



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

# مقایسه ظرفیت تحمل شالوده نواری بر روی شن با ژئوسل و با فرم های صفحه

## ای تقویت ژئوتکستایل

### چکیده

نتایج جامع حاصل از تست های مدل بر روی شالوده نواری بر روی بستر های شنی مسلح صفحه ای و ژئوسل با ویژگی های یکسان ژئوتکستایل ارایه می شود. پارامتر های مختلف مطالعه شده در این برنامه آزمایشی شامل عرض تقویت کننده، تعداد لایه های صفحه ای ژئوتکستایل و ارتفاع ژئوسل زیر پایه شالوده می باشند. بر عکس محققان دیگر، عملکرد ژئوسل و تقویت کننده صفحه ای در طیف وسیعی از سطوح پایین تا متوسط استقرار بررسی می شود. نتایج نشان می دهد که کارایی تقویت کننده با افزایش تعداد لایه های تقویت کننده صفحه ای، ارتفاع تقویت کننده ژئوسل و عرض تقویت کننده کاهش یافت. برای جرم مساوی مواد ژئوتکستایل مورد استفاده در تست ها در سطح استقرار 4 درصد حداکثر بهبود ماکزیمم در ظرفیت تحمل، و درصد کاهش استقرار شالوده به صورت 2.73 و 63 درصد با ارایه ژئوسل حاصل شد، و این در حالی است که این مقادیر با 1.88 و 47 درصد برای تقویت کننده صفحه ای معادل مقایسه می شود. به طور کلی، نتایج نشان می دهد که برای یک مقدار یکسان از ماده ژئوتکستایل، سیستم تقویت کننده ژئوسل سفت تر شده و دارای بار بزرگ تری بوده و کم تر از سیستم تقویت کننده صفحه ای نشست می کند. از این روی، بهبود فشار تحمل و استقرار شالوده با استفاده از مقدار کم تری از مواد ژئوسل در مقایسه با ژئوتکستایل صفحه ای بدست می آید.

کلمات کلیدی: تست مدل آزمایشی، فشار تحمل، شالوده نواری، شن مسلح، کاهش استقرار شالوده، ژئوسل

### 1-مقدمه

مواد ژئوسنتتیک به طور گسترده ای در زمینه های مهندسی ژئوتکنیک برای لایه های جاده سازی، خاکریز های پایدار در در خاک نرم و دسترسی سریع به زمین نرم استفاده می شود. یک کاربرد دیگر بهبود ظرفیت تحمل شالوده ها می باشد، با این حال در حال حاضر، این کاربرد به دلیل دانش محدود مربوط به رفتار استقرار بار شالوده ها بر روی خاک های تقویت شده سخت تر شده است. به منظور بررسی این کاربرد ها، محققان می توانند از

مطالعات مختلف برای بررسی بهترین ارایش تقویت کننده موثر استفاده کنند. برای مثال، یون و همکاران (2004)، گاش و همکاران (2005)، پاترا (2005) از تست های مدل برای مطالعه تاثیر انواع مختلف تقویت کننده بر روی ظرفیت تحمل و استقرار شالوده استفاده می کنند. آن ها اثر سودمند تقویت کننده را بر روی بهبود ظرفیت تحمل و کاهش در استقرار شالوده اثبات کرده اند. هافنوس و همکاران (2006) تست های میدانی بزرگ مقیاسی را بر روی یک جاده غیر اسفالت تقویت شده با ژئوسنتتیک برای بررسی اثر تقویت کننده بر روی ظرفیت تحمل و عملکرد آن بر روی لایه زیرین نرم انجام دادند. ژئوسنتتیک های مختلف مورد استفاده برای این جاده سنگفرش شده مسلح، دارای اثر تقویت کنندگی می باشد به خصوص زمانی که تحت یک لایه نازکی بر روی لایه زیرین نرم قرار گیرد.

ال ساوف (2007) به بررسی رفتار شالوده های نواری بر روی شن مسلح ژئوگرید در یک دامنه شن نرم پرداختند. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از لایه های ژئوگرید در شن جایگزین شده نه تنها به طور معنی داری موجب بهبود عملکرد شالوده می شود بلکه منجر به کاهش معنی داری در عمق لایه شن مسلح مورد نیاز برای دست یابی به استقرار مجاز می شود.

موداس و تافرشی و خالچ (2008) یک مطالعه آزمایشی را برای بررسی اثر سودمند ژئوگرید بر روی دفورماسیون لوله های با قطر کوچک و بر روی استقرار سطح خاک در معرض بار های تکراری انجام دادند. آن ها گزارش کرده اند که درصد تغییر قطر عمودی و استقرار خاک سطحی به طور معنی داری با استفاده از تقویت کننده ژئوگرید کاهش می یابد.

اگرچه ژئوتکستایل های صفحه ای و ژئوگرید ها به شدت مطالعه شده اند، تحقیقات متعددی به بررسی اهمیت کاربرد سودمند تقویت ژئوسل در ساخت فونداسیون ها و خاکریز ها پرداخته اند. ری و میشل (1978) و میشل و همکاران (1979) یک سری از تست های آزمایشگاهی کوچک مقیاس را بر روی شالوده هایی بر روی بستر های شنی مسلح با سلول های شبکه کاغذی مربعی شکل انجام داده و حالت های مختلف گسیختگی و خرابی را مشاهده کرد.

شیمیزو و اینوی (1990) تست های بار را بر روی فریم های دیواره ژئوتکستایل با شن بر روی خاک نرم انجام دادند. کلاوند و وانگ (1993) یک مطالعه موردی در خصوص عملکرد خاکریز های واقع بر روی مواد ژئوسل بر

روی رس نرم را انجام دادند. جنر و همکاران (1998) و از تئوری خط لغزش استفاده کرده و روشی را برای محاسبه افزایش ظرفیت تحمل به دلیل آرایه مواد ژئوسل در پایه خاک پیشنهاد کردند. کریشناوسامی و همکاران (2000) یک سری از تست های مدل آزمایشگاهی را بر روی خاکریز های واقع بر روی ژئوسل در بستر خاک رس انجام دادند. داش و همکاران (2001، الف و ب) به بررسی کارایی تقویت کننده ژئوسل در بستر شنی همگن با شالوده نواری پرداختند. داش و همکاران (2003) نیز نتایج تست بار حاصل از شالوده حلقوی مدل بر روی شن نرم و مسلح را گزارش کرده اند. در همه مطالعات فوق، توانایی سودمند ساخت و ساز های ژئوسل برای بهبود ظرفیت تحمل شالوده ها گزارش شده است.

مادهوای لاتا و مورتی (2007) از طریق تست های فشار سه محوری مشاهده کرده اند که ژئوسل یک فرم برتری از تقویت کننده نسبت به شکل صفحه ای است. سیرش و همکاران 2009 یک سری تست های مدل مقیاس آزمایشگاهی را بر روی شالوده حلقه ای با تکیه گاه بستر های شنی را با منافذ حلقوی پیوسته انجام دادند. آن ها گزارش کرده اند که بهبود معنی دار در عملکرد را می توان با آرایه مواد ژئوسل و با اندازه کافی بر روی زیر لایه با منافذ حاصل کرد و اثر سودمند زمانی حاصل می شود که ژئوسل بر روی منافذ در فاصله ای برابر با قطر منافذ قرار گیرد. وزلو و همکاران (2009) به مطالعه رفتار تنش-کرنش خاک مسلح با ژئوسل های متعدد پرداختند. آن ها تقویت کننده های ژئوسل را به دلیل پیکر بندی سه بعدی بر روی خاک ها پیشنهاد کرده اند.

