‌های ژئوتکنیکی از سوی دیگر باعث شد تا ارجحیت را با مدل سازی عددی قرار دهیم. برنامه اجزای محدود Plaxis یکی از قوی‌ترین برنامه‌های عددی برای آنالیز بررسی رفتار و تغییر شکل و پایداری) در پروژه‌های مهندسی ژئوتکنیک می‌باشد.

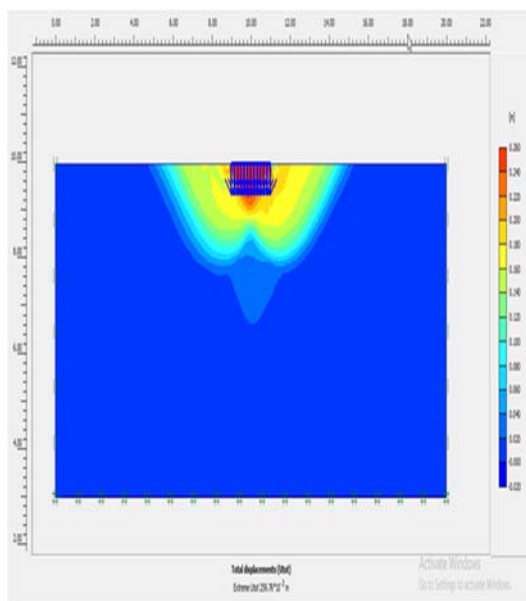
این برنامه، دارای قابلیت‌های بسیار بالا و همچنین قابل استفاده به ساده‌ترین شکل برای کاربر بوده و نسخه فعلی به جز مدل کردن در حالت سه بعدی تقریباً تمام نیازهای یک مهندس ژئوتکنیک را پاسخگو می‌باشد. در این فصل به بررسی مکانیزم تحلیل و ابزارهای مدل سازی این برنامه پرداخته می‌شود، ضمناً مدل‌های مختلف رفتاری خاک که قابل مدل سازی در نرم افزار می‌باشند معرفی می‌گردد (Behpur Gohri et al,1385).

### مدلسازی با نرم افزار

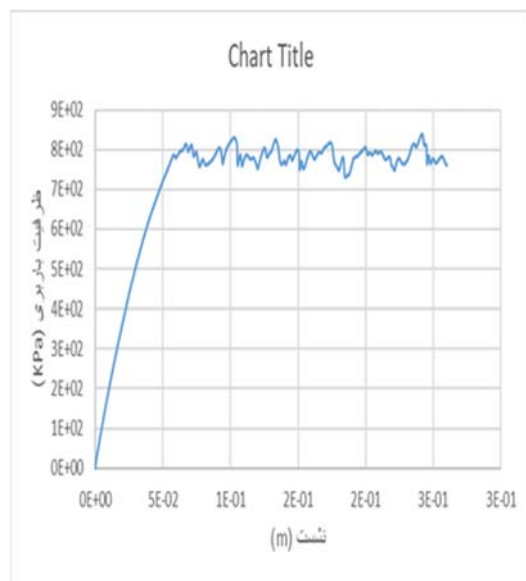
مشخصات خاک، فونداسیون و ژئوگرید در جدول شماره ۱ الی ۴ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات خاک

مصلح	پارامتر	نماد لاتین	واحد	مقدار
خاک	نوع خاک	-	-	ماسه
	مدول الاستیسته خاک	E	Kpa	۸x10 <sup>۴</sup>
	زاویه اصطکاک داخلی	$\varphi$	درجه	۳۵
	چسبندگی	C	Kpa	۰
	ضریب پواسون	$\mu$	-	۰,۳۵
	وزن مخصوص خاک	$\gamma$	KN/m <sup>2</sup>	۲۰
	زاویه اتساع	$\psi$	درجه	۶
	ضریب ایترفیس	R	-	۰,۹



شکل ۱. نشست کل در خاک ماسه‌ای غیر مسلح



شکل ۲. نمودار ظرفیت باربری نسبت به نشست در خاک غیر مسلح

جدول ۲. مشخصات پی

مصلح	پارامتر	نماد لاتین	واحد	مقدار
پی	عرض پی (متر)	$B$	$m$	۱
	ضخامت پی (متر)	$h$	$m$	۰,۵
	مدول الاستیسیته پی	$E$	$Gpa$	۲۰

