

تثبیت خاک لایه‌های خاک رسی اشباع شل زیر پی سطحی با استفاده از ژئوگرید

صدف محمودی‌آذر

گروه عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

رامین وفاپی پورسرخابی*

استادیار، گروه عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

raminvafaei@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۶/۰۳/۲۰

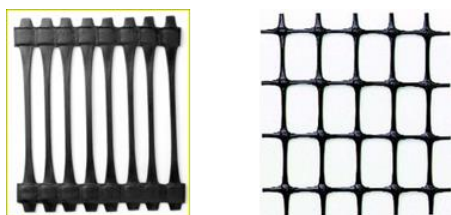
چکیده:

ژئوگرید به عنوان مسلح‌کننده در عصر حاضر می‌تواند مشکلاتی را که احداث سازه‌های سنگین و خاکریزها روی خاک‌های ضعیف دارند، بدون نیاز به شمع کوبی و یا عملیات خاکبرداری یا خاکریز حل نماید. این عمل با قرارگیری لایه‌های ژئوگرید بر روی خاک سست و لایه‌لای آن در فواصل مناسبی که سطوح گسیختگی را قطع می‌نماید میسر می‌گردد. در این مقاله با در دست داشتن داده‌های ژئوتکنیکی خاک ضعیف منطقه کوی فرشته واقع در شهر تبریز از ژئوگرید نوع دو طرفه که به صورت گسترده و موازی در زیر پی در فواصل یک متر از هم دیگر و بیرون زدگی‌های صفر، یک، دو، سه و چهار متر از کناره پی استفاده گردیده است و در مدل نرم‌افزاری پلکسیس دو بعدی مورد تحلیل استاتیکی و دینامیکی قرار گرفته است و رفتار آن‌ها با یکدیگر مقایسه شده است. براساس نتایج حاصله احداث ژئوگرید دو لایه با بیرون‌زدگی سه متر از کناره پی در مدت زمان سی روز نشست برابر ۴٫۳۰ سانتی‌متر را شاهد بوده است که کم‌ترین میزان را در مقایسه با لایه‌بندی‌های دیگر داشته است که در این حالت می‌تواند کمک به‌سزایی در جلوگیری از نشست‌های درازمدت ایفا کند. این موضوع و نتایج زمانی کاربرد خواهد داشت که زمین از طرف سازه‌های مسکونی مجاور تا شعاع سه متری محدودیتی نداشته باشد.

کلید واژگان: ژئوگرید، مسلح‌کننده، تحلیل دینامیکی، نشست

۱- مقدمه

مهیار نماید. ژئوگرید در حالت کلی به دو صورت تک محوری و دو محوری وجود دارد که در این مقاله ژئوگرید دو محوری یا دوطرفه به عنوان اساس تحقیق در نظر گرفته شده است [۳] و [۴].



شکل ۱- انواع ژئوگرید از نوع تک محوری و دو محوری [۴].

تاکنون سه نسل از ژئوگرید در دنیا تولید شده است که تفاوت اصلی آن‌ها در نحوه اتصال تار و پود و در نتیجه مقاومت درازمدت آن‌ها می‌باشد. به نسل اول ژئوگرید قالبی، نسل دوم ژئوگرید بافته شده و نسل سوم ژئوگرید جوشی اطلاق می‌شود. ژئوگریدهای جوشی دارای مدول الاستیسیته اولیه زیادی هستند که این موضوع باعث می‌شود به محض اعمال نیرو وارد عمل شده و نیرو را تحمل نماید، درحالی‌که ژئوگریدهای بافته شده به علت انعطاف‌پذیری بیش‌تر این خاصیت را نداشته و در اثر اعمال نیرو ابتدا باید مقداری تغییر طول یافته و بعد وارد عمل شوند [۳].

۴- روش تحقیق

حسینی و صالحی در سال ۱۳۹۴، به ارزیابی رفتار پی‌های نواری بر روی خاک لایه‌ی مسلح با ژئوگریدها پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از یک لایه مسلح‌کننده در مرز دو لایه‌ی متراکم و بسست، منجر به بهبود شرایط خاک و افزایش ظرفیت باربری نهایی پی نواری خواهد شد [۵]. مالتسوا و همکاران، به بررسی خاک شنی مسلح شده به شمع و ژئوگرید در واکنش با بستر خاک اشباع شده در حضور آب زیرزمینی پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با افزایش فشار آب حفره‌ای بر روی بدنه شمع و ژئوگرید باعث توسعه سریع تنش و کرنش در بدنه شمع و ژئوگرید می‌گردد [۶]. شیردل و قنبری، به تعیین ظرفیت باربری پی‌های نواری واقع بر خاک مسلح با استفاده از روش مقاطع افقی پرداختند. نتایج بدست آمده نشان داد که با به کار بردن تنها یک مسلح‌کننده مثل ژئوگرید، ظرفیت باربری نهایی خاک ماسه ای افزایش می‌یابد. در واقع با افزایش زاویه اصطکاک داخلی در خاک ماسه‌ای بار اعمالی به پی توسط خاک تحمل می‌شود. اما در خاک‌هایی با زاویه اصطکاک داخلی کم‌تر مسلح‌کننده نقش تعیین‌کننده‌تری دارد و تاثیر آن در افزایش ظرفیت باربری چشم‌گیرتر است [۷].