در بیشتر این مطالعات، محققان نتایج فونداسیون های با تکیه گاه ژئوسنتتیک سه بعدی و صفحه ای را گزارش کرده اند و این در حالی است که مقایسه تقویت کننده ژئوسل و لایه ای با توجه به کارایی و اقتصاد در عمل مهم تر می باشد. در حال حاضر تنها تست آزمایشی گزارش شده است که در آن یک ژئوسل (این نوع از ژئوسل مورد استفاده، از ژئوگرید) استفاده شده و یک آرایش تقویت کننده ژئوگرید مقایسه شد (داش و همکاران 2003). از این روی، در تحقیقات فعلی، و به منظور توسعه یک درک و دانش بهتر از مفهوم تقویت کننده ژئوسل، یک سری از تست های با مقیاس میدانی و آزمایشگاهی برای ارزیابی فشار تحمل و استقرار شالوده نواری با تکیه گاه متراکم و با ژئوسل و یا تقویت کننده ژئوتکستایل انجام شده است. هدف کلی، اثبات مزایای ژئوسل با هدف مقایسه عملکرد سیستم های تقویت کننده ژئوسل و سیستم های تقویت کننده صفحه ای است که دارای ویژگی های یکسان و مواد تقویت کننده ژئوتکستایل می باشد (جدول 4). پارامتر های مختلف مطالعه شده در این برنامه

ازمایشی شامل عرض تقویت کننده، تعداد لایه های صفحه ای و ارتفاع تقویت کننده ژئوسل پایین تر از پایه شالوده می باشد که جزییات آن در بخش بعدی ارایه شده است. لازم به ذکر است که تنها یک نوع تقویت کننده صفحه ای و ژئوسل، در تست های آزمایشگاهی استفاده شده است. لازم به ذکر است که نتایج این مطالعه متفاوت از رفتار فونداسیون بزرگ مقیاس در شرایط میدانی است اگرچه روند کلی مشابه بوده است.

## 2-تست های مدل آزمایشگاهی

یک تست مدل فیزیکی در قاب بار گذاری بستر آزمایشی متشکل از سیستم جمع اوری داده ها انجام شد. ارایش کلی تست های آزمایشگاهی در شکل 1 نشان داده شده است.

مخزن آزمایشی به صورت باکس صلب با طول 750 میلی متر، ارتفاع 375 میلی متر و عرض 150 میلی متر طراحی شده و در بر گیرنده فونداسیون مدل و خاک مسلح است. وجه پشتی و جانبی مخزن متشکل از ورقه های چند لای با ضخامت 17.5 میلی متر است و این که دائما با بخش های کانال تثبیت می شود. برای مشاهده سیستم تقویت شن، و نیز اسکن عکس، وجه جلویی مخزن ساخته شده از یک ورقه پلکسی کلاز با ضخامت 15 میلی متر است. برای پیش گیری از حرکت نامطلوب ابعاد پسین و پیشین مخزن، صلب بودن مخزن با استفاده از دو بخش فولادی U-100 بر روی وجه عقبی تضمین شده است. و تیر فلزی برای دو تیر برای جفظ مخزن نسبت به ستون های فولادی سیستم بار گذاری استفاده شد. برطبق برخی نتایج آزمایشی مقدماتی، تحت تنش بارگذاری حداکثر 1000 کیلوپاسکال بر روی سطح خاک، انحراف وجه پشتی و جلویی مخزن اندازه گیری شد. اثرات اصطکاک جانبی بر روی نتایج تست مدل با پوشش دهی درون دیواره ها با ژل نفت کاهش یافت. هم چنین در طی آزمایش، هیچ گونه استقرار تفاضلی بین دو انتهای شالوده مشاهده نشد. این مشاهدات نشان می دهد که شرایط کرنش صفحه ای حاصل شده است.

سیستم بار گذاری (شکل 1) شامل یک قاب بارگذاری، یک محرک هیدرولیکی و یک واحد کنترل کننده است. قاب خمشی متشکل از چهار ستون فولادی سفت و سنگین و یک تیر افقی است که از محرک هیدرولیکی پشتیبانی می کند. محرک می تواند تولید بار های تکراری و یکنواخت با ماکزیمم ظرفیت 10 کیلونیوتون کند.

سیستم جمع اوری داده ها طوری توسعه یافت به طوری که هر دو بار و استقرار را می توان خواند و ثبت کرد. یک سلول بار S شکل با صحت 0.01 درصد تمام مقیاس نیز استفاده شده و بین میله بار گذاری و شالوده برای

اندازه گیری الگوی بار کاربردی استفاده شد. انتقال دهنده تفاضلی متغیر خطی با صحت 0.91 درصد بر روی مدل شالوده قرار گرفت تا مقدار استقرار شالوده در طی بار گذاری مشخص شود. برای اطمینان از خواندن دقیق، همه دستگاه ها قبل از هر سری از تست ها کالیبره شدند.

### 3- مواد

#### 3-1 شن

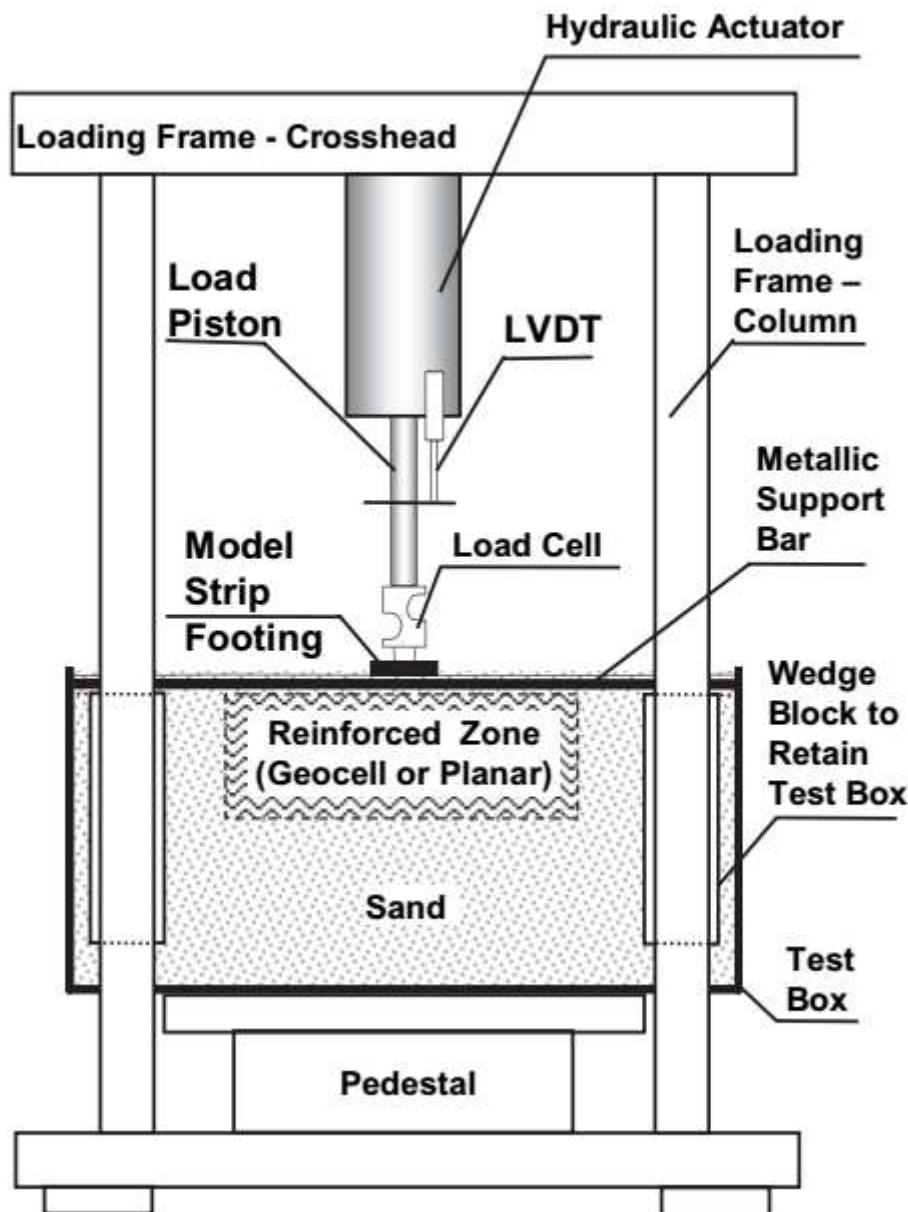
خاک مورد استفاده، یک شن سیلیسیم یکنواخت با اندازه دانه بین 0.85 و 2.18 میلی متر و کرانش خاص 2.68 می باشد. توزیع اندازه دانه این شن در شکل 2 نشان داده شده است. ویژگی های شن که به صورت sp در سیستم طبقه بندی واحد قرار گرفته است در جدول 1 نشان داده شده است.