جدول ۳. مشخصات ژئوگرید

مصلح	پارامتر	نماد لاتین	واحد	مقدار
ژئوگرید	سختی الاستیک ژئوگرید	$EA$	$KN/m$	۲۰۰۰
	طول ژئوگرید	$L$	$m$	۶
	جرم واحد سطح ژئوگرید	$m$	$gr/m^2$	۹۵۶
	مقاومت کششی نهایی ژئوگرید	$F_u$	$KN/m$	۳۰۰
	مقاومت کششی ژئوگرید در کرنش ۵٪	$F_{u, 5\%}$	$KN/m$	۹۸

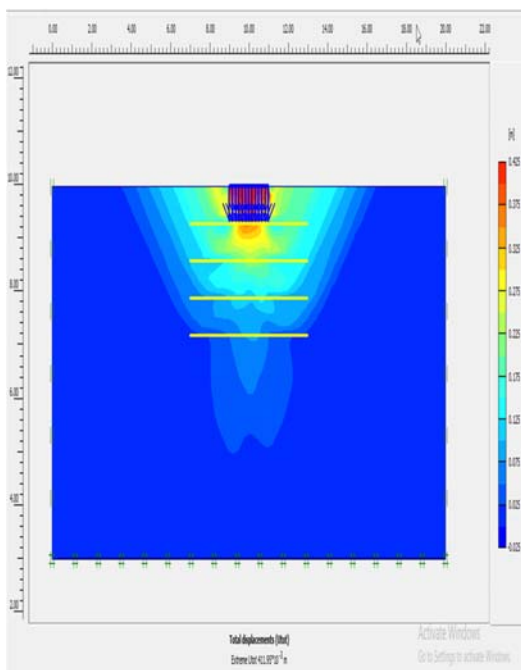
### هندسسه مدل

مدلی با ارتفاع ۷ متر و طول ۲۰ متر پی نواری از جنس بتن به عرض ۲ متر و ضخامت ۱ متر که با المان  $plate$  مدل‌سازی شده است. در این مدل‌سازی صرفاً ظرفیت باربری نمونه در نظر گرفته شده است، و یک نمونه غیر مسلح و یک نمونه مسلح با چهار لایه ژئوگرید مورد بررسی قرار گرفته است (Tabrai et al, 1379).

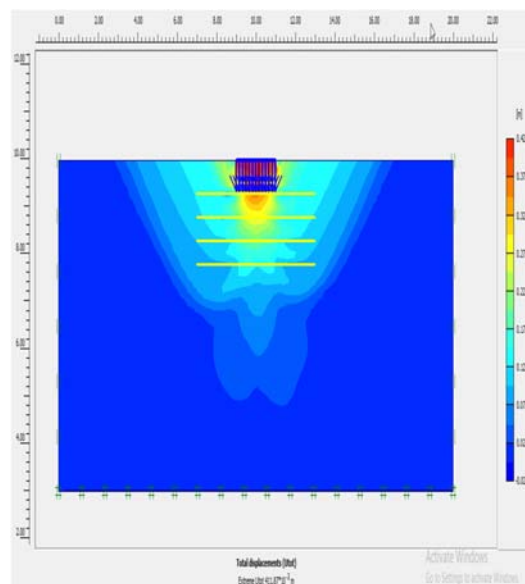
مدل شماره ۱ (شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است) غیر مسلح

مدل شماره ۲ (شکل های ۳ الی ۶ ارائه شده است)