۵- طرح مسئله و مدل‌سازی عددی

در تحقیق حاضر از ژئوگرید نوع دو طرفه که به صورت گسترده و موازی در زیر پی در فواصل یک متر از هم دیگر و بیرون زدگی‌های سه متر از کناره پی استفاده گردیده است و در مدل نرم‌افزار PLAXIS مورد تحلیل استاتیکی و دینامیکی قرار گرفته است و رفتار آن‌ها با یکدیگر مقایسه شده است. نظر به اینکه نشست تحکیم مدّ نظر بوده است، لذا در حالت بدون نیروی زلزله در تحلیل از مدل رفتاری خزشی استفاده

در شرایطی که خاک زیر پی ضعیف باشد و تحمل بارهای وارده را نداشته باشد، بهسازی خاک با جایگزینی خاک مناسب، راهی منطقی و مناسب است. استفاده از مسلح‌کننده‌های ژئوگرید با توجه به مکانیزم اندرکنش با خاک امکان کاهش ضخامت لایه‌ی متراکم را ممکن می‌سازد [۱]. نیاز به ایجاد سازه بر روی خاک‌های ضعیف محققان را مجاب به مطالعه در مورد تاثیر تسلیح خاک بر افزایش توان باربری خاک کرده و پژوهش‌های زیادی در مورد فواید استفاده از مسلح‌کننده و تثبیت‌کننده‌ها در بالا بردن مقاومت و پایداری خاک سطحی انجام شده است. خاک مسلح با توجه افزایش مقاومت کششی خاک، افزایش مقاومت برشی به علت اصطکاک موجود در سطح تماس خاک و مصالح مسلح‌کننده و جلوگیری از نفوذ مصالح در خاک سست باعث افزایش ظرفیت باربری و کاهش نشست خاک و همچنین باعث افزایش پایداری می‌شود. استفاده از خاک مسلح چه از نظر فنی و چه از نظر اقتصادی، در اغلب اوقات بر دیگر روش‌ها برتری دارد [۲]. عکس‌العمل ما بین شالوده و خاک زیر آن یکی از مسائل مهم در مهندسی عمران می‌باشد و این مسئله از اواخر قرن نوزدهم توجه مهندسان را به خود جلب کرده است.

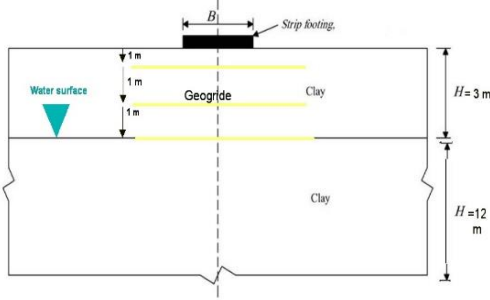
۲- ژئوسنتتیک‌ها

ژئوسنتتیک‌ها به چند گروه کلی تقسیم می‌شوند که به شرح ذیل است، ژئوتکستایل‌ها: برای مسلح‌سازی، زهکشی مناسب، جداسازی، اضافه نمودن قدرت باربری آسفالت و خاک، عمر مفید آسفالت، حفاظت سازه ای از سواحل و بندار، نشست همگون در سازه‌های دریایی نظیر موج-شکن‌ها، حفاظت از لایه بالادست در راه‌آهن، افزایش قدرت باربری بستر راه و راه‌آهن و بسیاری از موارد دیگر کاربرد دارند [۲]. ژئوگریدها: برای مسلح‌سازی خاک و ساخت دیوارهای حائل و غیره کاربرد دارند. ژئونت‌ها: برای جلوگیری از فرسایش شیب‌ها و زهکشی مناسب کاربرد دارند. ژئوکمپوزیت‌ها: برای زهکشی زمین‌های ورزشی و دیوارهای حائل و سقف تونل‌ها کاربرد دارند [۳].

۳- معرفی کلی ژئوگرید

ژئوگرید صفحه‌ای است دارای ساختار متشکل از سایر رشته‌ها که بصورت عمود برهم و یا غیر عمود در نقاطی به نام نقاط اتصال به شیوه‌های مختلف به هم متصل شده و چشمه‌هایی به شکل شبکه و یا چندضلعی را به وجود آورده‌اند. در واقع ژئوگریدها به‌عنوان یکی از انواع ژئوسنتتیک‌ها محصولات پلیمری هستند که معمولاً به شکل شبکه‌های منظم در یک جهت و یا دو جهت ساخته می‌شوند. این شبکه‌ها و بخصوص حفره‌های میان آن‌ها موجب می‌شوند که ذرات خاک و یا مصالح سنگی به خوبی با آن‌ها درگیر شده و مجموعه ژئوگرید و مصالح اطراف آن از خاصیت قفل و بست خوبی برخوردار گردد. بدین ترتیب ژئوگرید به‌کار رفته در لایه‌های خاکریز همانند عناصر مقاوم در مقابل کشش عمل نموده و در نواحی که تنش و تغییرشکل‌های کششی در خاک بوجود می‌آید، به خوبی می‌تواند نیروها و تغییرشکل‌ها را در خود

گردیده است. برای تحلیل دینامیکی خاک زیر پی از داده‌های اصلاح شده زلزله بم استفاده گردیده است که در شکل زیر مشخص شده است.