فشار تحمل پایه در geocell تقویت شده است	B پهن پایه
شن و ماسه در یک حل و فصل معین	ب
IF عامل بهبود در فشار تحمل پایه	عرض تقویت ورق تقویت مسطح
(عمومی)	شما عمق لایه اول تقویت وارونه و
اگر	عمق جغرافیایی تقویت ژئوشیل زیر را تعبیه می کند
عامل بهبود در فشار تحمل ناشی از تقویت مسطح	پایه
g عامل بهبود در فشار تحمل ناشی از پایه	h فاصله عمودی بین لایه های مسطح
برای تقویت ژئوشیل	تقویت
مقدار استقرار شن و ماسه در یک داده شده است	N تعداد لایه های تقویتی مسطح
فشار تحمل	ب
ارزش تقطیر از حل و فصل ماسه تقویتی مسطح در	g تقویت عرض از تقویت ژئوسل
یک فشار بلبرینگ	H ارتفاع منطقه تقویت شده توسط ژئوسل
ارزش سنگ زنی حل و فصل از شن و ماسه تقویت	اندازه جی کوئیل
شده ژئوسل در	منطقه Ag از بازو جیب تقویت جی کوئیل
یک فشار بلبرینگ مطابق	Dr نسبت تراکم خاک
کاهش درصد PSS	فشار بلبرینگ پایه بر روی شن و ماسه غیر مسلح
PRS	فشار بلبرینگ پایه بر روی ورق تقویت شده است
کاهش درصد پائین در سکونت پایه به دلیل	شن و ماسه در یک حل و فصل معین
تقویت مسطح	
PRS	
کاهش درصد هزینه سکونت در پایه به دلیل	
تقویت ژئوسل	

### 3-2 تقویت کننده ها

ژئوسنتتیک ها را می توان در ساختار های سلول حاوی خاک ارایش کرد. این ها موسوم به ژئوسل هایی با دیواره سلولی ساخته شده از ژئوسنتتیک های قوی و نیمه انعطاف پذیر نظیر ژئوتکستایل، ژئوگرید و یا ورقه های پلیمری می باشند. در تحقیقات گزارش شده، (بوش و همکاران 1990 ف کریشناوسمی و همکاران 2000، داش و همکاران 2003، سیترام و همکاران 2007)، مواد ژئوسل با برش ژئوگرید ها به طول و ارتفاع مورد نیاز تهیه شده و در جهات عمودی بر روی بستر خاک قرار داده شدند. این نوع از ژئوسل از ژئوگرید ساخته شده و موسوم به ژئوسل های با برخی سوراخ ها هستند.

در این تحقیق، بر عکس موارد فوق، ژئوسل های مورد استفاده از ژئوتکستایل های صفحه ای جوش داده شده با حرارت برای تشکیل سازه های شانه زنبوری با بالا و پایین باز و رویکرد نوآورانه برای استفاده در تثبیت زمین استفاده شدند. آن ها ژئوسل های بدون نفوذ را تولید کردند و از این روی تشکیل ژئوسل های سه بعدی دادند. در این مثال، اصطلاح خلاصه شده " ژئوسل " توسط محققان برای توصیف این فرم خاص از ژئوسل بدون نفوذ ارائه شده است. وقتی که سلول با خاک و مواد معدنی پر می شوند، سطح ایده ال برای پروژه های ساخت و ساز نظیر فونداسیون ها، دامنه ها، پیاده رو ها و غیره ایجاد می شود. مقاومت کششی بالای هر دوی جوش و ژئوتکستایل یک ساختار ایده ال با ظرفیت بار بالا ایجاد کرده و از این روی از هر گونه فرو نشینی جلوگیری می کند. اندازه بسته ژئوسل به صورت قطر سطح دایره ای معادل بسته نشان داده شده در شکل 3 محاسبه می شود.  $d^2 = (4/\pi) \times Ag$ ، اندازه بسته ژئوسل مورد استفاده ثابت بود و این در حالی است که در ضخامت های 25، 50 و 75 میلی متر در برنامه آزمایشی استفاده می شود. نسبت اندازه بسته ژئوسل با فونداسیون مدل برابر با  $(d/B = 0.67)$  0.67 است. این نسبت گزارش شده توسط داش و همکاران (2003) حدود 0.8 برابر عرض شالوده می باشد که ماکزیمم بهبود عملکرد را به دنبال دارد.

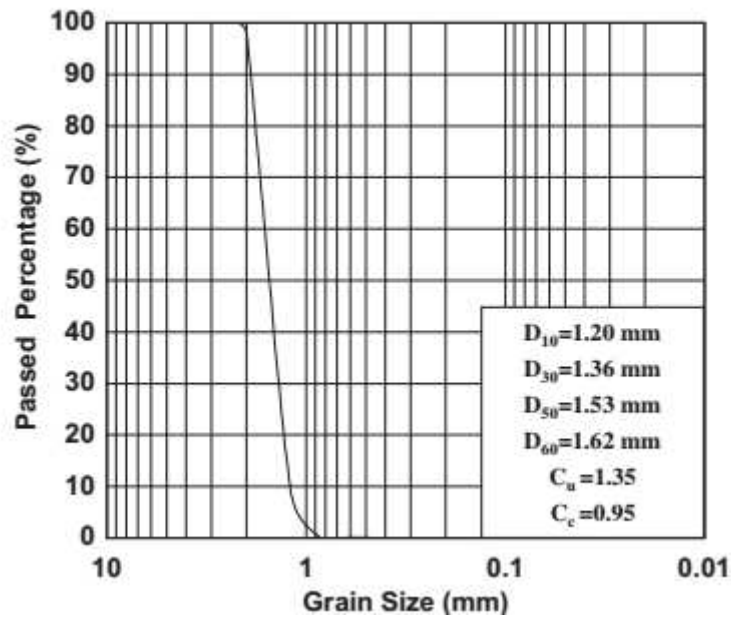


شکل 1: ارایش عمومی تست

لایه ژئوسل با برش طول و ارتفاع از بسته کامل تهیه شد. شکل 3 نمای ایزومتریک ژئوسل مورد استفاده در تحقیق را نشان می دهد.

تقویت کننده های ژئوسل و صفحه ای هر دو توسط یک شرکت ساخته شده اند. نوع ژئوتکستایل به صورت غیر بافتی است. خواص مهندسی ژئوتکستایل در جدول 2 نشان داده شده است. ژئوسل از ماده ژئوتکستایل تولید شده است که تشکیل ژئوتکستایل صفحه ای می کند.