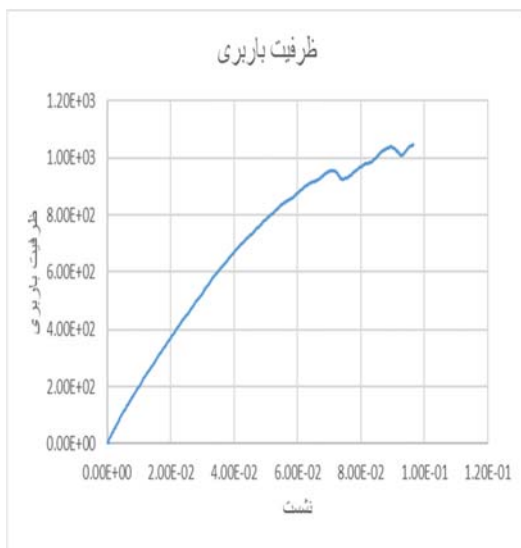
نمونه با چهار لایه ژئوگرید



شکل ۵. نشست کلی چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰,۷ متر از هم



شکل ۳. نشست کلی در خاک مسلح شده با چهار لایه ژئوگرید



شکل ۶. نمودار ظرفیت باربری نسبت به نشست در خاک مسلح شده چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰,۷ متر از هم



شکل ۴. نمودار ظرفیت باربری نسبت به نشست در خاک مسلح شده یا چهار لایه ژئوگرید

مدل شماره ۴ (شکل ۸ ارائه شده است)

چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰,۵ متر از هم و طول ۸ متر

مدل شماره ۳ (شکل ۷ ارائه شده است)

نمونه با چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰,۷ متر از هم

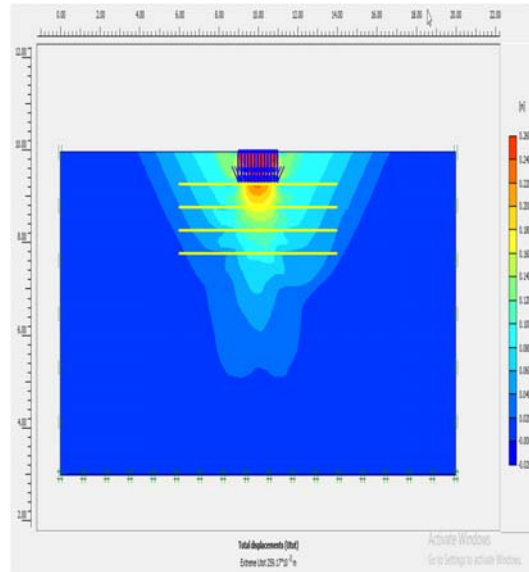
این مقاله تا چهار لایه ژئوگرید مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر بررسی مدل چند لایه، در دو مدل دیگر نیز فاصله و طول ژئوگریدها به عنوان متغیر در نظر گرفته شده است. در مدلسازی چهارلایه ژئوگرید با فاصله ۰,۷ متر از هم، مقدار حداکثر ظرفیت باربری ۱۹۷۳,۳۳ کیلوپاسکال می‌باشد و همچنین در مدلسازی چهارلایه ژئوگرید با فاصله ۰,۵ متر از هم و طول ۸ متر مقدار حداکثر ظرفیت باربری ۱۷۱۷,۰۸۳ کیلوپاسکال می‌باشد. در نتیجه این مدلسازی، بیشترین ظرفیت باربری برای مدل پنجم ۲۱۸۲,۵۳ شده است.

### ۵- نتیجه گیری

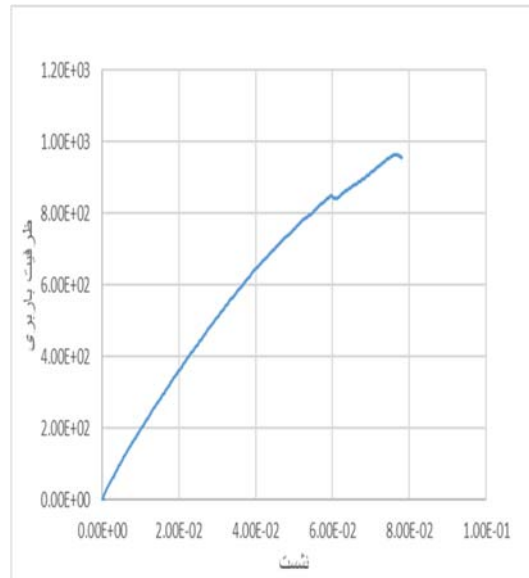
با توجه به نمونه‌های مدل شده و تاثیر استفاده از ژئوگرید در بهسازی خاکهای دانه‌ای می‌توان دریافت با استفاده از چهارلایه ژئوگرید با فاصله ۰,۵ از یک دیگر می‌توان حداکثر ظرفیت باربری را بدست آورد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت افزایش طول ژئوگریدها تاثیر چندانی نسبت به افزایش فاصله در ظرفیت باربری نمی‌گذارد و همینطور افزایش فاصله ژئوگریدها باعث کمتر شدن ظرفیت باربری می‌شود. با استفاده از لایه‌های بیشتر ژئوگرید ظرفیت باربری افزایش می‌یابد.