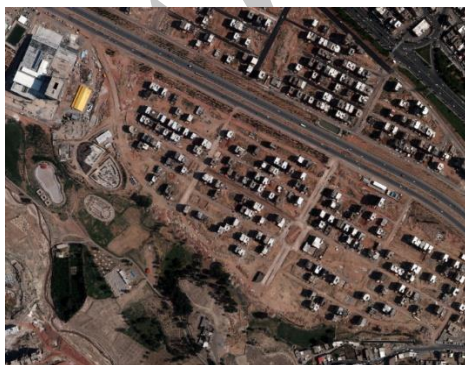


شکل ۴- هندسه مسئله در حضور سه لایه ژئوگرید

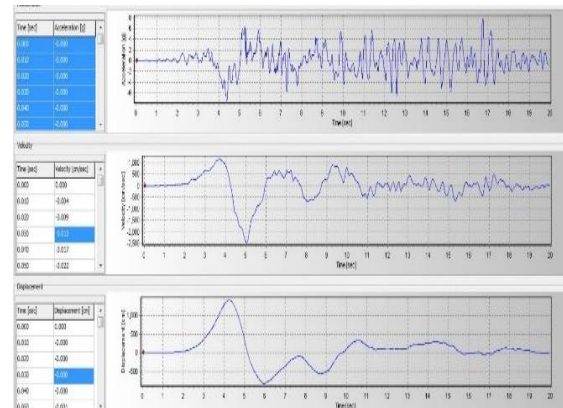
نرم افزار PLAXIS برای انجام محاسبات مربوط به تغییر شکل و تحلیل تعادل در بسیاری از مسائل ژئوتکنیکی به کار می‌رود [۸]. برای مدل سازی توسط نرم‌افزار، از یک، دو و سه لایه ژئوگرید به فواصل یک متر از همدیگر در یک متری خاک زیر پی استفاده شده است. ابعاد مدل برای تامین شرایط مرزی به منظور جلوگیری از حرکت خاک بر اثر بار وارده بر پی به اندازه کافی بزرگ است. در مدل سازی مصالح از مدل رفتاری خاک نرم شونده خزشی استفاده شده است. مشخصات خاک منطقه کوی فرشته به ترتیبی که در جدول (۱) مشاهده می‌شود آمده است.

جدول ۱- مشخصات مصالح خاک ضعیف منطقه

$\omega = 10\%$ رطوبت خاک
$\gamma = 1.6 \text{ gr/cm}^3$ چگالی ویژه خاک
$C = 10 \text{ Kn/m}^2$ چسبندگی خاک
$\phi = 26^\circ$ زاویه اصطکاک داخلی خاک
$e = 0.5$ تخلخل
$LL = 35$ حد روانی
$PI = 14.2$ شاخص خمیریابی



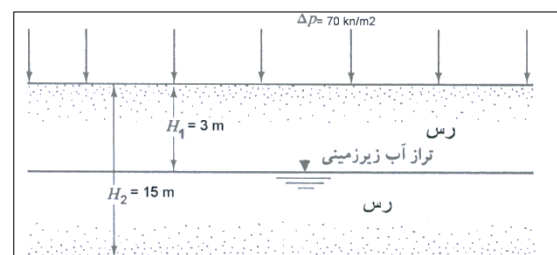
شکل ۵- عکس هوایی تهیه شده از کوی فرشته تبریز



شکل ۲- شتاب‌نگاشت اصلاح شده زلزله بم

جهت صحت‌سنجی و مقایسه نتایج برای این تحقیق، شش مدل ژئوگرید در زیر پی مدل سازی گردید و نتایج آن در شرایط استاتیکی و بارگذاری دینامیکی ارائه شده است. مش‌بندی از نوع المان مثلثی بوده است. در پایان با یک مدل گروه شمع بکار رفته در زیر پی با همان مشخصات خاک ضعیف کوی فرشته نتایج مقایسه گردیده شده است. محیط مطالعاتی که برای خاک زیر پی در نظر گرفته شده است با ابعاد مدل، ۳۵ متر عرض، ۱۵ متر عمق می‌باشد.

شکل ۳ هندسه مسئله را نشان می‌دهد که در آن پی نواری صلب روی یک لایه رس قرار گرفته است. عرض پی $B = 15 \text{ m}$ می‌باشد و ضخامت لایه اول تا برخورد به سطح آب زیرزمینی ۳ متر می‌باشد، همراه با لایه‌بندی ژئوگرید شرایط لایه خاکی به صورت نیم فضای همگن در نظر گرفته شده است.