شکل 2: منحنی توزیع اندازه ذرات

جدول 1: ویژگی های فیزیکی خاک

مقدار	توصیف
Cu 1.35 ،	ضریب یکنواختی
1.53	ضریب انحناء، Cc 0.95
1.62	اندازه دانه موثر، D10 (میلی متر) 1.2
0.82	D30 (میلی متر) 1.36
0.54	اندازه دانه متوسط، D50 (میلی متر) 1.53
0	D60 (میلی متر) 1.62
2.68	حداکثر نسبت
35	حداقل ضریب تخلخل، emin 0.54
1.53	رطوبت (%) 0
1.62	وزن مخصوص، G 2.68
0.82	زاویه اصطکاک، f (درجه) در تراکم نسبی 72%
0.54	
0	

#### 4-آماده سازی تست مدل و روش تست

به منظور ارایه شاهد آزمایشی و تکرار پذیری تست ها، فنون بارش برای رسوب خاک در مخزن آزمایشی در تراکم یکنواخت استفاده شد. به منظور ارایه کنترل و تکرار پذیری آزمایشات، روش بارش برای رسوب خاک در مخزن آزمایش در تراکم یکنواخت استفاده می شود. یک مخزن فولادی متحرک و صفحه فولادی سوراخ برای بارش شن درون مخزن آزمایشی استفاده می شود. به این ترتیب برای ریختن شن از ارتفاع معین بالاتر از ارتفاع خاص قرار می گیرد. ارتفاع بارش برای دست یابی به تراکم معین، قبل از یک سری آزمایشات با ارتفاعات بارش مختلف تعیین می شود. سپس شن از ارتفاع از پیش تعیین شده برای حفظ تراکم 73 درصدی در همه تست ها ریخته می شود مخزن آزمایش به صورت یک باکس یا جعبه فولادی صلب، با طول 1000 میلی متر، ارتفاع 1000 میلی متر و عرض 220 میلی متر می باشد که شامل منافذ مدل و خاک مسلح بوده است (شکل 1-3). مخزن آزمایش دارای وجه های جلو و عقب بوده و می تواند یک حالت کرنش را بر روی خاک اعمال کند. وجه پشتی مخزن متشکل از صفحه فولادی با ضخامت 10 میلی متر است که در صفحات کانال تثبیت شده و وجه جلویی آن متشکل از شیشه پلکسی با ضخامت 20 میلی متر است و در طی تهیه آزمایش حذف می شود.

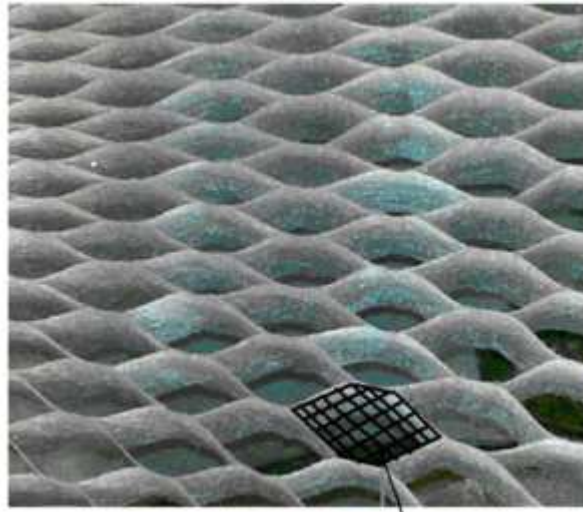
جدول 2: ویژگی های مهندسی ژئوتکستایل های مورد استفاده در تست ها

مقدار	توصیف
غیر بافته	نوع ژئوتکستایل غیر بافته شده
190	وزن ناحیه
0.57	ضخامت کمتر از 2 kN / m <sup>2</sup> (میلی متر) 0.57
0.47	ضخامت کمتر از 200 kN / m <sup>2</sup> (میلی متر) 0.47
13.1	استحکام کششی 13.1 (kN / m)
5.7	قدرت 5٪ 5.7 (kN / m)
0.08	اندازه باز شدن موثر (میلی متر) 0.0

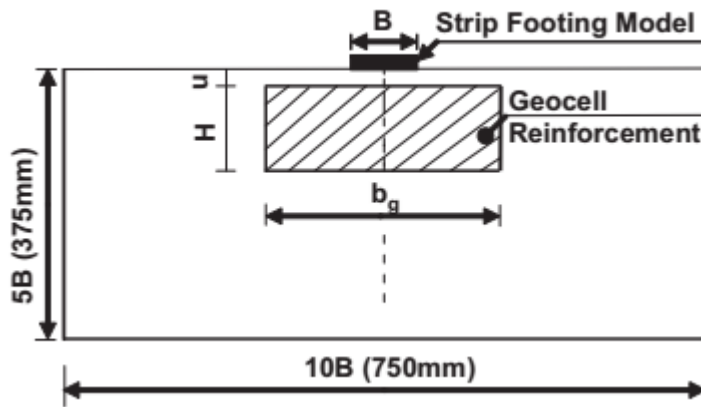
روش بارش برای رسوب خاک در مخزن استفاده شد. این روش امکان حفظ مقطع عرضی دایره ای را بدون معرفی قالب ها با روش های کوبش می دهد. برای ارایه پایداری منفذ در شکل دایره ای، یک دیافراگم با قطر 100 میلی متر با ضخامت 0.6 میلی متر و طول 218 میلی متر استفاده می شود. سیریش و همکاران (35) یکس ری تست های مدل مقیاس آزمایشگاهی را بر روی شالوده دایره ای با بستر های شنی مسلح را با منافذ دایره ای انجام داده اند. آن ها گزارش کردند که بهبود معنی دار در عملکرد را می توان با استفاده از پارچه های ژئو سل با اندازه کافی بر روی رس بدست آورد. چون شالوده های تحت بار های دوره ای گاهی مواقع در بالای منافذ قرار می گیرند، درک اثر منافذ بر روی عملکرد شالوده و اثرات سود مند تقویت خاک در رد اثر کاهش منافذ بر روی استقرار پی از اهمیت زیادی برخوردار است. هم چنین منابع فوق نشان می دهد که مطالعات کمی در خصوص رفتار شالوده بر روی خاک مسلح با منافذ تحت بار مکرر وجود دارد. به منظور کمک به توسعه درک بهتر این مطالعات، در این تحقیق، یک سری از تست های آزمایشگاهی تحت بار های یکنواخت و تکراری برای ارزیابی استقرار یک شالوده نواری در بالای منفذ پشتیبانی شده بر روی شن متراکم مسلح با تقویت ژئو گرید صفحه ای انجام شده است. برنامه آزمایشی برای بررسی پاسخ شالوده های ساخته شده بر روی شن غیر مسلح و مسلح با منافذ و تحت بار گذاری تکراری طراحی شده است. به طور اخص، هدف آن اثبات مزایای کاربرد ارماتور های ژئوگرید در شرایط خاکی غیر مسلح است. اثر تعداد لایه های مسلح در زیر قاعده شالوده، عمق استقرار منافذ بر روی کاهش اثر منفی منافذ بر روی استقرار شالوده و نسبت شدت بار نکراری به بار استاتیک اعمال شده و تعداد دور بار ها تحت شرایط حالت ثابت بررسی شده است.

#### 5- پارامتر های آزمایشی و برنامه آزمایش

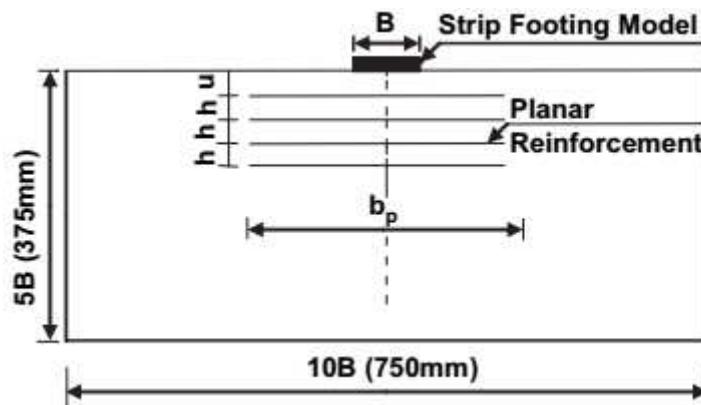
شکل هندسی پیکل بندی های آزمایشی برای هر دو لایه تقویت کننده در این تحقیقات در شکل 4 و 5 نشان داده شده است. هم چنین جزییات تست های تقویت شده و ژئوسل در جدول 3 نشان داده شده است.