جدول ۴. حداکثر ظرفیت لایه‌های مدل سازی شده

شماره مدل	لایه های مدل سازی شده	حداکثر ظرفیت باربری (Kpa)
۱	غیر مسلح	۸۳۸,۴۸۷
۲	یک لایه ژئوگرید	۹۵۸,۱۲۲
۳	دولایه ژئوگرید	۱۴۹۰,۱۰۰
۴	سه لایه ژئوگرید	۱۴۴۸,۵۳۵
۵	چهار لایه ژئوگرید	۲۱۸۲,۵۳۹
۶	چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰,۷ متر از هم	۱۹۷۳,۳۳۲
۷	چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰,۵ متر از هم و طول ۸ متر	۱۷۱۷,۰۸۳



شکل ۷. نشست کلی چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰,۵ متر از هم و طول ۸ متر



شکل ۸. نمودار ظرفیت باربری نسبت به نشست در خاک مسلح شده چهار لایه ژئوگرید با فاصله ۰,۵ متر از هم و طول ۸ متر

### تحلیل مدلسازی

در این مدلسازی ظرفیت باربری به روش معیار نشست بدست آمده است که مقدار حداکثر ظرفیت باربری خاک غیر مسلح، به میزان ۸۳۸,۴۸ کیلوپاسکال به عنوان معیار در نظر گرفته شده است و در هر مدلسازی یک لایه ژئوگرید اضافه شده که در