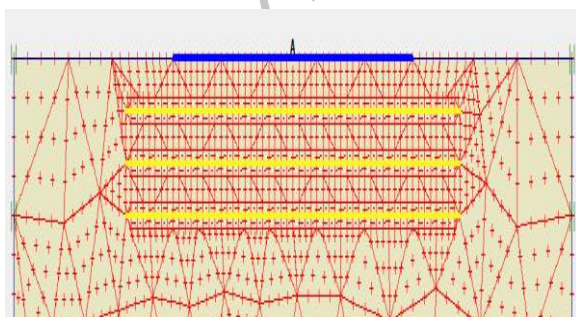


شکل ۳- هندسه مسئله

جدول ۵- پارامترهای ورودی نرم افزار

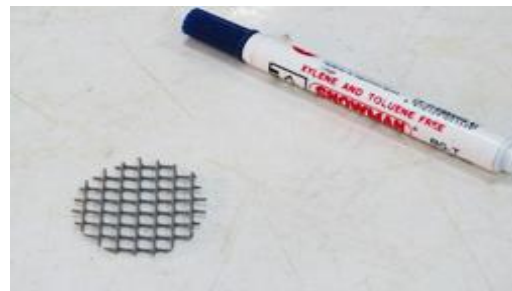
واحد	لایه رس	نام	پارامترها
-	مدل نرم شونده خزشی		مدل رفتاری
	زهکشی شده		رفتار مصالح
kN/m ³	۱۸	γ_{unsat}	وزن مخصوص خشک
kN/m ³	۱۹	γ_{sat}	وزن مخصوص مرطوب
m/day	۱۰ ^{-۶}	k_x	ضریب نفوذپذیری افقی
m/day	۱۰ ^{-۶}	k_y	ضریب نفوذپذیری قائم
-	۲۶ درجه	ϕ	زاویه اصطکاک
kN/m ²	۱۰	c	چسبندگی
-	۳ درجه	ψ	زاویه اتساع
-	۰,۰۳۴	C_c	شاخص فشردگی
-	۰,۰۰۱۷	C_s	شاخص تراکم پذیری
-	۰,۵	e	تخلخل
-	۰,۳۸	K_0^{nc}	ضریب تنش جانبی
-	۱	OCR	نسبت پیش تحکیمی
-	۰,۵۶	K_0	ضریب تنش جانبی

یک پی سطحی نواری در خاک به طول ۱۵ متر با سربارگسترده معادل بار ۷۰ کیلونیوتن بر متر مربع بر روی پی اعمال می شود. با توجه به ابعاد مدل ایجاد شده در مقاله، برای ساختمان پنج طبقه مورد تحلیل قرار گرفت. نمونه مدل سازی شده با توجه به افزایش لایه بندی ژئوگرید در خاک زیر پی تا سه لایه با در نظر گرفتن سه متر بیرون زدگی آن از کناره پی نشست کمتری در نقطه میانی زیر پی شاهد خواهد بود. المان مثلی برای آنالیز استاتیکی و دینامیکی در نظر گرفته شده است.



شکل ۷- نمای کلی مدل در تحلیل عددی به همراه نحوه المان بندی

در این تحقیق با هدف مسلح سازی خاک ضعیف، از ژئوگرید با مشخصات ذکر شده در جدول (۲) استفاده شده است و تصویر آن در شکل ۶ ارائه گردیده است. این ژئوگرید نمونه استفاده شده در شرکت مشیران شبکه می باشد.



شکل ۶- شکل و اندازه ژئوگرید مصرفی

جنس	شکل چشمه	واحد وزن سطح (gr/m ²)	ضخامت (mm)	ابعاد روزنه ها (mm)
پلی اتیلن	مربع	۲۸۶/۷	۱/۲	۵/۲۵ × ۵/۴

جدول ۲- مشخصات ژئوگرید

مشخصات شمع بتنی نیز به شرح جدول ۳ است.

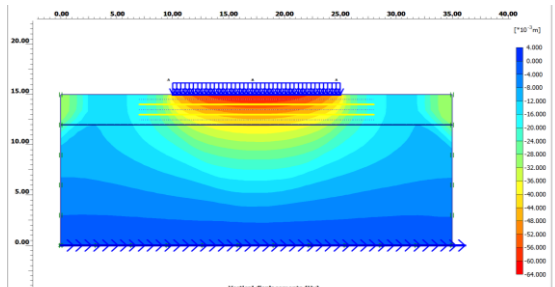
جدول ۳- مشخصات شمع

مشخصات	مدل رفتاری	EA سختی محوری	EI سختی خمشی	d قطر	w وزن
شمع	الاستیک	۲ × ۱۰ ^۶ KN/m	۸۰۰۰ KN/m ² /m	۷۶۲	۰

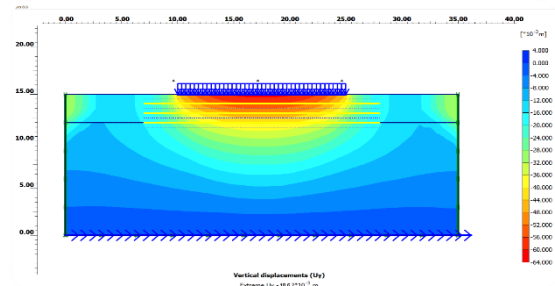
مشخصات خاک کوی فرشته پس از نمونه برداری و انجام آزمایش هایی چون دانه بندی و تهیه لوگ گمانه از منطقه و انجام آزمایش برش مستقیم و غیره و وارد کردن پارامترها در نرم افزار پلکسیس به عنوان ورودی های مورد نیاز در جدول (۴) وارد شده است. همچنین با توجه به اطلاعات بدست آمده از آزمایش های دانه بندی و دامنه خمیری بر اساس بافت و اندازه مصالح می توان به این نتیجه رسید که خاک منطقه مورد مطالعه بر طبق سیستم طبقه بندی متحد خاک در گروه CL قرار می گیرد.