شکل 4: نمای ایزومتریک از ژئوسل



شکل 4: شکل هندسی بستر فونداسیون مسلح با ژئوسل



شکل 5: شکل هندسی بستر فونداسیون مسلح با صفحه

در رابطه با بستر مسلح صفحه ای، دو سری از تست ها با تعداد متغیری از لایه ها، عرضه تقویت صفحه ای و عمق اولین لایه از پایه شالوده استفاده شده است. همه این پارامتر های متغیر توصیف شده بر حسب مدل غیر بعدی با

توجه به  $b_p/B$ ,  $u/B$ ,  $H/B$ ,  $b_g/B$  و استفاده شده اند. سری های آزمایشی 1 بر روی شن غیر مسلح برای سنجش پیشرفت ناشی از تقویت کننده ها انجام شدند

لازم به ذکر است که بسیاری از تست های نشان داده شده در جدول 3 به طور دقیق دو بار برای بررسی عملکرد دستگاه، صحت اندازه گیری، تکرار پذیری سیستم، اطمینان نتایج و تایید پیوستگی داده ها انجام شدند. فونداسیون ها به طور دوره ای تحت ترکیبی از بار های استاتیک و تکراری در بسیاری از شرایط نظیر زلزله، نیرو های باد در همه ساختمان های بلند، ساختار شمع، ارتعاش ماشین و غیره قرار می گیرند. از این روی بررسی و طراحی شالوده ها تحت بار های دینامیک یک فرایند چالش بر انگیز برای مهندسان ژئو تکنیک است. این فونداسیون ها به دلیل وجود هر دو بار های استاتیک به دلیل وزن خود بایستی مورد توجه قرار می گیرند. اگرچه بار های پویا به طور کلی کوچک هستند، آن ها به طور مکرر در تعداد زیادی از دور ها اعمال شده و منجر به استقرار شالوده و گسیختگی خاک می شوند.

جدول 3: طرح تست های ظرفیت تحمل شن های تقویت شده و غیر مسلح

سری تست	نوع تقویت کننده	$H/B$ or $N$	$u/B$	$b_g/B$ or $b_p/B$	شماره تست
1	غیر مسلح	-	-	-	1 + 2*
2	ژئوسل تقویت شده	$H/B = 0.33$	0, 0.1, 0.25, 0.5, 1	$b_g/B = 4.2$	5 + 2*
3	ژئوسل تقویت شده	$H/B = 0.33, 0.66, 1, 1.33$	0.1	Short width: $b_g/B = 2.1$ Medium width: $b_g/B = 3.2$ Long width: $b_g/B = 4.2$	12 + 4*
4	ژئوسل تقویت شده	$N = 1$	0.2, 0.4, 0.6, 1, 1.2	$b_p/B = 5.5$	5 + 2*
5	ژئوسل تقویت شده	$N = 1, 2, 3, 4$	0.35	Short width: $b_p/B = 2.8$ Medium width: $b_p/B = 4.1$ Long width: $b_p/B = 5.5$	12 + 4*

جدول 4: مقدار ماده ژئوتکستایل برای تقویت ژئوسل و صفحه ای مورد استفاده در برنامه آزمایشی

تقویت کننده صفحه ای	تقویت کننده ژئوسل				عرض کوتاه		
	تعداد لایه	عرض تقویت کننده		ارتفاع تقویت کننده	عرض کوتاه و بلند		
		$D_p/B$	عرض کوتاه و بلند		عرض کوتاه و بلند	عرض کوتاه و بلند	عرض کوتاه و بلند
1	2.8	4.1	5.5	0.33	2.1	3.2	4.2
2	$a$	$1.5a$	$2a$	0.66	$a$	$1.5a$	$2a$
3	$2a$	$3a$	$4a$	1	$2a$	$3a$	$4a$
4	$3a$	$4.5a$	$6a$	1.33	$3a$	$4.5a$	$6a$
4	$4a$	$6a$	$8a$		$4a$	$6a$	$8a$

استقرار در حالت غیر مسلح به صورت زیر بیان می شود

$$IF_p = \frac{q_{planar}}{q_{unrein}} \quad \text{OR} \quad IF_g = \frac{q_{geocell}}{q_{unrein}}$$

For  $s_i/B = 2\%, 4\%, 6\%, 8\%, 10\%$  and  $12\%$  (1)

$$PRSp = \left(1 - \frac{S_{planar}}{S_{unrein}}\right) * 100 \quad \text{OR} \quad PRSg = \left(1 - \frac{S_{geocell}}{S_{unrein}}\right) * 100$$

For  $s_{unrein}/B = 2\%, 4\%, 6\%, 8\%, 10\%$  and  $12\%$  (2)

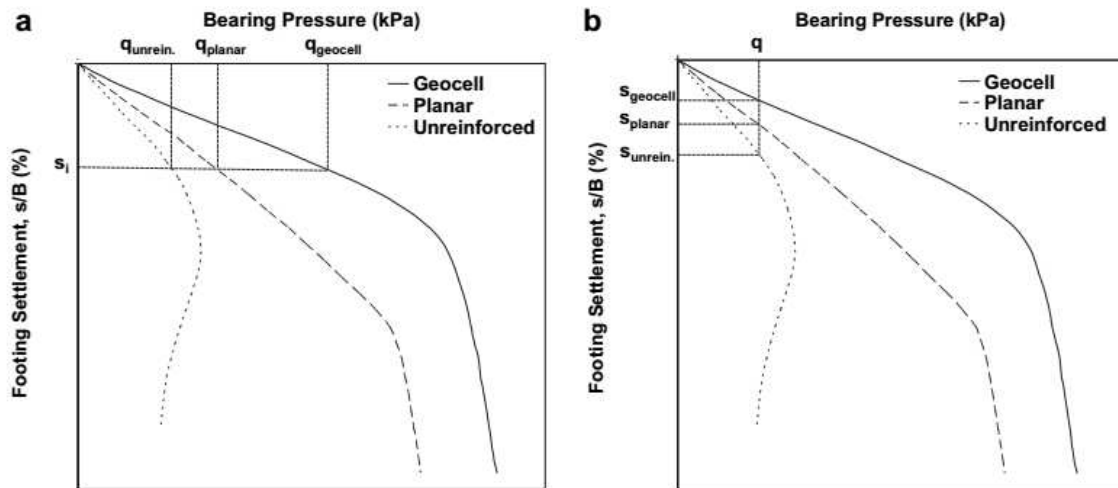
که  $q_{unrein}$ ,  $q_{planar}$  و  $q_{geocell}$  مقادیر فشار تحمل بستر تقویت نشده، بستر تقویت صفحه ای و بستر تقویت شده با ژئوسل را به ترتیب نشان می دهد. لازم به ذکر است که اگر شالوده بر روی شن غیر مسلح به ظرفیت نهایی در استقرار خاص برسد، فشار تحمل به صورت مقدار نهایی ضمن محاسبه استقرار بستر استفاده می شود. یک تست بار استاتیک بر روی شالوده بر روی شن غیر مسلح و بدون ارایه ظرفیت بار مرجع برای بررسی اثرات بهبود شالوده به دلیل تقویت خاک انجام شد. در تست استاتیک ظرفیت بار استاتیک شن غیر مسلح  $qu=300$  kPa می باشد. یک ضریب ایمنی،  $F.S.=qu/qs=3$  برای تعریف  $qs$  به صورت 100 کیلوپاسکال در نظر گرفته شد. این مقدار ضریب ایمنی به صورت حداقل مقدار مورد استفاده در زمینه های کاربردی استفاده شده است. مقادیر بار دینامیک اضافی به صورت 10، 20 و 30 (i.e.,  $qd/qu=10\%, 20\%$  و  $30\%$ ) نشان داده شده است. این مقادیر مناسب می باشد و از این روی تنش ها در زلزله ها به دلیل بار گذاری ماشین های ارتعاشی بر روی فونداسیون ها قرار می گیرد اگرچه مقدار 30 درصد بیانگر وقوع حداکثر است. مقدار  $qd/qu=30\%$ ، ضریب ایمنی  $F.S.=qu$  1.58 (  $F.S.=qu / (qs+qd) = 300 / (100+90) = 1.58$  ) می باشد. این مقدار ضریب ایمنی،  $F.S.$  مطابق با مقدار  $F.S.$  با کد عملیات است. ضریب ایمنی،  $F.S.$  برای بار گذاری دینامیک بر طبق کد عملیات حداقل 1.5 است روش بارش برای رسوب خاک در مخزن استفاده شد. این روش امکان حفظ مقطع عرضی دایره ای را بدون معرفی قالب ها با روش های