## ۶-مراجع

- Ghiasi, V., & Sharifi far, F. (2023). Bearing capacity of strip foundation on granular soil reinforced with geogrid. *Road*.  
**doi: 10.22034/road.2023.360048.2083**
- Ghiasi, V., & Madah, S. (2024). Investigation of Increasing Shear Strength of Dispersive Clays Using Additives. *Road*, 32(121), 361-384.  
**doi: 10.22034/road.2022.324512.2023**
- Ghiasi, V., & Nazhdghorbani, A. (2024). An Overview of the Use of Fly Ash for Soil Stabilization. *Road*, 32(120), 455-488.  
**doi: 10.22034/road.2022.333556.2034**
- Ghiasi, V., & Kamalabadi Farahani, M. (2024). Feasibility Study of Soil Pollution Removal Using the Electrokinetic Method. *Road*, 32(119), 507-528. **doi: 10.22034/road.2022.323983.2018**
- Ghiasi, V., & Eskandari, S. (2024). Improvement of Alluvial Soils Using Cement Injection Method. *Road*, 32(118), 209-232.  
**doi: 10.22034/road.2022.323689.2016**
- Ghiasi, V., & Zakavi, I. (2023). Geosynthetics of Stone Columns- A Review. *Road*, 31(117), 143-170. **doi: 10.22034/road.2022.333550.2033**
- Ghiasi, V., Haghtalab Joraghani, M., & Rashno, S. (2023). An Overview of Chemical Soil Stabilization Methods. *Road*, 31(116), 151-166.  
**doi: 10.22034/road.2022.312705.1988**
- Ghiasi, V., & Dashti famili, S. (2023). A Review of the Factors That Cause Sinkholes and the Effect of Soil Type on Its Formation. *Road*, 31(114), 15-32. **doi: 10.22034/road.2022.323699.2017**
- Ghiasi, V., & Karimi, V. (2022). Optimization of the injection process in the twin tunnels of Pooneh. *Road*, 30(113), 15-32.  
**doi: 10.22034/road.2022.315124.1996**
- Ghiasi, V., & Gholami, R. (2022). Introducing new methods of lightening buildings in transportation infrastructure. *Road*, 30(112), 49-62.  
**doi: 10.22034/road.2021.279122.1944**
- Ghiasi, V., Karimi, S., & Mousapoor, E. (2022). An Overview of the Dynamic Design of Tunnels by Analytical and Numerical Methods. *Road*, 30(111), 155-168.  
**doi: 10.22034/road.2021.275129.1939**
- Ghiasi, V., & Najafi, F. (2022). Investigation of liquefiable soils improvement methods. *Road*, 30(110), 41-56.  
**doi: 10.22034/road.2023.112863**
- Ghiasi, V., & Mahmudi, A. (2021). Investigation of Seismic Design Methods of Retaining Walls. *Road*, 29(109), 57-68.  
**doi: 10.22034/road.2021.107906**
- Ghiasi, V., Fathi, R., & Shirkhani Cheshmeh Shafie, M. (2021). Evaluation on Effect of
- Alamshahi S, and Hatef N. (2009). Bearing capacity of strip footings on sand slopes reinforced with geogrid and grid-anchor. *Geotextiles and Geomembranes*. Vol. 27, 217-226.
- Behpour Gohari, M., Rouhi Mehr, A. and Vafaipour, R. (2005). Complete reference of plaxis. *Forozesh Publications*, first edition.
- Choudhary AK, Jha JN, Gill KS. (2010). Laboratory investigation of bearing capacity behavior of strip footing on reinforced flyash slope. *Geotextile and Geomembranes*. Vol. 28, 393-402.
- Das BM, Shin EC, and Omar MT. (1994). The bearing capacity of surface strip foundations on Geogrid reinforced sand and clay-a comparative study. *Geotechnical and Geological Engineering*. Vol. 12, No. 1, 1-14.
- Ghiasi, V., & Mostafaeifar, A. (2022). Assessment of the effects of geosynthetics on geotechnical soils behavior. *Road*.  
**doi: 10.22034/road.2022.323429.**
- Ghiasi, V., & Rashno, S. (2022). An overview of chemical soil stabilization methods. *Road*.  
**doi: 10.22034/road.2022.312705.1988.**
- Ghiasi, V., & Valirasti, S. (2021). A review of stress distribution in circular tunnels. *Road*, 29(107), 113-134.  
**doi: 10.22034/road.2021.211545.1879.**
- Ghiasi, V., & Tavagho Hamedani, H. (2022). A review of soil improvement with waste and recycled materials and its impact on soil parameters. *Road*.  
**doi: 10.22034/road.2022.324228.2019**
- Ghiasi, V., & Molaei Tari, P. (2022). Geotechnical design of landfills and solutions for their construction in different soils. *Road*.  
**doi: 10.22034/road.2022.324326.2020**
- Ghiasi, V., & molaei tari, P. (2023). Investigating the potential application of biochar on soil water retention properties (swrc) with different textures in geotechnical engineering structures. *Road*.  
**doi: 10.22034/road.2023.353589.2073**