جدول ۴- طبقه بندی نمونه خاک کوی فرشته

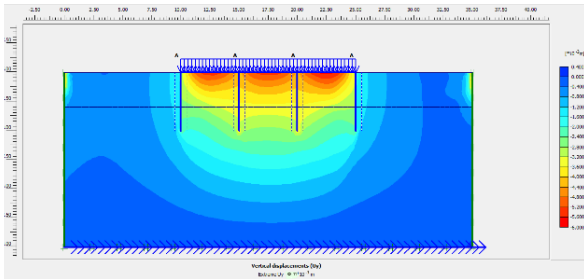
نشانه گروه: (USCS)	CL
نام گروه:	رس با خاصیت خمیری پایین



شکل ۱۳- توزیع نشست قائم در شرایط دینامیکی برای دو لایه ژئوگرید



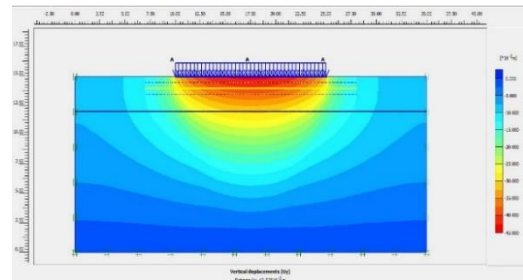
شکل ۱۴- توزیع نشست قائم در شرایط دینامیکی برای سه لایه ژئوگرید



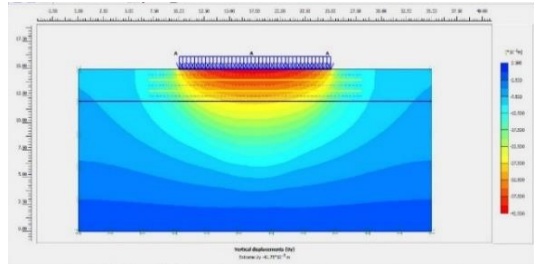
شکل ۱۵- توزیع نشست قائم در شرایط دینامیکی برای گروه شمع

۶- نتایج و بحث

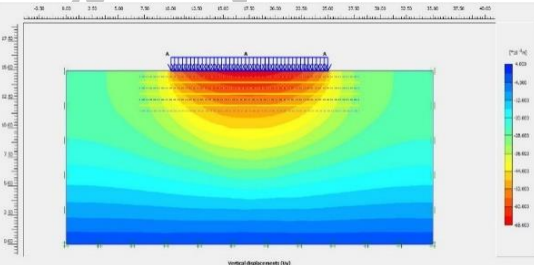
شکل (۱۶) تغییرات نشست تحکیمی قائم در مدت زمان سی روز را در حضور لایه بندی ژئوگرید نشان می‌دهد. در این نمودار که بر اساس تحلیل استاتیکی صورت گرفته محور X زمان برحسب روز و محور Y نشان دهنده نشست قائم بر حسب متر می‌باشد. با توجه به شکل (۱۶) مشخص است که تغییرات محاسبه شده برای نشست قائم در مدت زمان سی روز برای مدل دو لایه ژئوگرید در شرایط تحلیل دینامیکی و تحلیل استاتیکی کمترین میزان را دارا بوده است. بطوریکه در سی‌امین روز نشست برابر ۴,۱۷ cm مشاهده شده است و این نتیجه حاصل می‌گردد که با کمتر شدن فاصله ژئوگریدها و افزایش دو لایه ژئوگرید جابجایی و نشست تحکیمی پی نیز کمتر خواهد بود.



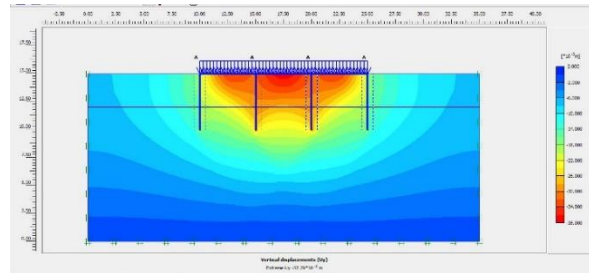
شکل ۱۸- توزیع نشست قائم در شرایط استاتیکی برای یک لایه ژئوگرید



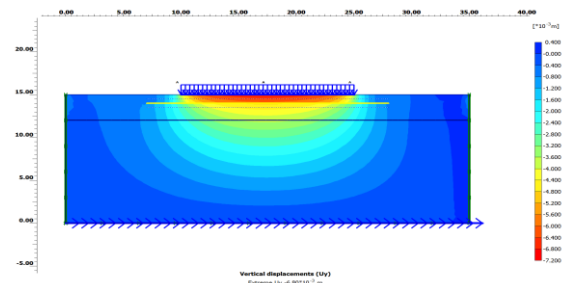
شکل ۱۹- توزیع نشست قائم در شرایط استاتیکی برای دو لایه ژئوگرید