کوبش می دهد. برای ارایه پایداری منفذ در شکل دایره ای، یک دیافراگم با قطر 100 میلی متر با ضخامت 0.6 میلی متر و طول 218 میلی متر استفاده می شود. سیریش و همکاران (35) یکس ری تست های مدل مقیاس آزمایشگاهی را بر روی شالوده دایره ای با بستر های شنی مسلح را با منافذ دایره ای انجام داده اند. آن ها گزارش کردند که بهبود معنی دار در عملکرد را می توان با استفاده از پارچه های ژئو سل با اندازه کافی بر روی رس بدست آورد. چون شالوده های تحت بار های دوره ای گاهی مواقع در بالای منافذ قرار می گیرند، درک اثر منافذ بر روی عملکرد شالوده و اثرات سود مند تقویت خاک در رد اثر کاهشی منافذ بر روی استقرار پی از اهمیت زیادی برخوردار است. هم چنین منابع فوق نشان می دهد که مطالعات کمی در خصوص رفتار شالوده بر روی خاک مسلح با منافذ تحت بار مکرر وجود دارد. به منظور کمک به توسعه درک بهتر این مطالعات، در این تحقیق، یک سری از تست های آزمایشگاهی تحت بار های یکنواخت و تکراری برای ارزیابی استقرار یک شالوده نواری در بالای منفذ پشتیبانی شده بر روی شن متراکم مسلح با تقویت ژئو گرید صفحه ای انجام شده است. برنامه آزمایشی برای بررسی پاسخ شالوده های ساخته شده بر روی شن غیر مسلح و مسلح با منافذ و تحت بار گذاری تکراری طراحی شده است. به طور اخص، هدف آن اثبات مزایای کاربرد ارماتور های ژئوگرید در شرایط خاکی غیر مسلح است. اثر تعداد لایه های مسلح در زیر قاعده شالوده، عمق استقرار منافذ بر روی کاهش اثر منفی منافذ بر روی استقرار شالوده و نسبت شدت بار تکراری به بار استاتیک اعمال شده و تعداد دور بار ها تحت شرایط حالت ثابت بررسی شده است.

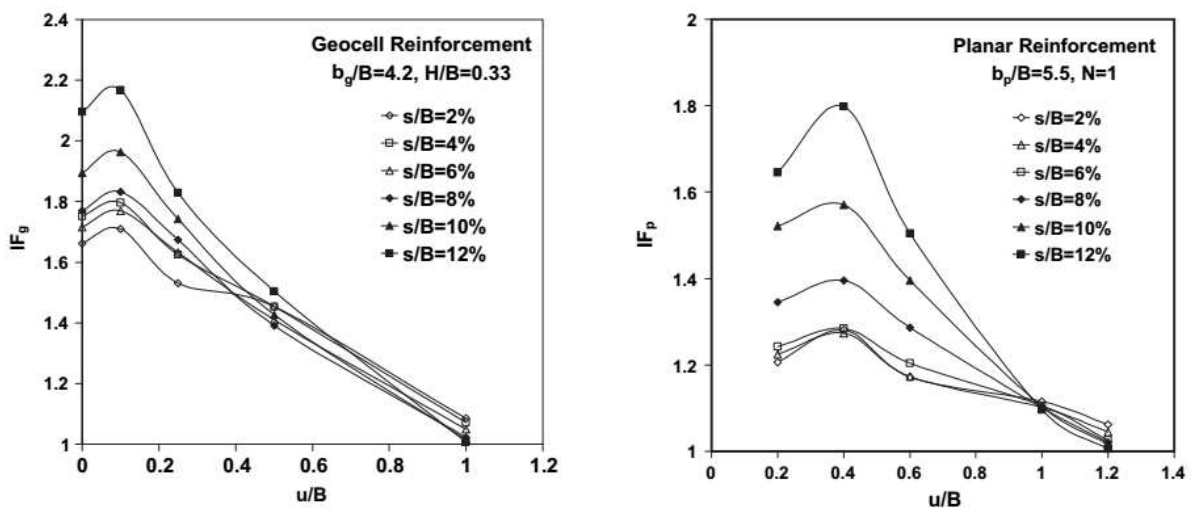
#### 1-6: تعیین مقدار بهینه نسبت $ub$

برای مورد تقویت کننده ژئوسل، مقدار بهینه نسبت  $U-B$  از سری های آزمایشی 2 در جدول 3 بدست آمد. تست ها برای عمق های مختلف جایگذاری ژئوسل زیر قاعده اصلی انجام شدند در حالی که  $bg/B$  و  $HB$  به میزان 4.2 و 0.33 ثابت هستند. بهبود متناظر در فشار تحمل با  $UB$  در مقادیر مختلف استقرار در شکل 7 نشان داده شده است.

این خود ضریب بهبود  $IF$  را به صورت افزایشی نشان می دهد به خصوص زمانی که مقدار  $UB$  از 0 تا 10 افزایش پیدا می کند با این حال مقدار  $IF$  با عمق جایگزینی کاهش می یابد.



شکل 6: تعریف پارامترها برای محاسبه فشار تحمل و کاهش درصد در استقرار



شکل 7: تغییرات ضریب فشار تحمل  $IF$  و  $U-B$  تقویت کننده ژئوسل در مقادیر مختلف استقرار

ال ساوف (2007) به بررسی رفتار شالوده های نواری بر روی شن مسلح ژئوگرید در یک دامنه شن نرم پرداختند. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از لایه های ژئوگرید در شن جایگزین شده نه تنها به طور معنی داری موجب بهبود عملکرد شالوده می شود بلکه منجر به کاهش معنی داری در عمق لایه شن مسلح مورد نیاز برای دستیابی به استقرار مجاز می شود.

موداس و تافرشی و خالچ (2008) یک مطالعه آزمایشی را برای بررسی اثر سودمند ژئوگرید بر روی دفورماسیون لوله های با قطر کوچک و بر روی استقرار سطح خاک در معرض بارهای تکراری انجام دادند. آن ها گزارش کرده اند که درصد تغییر قطر عمودی و استقرار خاک سطحی به طور معنی داری با استفاده از تقویت کننده ژئوگرید کاهش می یابد.