- khodaBandeLou, A., akbari bargoshadi, A. (2019). The Experimental Study of the Influence of Function and Arrangement of Geogrids and Uniform Stress Distribution in the Tensile Area of the Concrete structures. *Analysis of Structure and Earthquake*, 16(4), 1-7.
- Mahiari, A., Akhli, T. (2014). The effect of geogrid on increasing the bearing capacity of strip foundations on sandy soils under earthquake conditions, *7th. National Congress of Civil Engineering*. Zahedan, University of Sistan and Baluchistan.
- Shin EC, Das BM, Lee ES, and Atalar C. (2002). Bearing capacity of strip foundation on geogrid-reinforced sand. *Geotechnical and Geological Engineering*. Vol. 20, 169-180.
- Tabrai, A. and Abrishmi, S. and Sidi Hosseininia, A., and Ganjian, N. (2017). Laboratory study of bearing capacity of circular foundation located on the surface of granular soil reinforced with geogrid. *Amirkabir Civil Engineering*, 50(5), 973-986.
- Vazirinia, M., Tawfiq, M.M. and Tawfiq, V. (2015). Investigating the effect of different parameters on increasing the bearing capacity of a strip foundation located on a geogrid-reinforced sand slope at a specific settlement level, *The Second National Conference on Civil Engineering*, architecture and urban development, Babol, Kome Alam Avran Danesh Scientific Research Institute.
- Yetimoglu T, Wu JTH, and saglamar A. (1994) Bearing Capacity of Rectangular Footings on Geogride-Reinforced sand, *Jour of Geotech Engineering*. ASCE, Vol. 120, No. 12, 2083-2099.
- Modulus of Elasticity, Shear Modulus, Damping Ratio and Shear Wave Velocity on Soil Dynamic. *Road*, 29(108), 87-100.  
**doi: 10.22034/road.2021.107905**
- Ghiasi, V., & Koushki, M. (2020). Numerical and artificial neural network analyses of ground surface settlement of tunnel in saturated soil. *SN Applied Sciences*, 2(5), 939.  
**doi.org/10.1007/s42452-020-2742-z**
- Ghiasi, V., & Eskandari, S. (2023). Comparing a single pile's axial bearing capacity using numerical modeling and analytical techniques. *Results in Engineering*, 17, 100893.  
**doi.org/10.1016/j.rineng.2023.100893**
- Ghiasi, V., & Mozafari, V. (2018). Seismic response of buried pipes to microtunnelling method under earthquake loads. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 113, 193-201.  
**doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.05.020**
- Ghiasi, V., & Moradi, M. (2018). Assessment the effect of pile intervals on settlement and bending moment raft analysis of piled raft foundations. *Geomechanics and Engineering*, 16(2), 187-194.  
**doi.org/10.12989/gae.2018.16.2.187**
- Haghtalab, M., Ghiasi, V., & Javid, A. S. (2023). Study of changes in the kinetic parameters of corrosion on the macrocell current induced by the repair of reinforced concrete Structures-Results of numerical simulation. *Computers and Concrete*, 32(3), 287. **doi.org/10.12989/cac.2023.32.3.287**
- Jamshidi, S., Ghiasi, V., Ghanbari, A., & Zanganeh, A. (2022). Evaluation of Burnt Oil and Asphalt Chips on Some Properties of Hot Asphalt Mix. *Road*, 30(113), 143-156.  
**doi: 10.22034/road.2022.341569.2047**
- Khing KH, Das BM, Puri VK, Cook EE, and Yen SC. (1993). The bearing capacity of a strip foundation on Geogrid reinforced sand. *Geotextile and Geomembranes*, Vol. 12, 351-361.

# Bearing Capacity of Strip Foundation on Granular Soil Reinforced with Geogrid

*Vahed Ghiasi, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil and Architecture Engineering, Malayer University, Malayer, Iran.*

*Fatemeh Sharififar, M.Sc., Student, Department of Civil Engineering, Malayer University, Malayer, Iran.*

*E-mail: v.ghiasi@malayeru.ac.ir*

Received: November 2024- Accepted: February 2025

## ABSTRACT

Various methods are used to improve, increase carrying capacity and reduce settlement. Geogrids are used as suitable reinforcements. Because they have high tensile strength and a significant ability to be locked with the surrounding environment, geogrids, another group of geosynthetics, are composed of high-density polypropylene and polyethylene injection or very hard polyester fiber weave. This article investigates the effect of granular soil reinforcement on the bearing capacity of a strip foundation that has been modeled using the standard settlement method for up to four layers of geogrid. In addition to investigating the multi-layered model, geogrids' distance and length have been considered variables in the other two models. According to the samples modeled in the finite element software (Plaxis) and the effect of using geogrid in the improvement of granular soils, it can be found that by using four layers of geogrid with a distance of 0.5 from one another, the maximum bearing capacity can be obtained. It was concluded that increasing the length of geogrids does not have much effect on increasing the distance in carrying capacity. Also, increasing the distance of geogrids causes a decrease in carrying capacity. By using more layers of geogrid, the carrying capacity increases.

**Keywords:** Strip Foundation, Geogrid, Bearing Capacity, Settlement