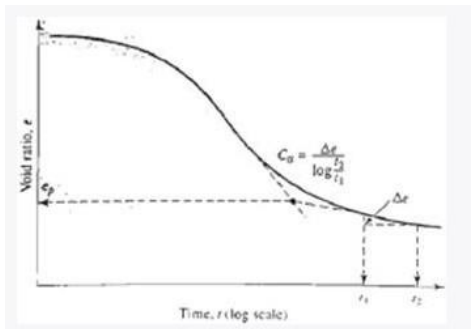
شکل ۲۰- توزیع نشست قائم در شرایط استاتیکی برای سه لایه ژئوگرید



شکل ۲۱- توزیع نشست قائم در شرایط استاتیکی برای گروه شمع



شکل ۲۲- توزیع نشست قائم در شرایط دینامیکی برای یک لایه ژئوگرید



شکل ۱۸- تغییرات e در مقابل log t تحت افزایش بار و تغییر تحکیم ثانویه

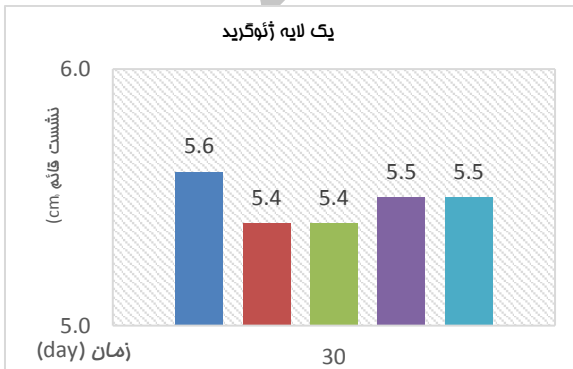
$$c_c = \frac{1}{5} t_0 \frac{1}{10} C_s \quad (1)$$

میزان تحکیم ثانویه با توجه به نشست درازمدت بصورت رابطه شماره (۲) و (۳) محاسبه می‌گردد.

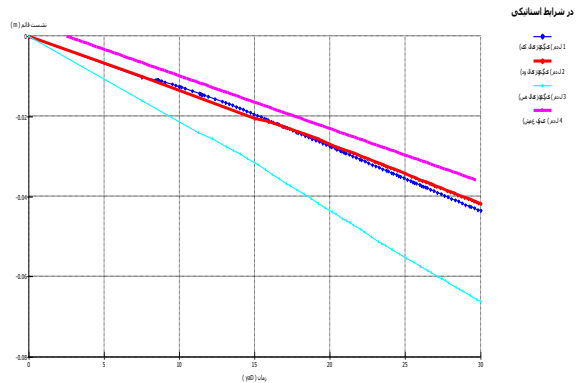
$$S_s = C'_\alpha H \log H \times \left(\frac{t}{t_0}\right) \quad (2)$$

$$C'_\alpha = c_\alpha / (1 + e_p) \quad (3)$$

که در آن e_p ، نسبت تخلخل در انتهای تحکیم اولیه و H ضخامت لایه رسی می‌باشد. تحکیم ثانویه از یک روز تا سی روز بعد از اعمال بار رخ می‌دهد. مقدار $e_0 = 0.5$ تخلخل اولیه و میزان تحکیم ثانویه $C_a = 2.99$ می‌باشد [۹]. کل نشست تحکیمی بعد از سی روز به شرح زیر خواهد شد. محاسبات تنش موثر و فشار آب حفره‌ای برای شکل شماره (۳) به ترتیب برای یک و دو لایه رس همگن انجام مورد محاسبه قرار گرفته است. پس از تعیین تنش موثر برای دو لایه تغییرات نسبت تخلخل و تحکیم اولیه بدست آورده می‌شود که در جدول (۶) آمده است. نشست تحکیم ثانویه قائم برای خاک مورد نظر با در نظر گرفتن سی روز زمان نشست طبق جدول (۶) بدست می‌آید. نشست تحکیم ثانویه (نشست قائم) در سی امین روز به میزان ۴٫۹۸ cm می‌باشد.

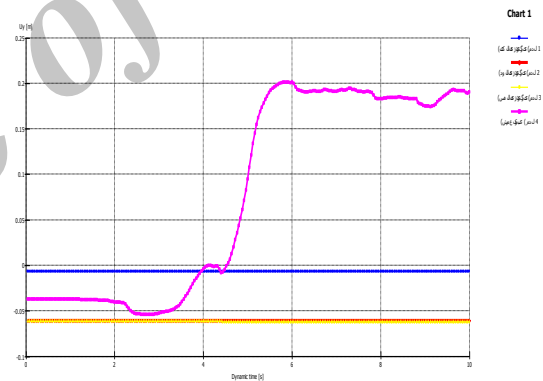


شکل ۱۹- تغییرات نشست - زمان ناشی از آرایش ژئوگریدها در یک لایه ژئوگرید



شکل ۱۶- اثر تغییرات نشست - زمان در شرایط تحلیل استاتیکی پی در مدل رفتاری نرم‌شونده خزشی تابع زمان

نتایج آنالیز برای چهار مدل در شرایطی که تحلیل لرزه‌ای پی و بارگذاری دینامیکی انجام گرفته است نیز در شکل (۱۷) نشان داده شده‌اند. نتایج مدل‌سازی برای یک، دو، سه لایه ژئوگرید و یک گروه شمع به شرح زیر می‌باشد.