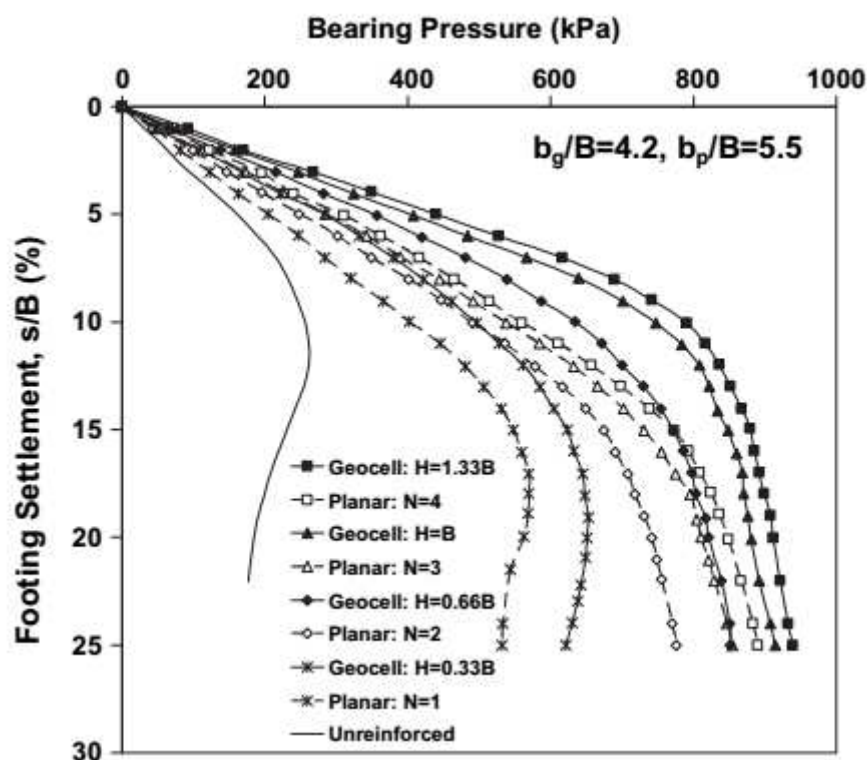
اگرچه ژئوتکستایل های صفحه ای و ژئوگرید ها به شدت مطالعه شده اند، تحقیقات متعددی به بررسی اهمیت کاربرد سودمند تقویت ژئوسل در ساخت فونداسیون ها و خاکریز ها پرداخته اند. ری و میشل (1978) و میشل و همکاران (1979) یک سری از تست های آزمایشگاهی کوچک مقیاس را بر روی شالوده هایی بر روی بستر های شنی مسلح با سلول های شبکه کاغذی مربعی شکل انجام داده و حالت های مختلف گسیختگی و خرابی را مشاهده کرد.

شیمیزو و اینوی (1990) تست های بار را بر روی فریم های دیواره ژئوتکستایل با شن بر روی خاک نرم انجام دادند. کلاوند و وانگ (1993) یک مطالعه موردی در خصوص عملکرد خاکریز های واقع بر روی مواد ژئوسل بر روی رس نرم را انجام دادند. جنر و همکاران (1998) و از تئوری خط لغزش استفاده کرده و روشی را برای محاسبه افزایش ظرفیت تحمل به دلیل ارایه مواد ژئوسل در پایه خاک پیشنهاد کردند. کریشناوسامی و همکاران (2000) یک سری از تست های مدل آزمایشگاهی را بر روی خاکریز های واقع بر روی ژئوسل در بستر خاک رس انجام دادند. داش و همکاران (2001، الف و ب) به بررسی کارایی تقویت کننده ژئوسل در بستر شنی همگن با شالوده نواری پرداختند. داش و همکاران (2003) نیز نتایج تست بار حاصل از شالوده حلقوی مدل بر روی شن نرم و مسلح را گزارش کرده اند. در همه مطالعات فوق، توانایی سودمند ساخت و ساز های ژئوسل برای بهبود ظرفیت تحمل شالوده ها گزارش شده است.

مادهوای لاتا و مورتی (2007) از طریق تست های فشار سه محوری مشاهده کرده اند که ژئوسل یک فرم برتری از تقویت کننده نسبت به شکل صفحه ای است. سیرش و همکاران 2009 یک سری تست های مدل مقیاس آزمایشگاهی را بر روی شالوده حلقه ای با تکیه گاه بستر های شنی را با منافذ حلقوی پیوسته انجام دادند. آن ها گزارش کرده اند که بهبود معنی دار در عملکرد را می توان با ارایه مواد ژئوسل و با اندازه کافی بر روی زیر لایه با منافذ حاصل کرد و اثر سودمند زمانی حاصل می شود که ژئوسل بر روی منافذ در فاصله ای برابر با قطر منافذ قرار گیرد. وزلو و همکاران (2009) به مطالعه رفتار تنش- کرنش خاک مسلح با ژئوسل های متعدد پرداختند. آن ها تقویت کننده های ژئوسل را به دلیل پیکر بندی سه بعدی بر روی خاک ها پیشنهاد کرده اند.

در بیشتر این مطالعات، محققان نتایج فونداسیون های با تکیه گاه ژئوسنتتیک سه بعدی و صفحه ای را گزارش کرده اند و این در حالی است که مقایسه تقویت کننده ژئوسل و لایه ای با توجه به کارایی و اقتصاد در عمل

مهم تر می باشد. در حال حاضر تنها تست آزمایشی گزارش شده است که در آن یک ژئوسل (این نوع از ژئوسل مورد استفاده، از ژئوگرید) استفاده شده و یک ارایش تقویت کننده ژئوگرید مقایسه شد (داس و همکاران 2003). از این روی، در تحقیقات فعلی، و به منظور توسعه یک درک و دانش بهتر از مفهوم تقویت کننده ژئوسل، یک سری از تست های با مقیاس میدانی و آزمایشگاهی برای ارزیابی فشار تحمل و استقرار شالوده نواری با تکیه گاه متراکم و با ژئوسل و یا تقویت کننده ژئوتکستایل انجام شده است. هدف کلی، اثبات مزایای ژئوسل با هدف مقایسه عملکرد سیستم های تقویت کننده ژئوسل و سیستم های تقویت کننده صفحه ای است که دارای ویژگی های یکسان و مواد تقویت کننده ژئوتکستایل می باشد (جدول 4). پارامتر های مختلف مطالعه شده در این برنامه آزمایشی شامل عرض تقویت کننده، تعداد لایه های صفحه ای و ارتفاع تقویت کننده ژئوسل پایین تر از پایه شالوده می باشد که جزئیات آن در بخش بعدی ارائه شده است. لازم به ذکر است که تنها یک نوع تقویت کننده صفحه ای و ژئوسل، در تست های آزمایشگاهی استفاده شده است. لازم به ذکر است که نتایج این مطالعه متفاوت از رفتار فونداسیون بزرگ مقیاس در شرایط میدانی است اگرچه روند کلی مشابه بوده است.