شکل ۱۷- اثر تغییرات نشست - زمان در شرایط تحلیل لرزه‌ای پی در مدل رفتاری نرم‌شونده خزشی تابع زمان

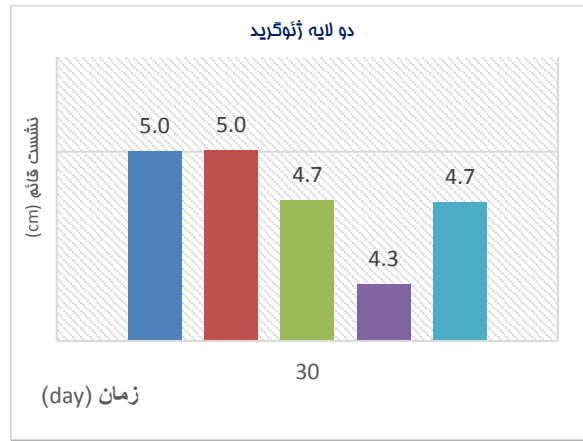
با اطلاعات به دست آمده از نتایج نموداری تحکیم اولیه تابع زمان می‌توان محاسبات نشست احتمالی به علت تحکیم ثانویه را با فرض تحکیم یک بعدی انجام داد. در رس‌های پیش تحکیم‌یافته برای $p_0 + \Delta p \leq p_c$ تغییرات صحرائی e در مقابل $\log p$ در امتداد خط خواهد بود که شیب آن تقریباً مساوی شیب منحنی برگشت در آزمایشگاه است. طبق شکل (۱۸) شیب منحنی برگشت C_s نشانه تورم نامیده می‌شود که مطابق رابطه (۱) به صورت قابل ملاحظه‌ای کوچکتر از نشانه فشردگی است که معمولاً می‌توان از نتایج آزمایشگاهی به دست آورد.

جدول ۶- محاسبات دستی انجام گرفته برای نشست تحکیمی

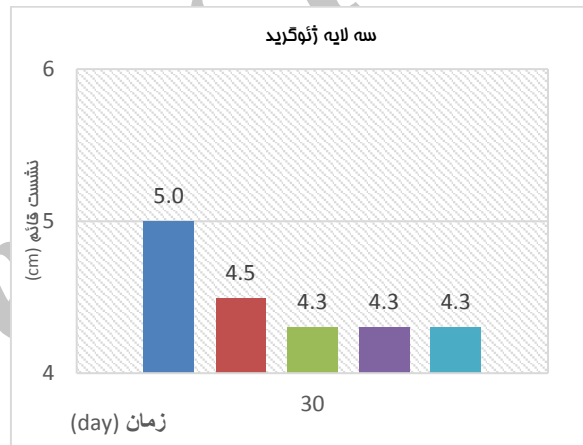
مقدار	معادله مربوطه	نماد	پارامتر
124 kpa	$\gamma_d \times h_1$	$\sigma_{vertical (A)}$	تنش قائم در نقطه A
.	-	$U_{(A)}$	فشار آب حفره‌ای در نقطه A
352 kpa	$\sigma_{vertical (A)} + (\gamma_{sat} \times h_2)$	$\sigma_{vertical (B)}$	تنش قائم در نقطه B
120 kpa	$\gamma_{water} \times h_2$	$U_{(B)}$	فشار آب حفره‌ای در نقطه B
232 kpa	$\sigma_{vertical (B)} - U_{(B)}$	$\sigma_{vertical (B)}$	تنش موثر کل لایه‌ها
2.33	$e_0 - Cc [\log (p_0 + \Delta p) - \log p_0]$	Δe	تغییرات تخلخل
2.24	-	C'_a	نشست تحکیم اولیه
4.98	$C_a' H \log \left(\frac{t_2}{t_1} \right)$	S_v	نشست تحکیم ثانویه

۷- نتیجه‌گیری کلی

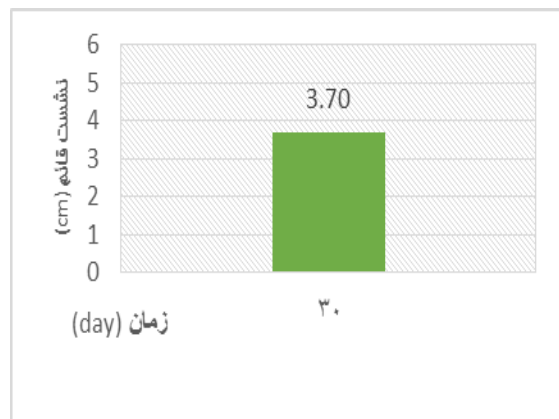
- ۱- بررسی نتایج مدل‌سازی‌ها نشان می‌دهد که نرم‌افزار اجزای محدود PLAXIS توانایی مدل‌سازی مناسب پی‌ها و نشست پی داشته و می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب در ارائه راهکاری مناسب در تقویت و افزایش بارگیری پی‌ها در خاک‌های رسی مورد استفاده قرار گیرد.
- ۲- استفاده از ژئوگریدها در خاک زیر پی، با در نظر گرفتن طول ژئوگریدها و تعداد لایه‌ها می‌تواند به عنوان یک روش مطمئن برای تثبیت خاک زیر پی باشد و احتمالاً بتواند به عنوان یک جایگزین مناسب برای شمع قرار گیرد.
- ۳- احداث ژئوگریدها با آرایش سه لایه در خاک زیر پی به لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه‌تر خواهد بود.
- ۴- در خاک‌های ماسه‌ای و سیلتی به علت وقوع روانگرایی نشست زیر پی بیش‌تر خواهد بود و گاهی ممکن است از یک متر نیز تجاوز کند.
- ۵- بر اساس مدل عددی احداث ژئوگرید در خاک‌های دانه‌ای نمی‌تواند جلوی نشست ژئوگرید را بگیرد. این خود دلیلی برای درگیر نشدن ژئوگرید و اندرکنش آن با خاک دانه‌ای می‌باشد.



شکل ۲۰- تغییرات نشست - زمان ناشی از آرایش ژئوگریدها در دو لایه ژئوگرید



شکل ۲۱- تغییرات نشست - زمان ناشی از آرایش ژئوگریدها در سه لایه ژئوگرید



شکل ۲۲- منحنی تغییرات نشست زمان در پی‌های شمع‌دار در شرایط تحلیل دینامیکی

لذا نمی‌توان از تثبیت به روش ژئوگرید در خاک‌های دانه‌ای استفاده نمود.

۶- با افزایش میزان لایه‌بندی ژئوگریدها در زیر پی تا دو لایه، نشست و جابجایی تا حدودی کمتر و همچنین پایداری پی بیش‌تر می‌شود.

۷- افزایش لایه‌بندی ژئوگرید موجب افزایش قابل توجه در ظرفیت باربری پی نواری می‌گردد.

۸- بهسازی خاک سست و ضعیف با جایگزینی عمقی مشخص از ژئوگرید دو طرفه در زیر پی، باعث افزایش پایداری و بهبود ظرفیت باربری خواهد شد.

۸- مراجع

- ۱- آخوندی، ع، (۱۳۷۶)، پلیمر و سازه‌های مقاوم خاک مسلح، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۲- شفاعخش، غ، حداد، ع، اکبری، م، گواشیری، ز، (۱۳۷۸)، امکان سنجی اجرای دیوار خاک مسلح با ژئوستنتیک و بررسی موردی آن در جاده گلستان، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۱.
۳. عاطفی‌فرد، م، خیری، مهدی، داوودی، سعید، (۱۳۹۶)، مروری اجمالی بر مهم‌ترین روش‌های تثبیت خاک، صفحه ۲۱
- ۴- موسوی، ا، سعیدی، اس، ملکی، ا، (۱۳۹۳)، مقاوم سازی خاکریزهای خاکی با مقاومت ضعیف با استفاده از ژئوگریدها، سومین کنفرانس ملی مصالح و سازه‌های نوین در مهندسی عمران، سمنان، ایران، صفحه ۲.
- ۵- حسینی، م، (۱۳۹۴)، ارزیابی رفتار باربری پی‌های نواری بر روی خاک لایه‌ای مسلح با ژئوگرید، مجله علمی پژوهشی شریف، شماره ۱، دوره ۲.
- 6- Maltaseva, T., Saltanova, T., Chernykh, A., Modelling a reinforced sandy pile rheology when reacting with water saturated ground, 15th international scientific conference, 2016, No 165, pp 840-844.
- ۷- شیردل، م، قنبری، ع، (۱۳۹۴)، تعیین ظرفیت باربری پی‌های نواری واقع بر خاک مسلح با استفاده از روش قطعات افقی، مجله مهندسی عمران شریف، شماره ۱، دوره ۲-۲۷، صفحه ۴۵-۵۸.
- ۸- بهپورگوهری، م، روحی مهر، ا، وفایی پور، ر، (۱۳۸۵)، آموزش جامع پلکسیس، انتشارات فروزش، صفحه ۷۱-۸۶.
- ۹- داس ب، (۱۳۷۹)، مکانیک خاک و پی، ترجمه اردشیر اطبایی، جلد دوم، دانشگاه تهران.

Improvement of Loose Clayey Soil Layers Under Shallow Foundation with Using Geogrid

Sadaf Mahmoudi azar

Department of civil engineering, Tabriz Branch, Islamic azad University, Tabriz, Iran

Ramin Vafaeipour sorkhabi*

Department of civil engineering, Tabriz Branch, Islamic azad Assistant professor,
University, Tabriz, Iran

raminvafaei@yahoo.com

Abstract:

Geogrid as reinforcement in the present, can solve the problems with the construction of heavy structures and embankments on weak soils without need for piling or excavation operations. This is done by placing geogrid on weak soils Between them at appropriate distances then cut the failure surfaces This article is about geotechnical information of weak soil of Fereshteh street in Tabriz city. in the present study, two sides geogrid is widely used and parallel under foundation with burst zero, one, two, three and four meters. In the PLAXIS modeling software, model has been designed for statically and dynamically or seismic analysis and their behavior has been compared. according to the results by Construction of two layers of geogrid vertical settlement for this soil has been 4.30 centimeters in thirty days. Which has the lowest amount compared to other layers in this case this can help in preventing long-term soils settlement. This result can be used for the lands which there is no limit on the adjacent Residential structures to a radius of three meters.

Keywords: Geogrid, Reinforcement, Modeling, PLAXIS, Dynamic analysis, Settlement