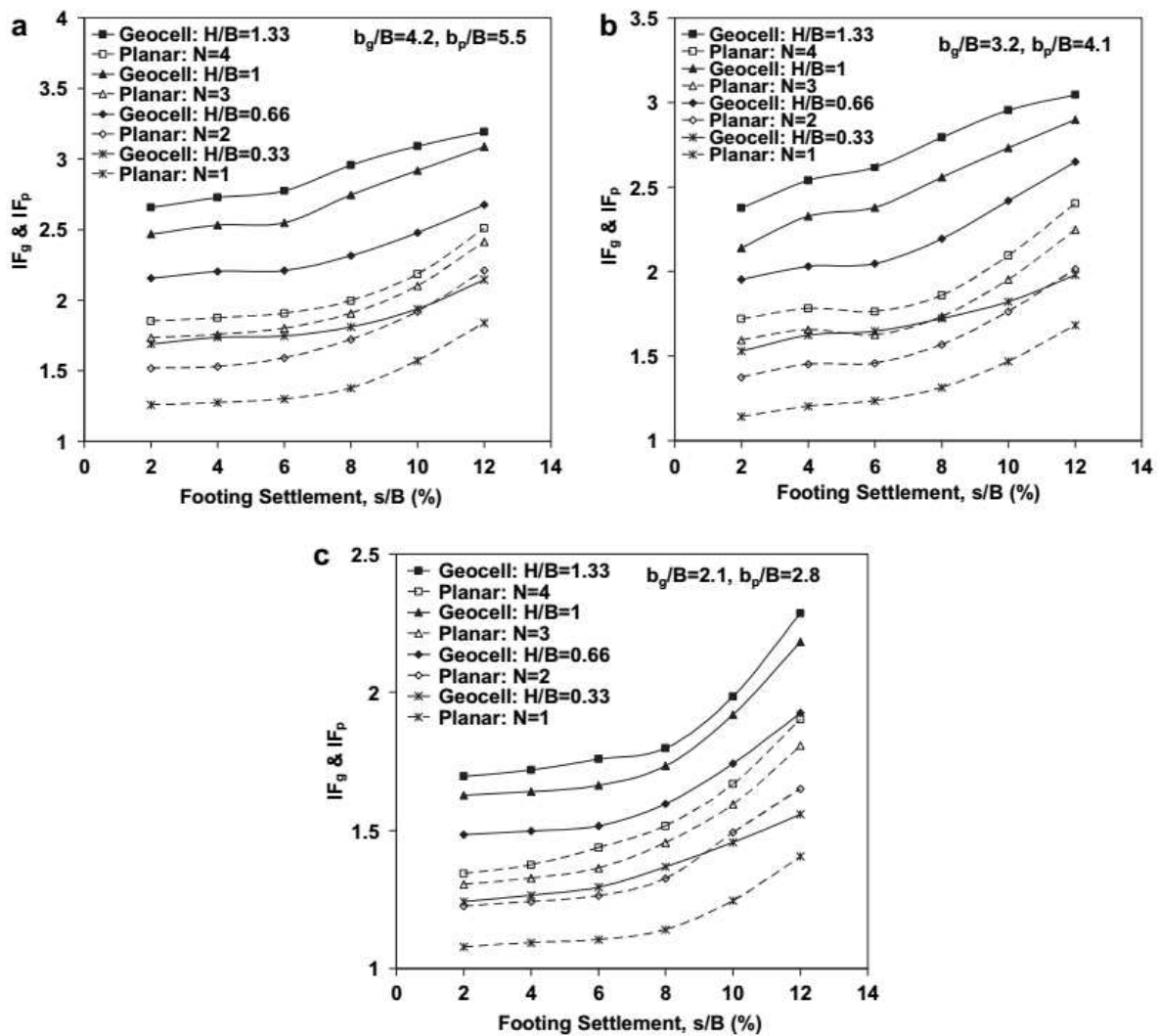
شکل 9: تغییرات فشار تحمل با استقرار برای ژئوسل و تقویت کننده صفحه ای با عرض  $(b_g/B = 4.2 \text{ \& } b_p/B = 5.5)$

که  $Q_{unrein}$ ،  $Q_{planar}$  و  $Q_{geocell}$  مقادیر فشار تحمل بستر تقویت نشده، بستر تقویت صفحه ای و بستر تقویت شده با ژئووسل را به ترتیب نشان می دهد. لازم به ذکر است که اگر شالوده بر روی شن غیر مسلح به ظرفیت نهایی در استقرار خاص برسد، فشار تحمل به صورت مقدار نهایی ضمن محاسبه استقرار بستر استفاده می شود. یک تست بار استاتیک بر روی شالوده بر روی شن غیر مسلح و بدون ارایه ظرفیت بار مرجع برای بررسی اثرات بهبود شالوده به دلیل تقویت خاک انجام شد. در تست استاتیک ظرفیت بار استاتیک شن غیر مسلح  $qu=300 \text{ kPa}$  می باشد.

### 3-6 اثر ارتفاع ژئوسل و تعداد لایه های تقویت کننده لایه ای

به منظور بررسی عملکرد تقویت کننده ژئوسل و تقویت کننده صفحه ای با افزایش فشار تحمل و کاهش استقرار بستر شنی مسلح،  $HB$ ، مقادیر فشار تحمل و ضرایب مربوطه و استقرار کاهش درصد در سطوح مختلف محاسبه شد. یکسری تست های مدل مقیاس آزمایشگاهی را بر روی شالوده دایره ای با بستر های شنی مسلح را با منافذ دایره ای انجام داده اند. آن ها گزارش کردند که بهبود معنی دار در عملکرد را می توان با استفاده از پارچه های ژئوسل با اندازه کافی بر روی رس بدست آورد. چون شالوده های تحت بار های دوره ای گاهی مواقع در بالای منافذ قرار می گیرند، درک اثر منافذ بر روی عملکرد شالوده و اثرات سودمند تقویت خاک در رد اثر کاهش منافذ بر روی استقرار پی از اهمیت زیادی برخوردار است. هم چنین منابع فوق نشان می دهد که مطالعات کمی در خصوص رفتار شالوده بر روی خاک مسلح با منافذ تحت بار مکرر وجود دارد. به منظور کمک به توسعه درک بهتر این مطالعات، در این تحقیق، یک سری از تست های آزمایشگاهی تحت بار های یکنواخت و تکراری برای ارزیابی استقرار یک شالوده نواری در بالای منفذ پشتیبانی شده بر روی شن متراکم مسلح با تقویت ژئوگرید صفحه ای انجام شده است. برنامه آزمایشی برای بررسی پاسخ شالوده های ساخته شده بر روی شن غیر مسلح و مسلح با منافذ و تحت بار گذاری تکراری طراحی شده است. به طور اخص، هدف آن اثبات مزایای کاربرد ارماتور های ژئوگرید در شرایط خاکی غیر مسلح است. اثر تعداد لایه های مسلح در زیر قاعده شالوده، عمق استقرار منافذ بر روی کاهش اثر منفی منافذ بر روی استقرار شالوده و نسبت شدت بار تکراری به بار استاتیک اعمال شده و تعداد دور بار ها تحت شرایط حالت ثابت بررسی شده است. یک ضریب ایمنی،  $F.S.=qu/qs=3$  برای تعریف  $qs$  به صورت 100 کیلوپاسکال در نظر گرفته شد. این مقدار ضریب ایمنی به صورت حداقل مقدار مورد استفاده در زمینه های کاربردی استفاده شده است. مقادیر بار دینامیک اضافی به صورت 10، 20 و 30 (i.e.,  $qd/qu=10\%$ )

20% نشان داده شده است. این مقادیر مناسب می باشد و از این روی تنش ها در زلزله ها به دلیل بار گذاری ماشین های ارتعاشی بر روی فونداسیون ها قرار می گیرند اگرچه مقدار 30 درصد بیانگر وقوع حداکثر است. مقدار  $qd/qu=30\%$  ضریب ایمنی  $(FS=qu / (qs+ qd)=300/(100+90)= 1.58)$  می باشد. این مقدار ضریب ایمنی، FS مطابق با مقدار FS با کد عملیات است. ضریب ایمنی، FS برای بار گذاری دینامیک بر طبق کد عملیات حداقل 1.5 است روش بارش برای رسوب خاک در مخزن استفاده شد. این روش امکان حفظ مقطع عرضی دایره ای را بدون معرفی قالب ها با روش های کوبش می دهد. برای ارایه پایداری منفذ در شکل دایره ای، یک دیافراگم با قطر 100 میلی متر با ضخامت 0.6 میلی متر و طول 218 میلی متر استفاده می شود.

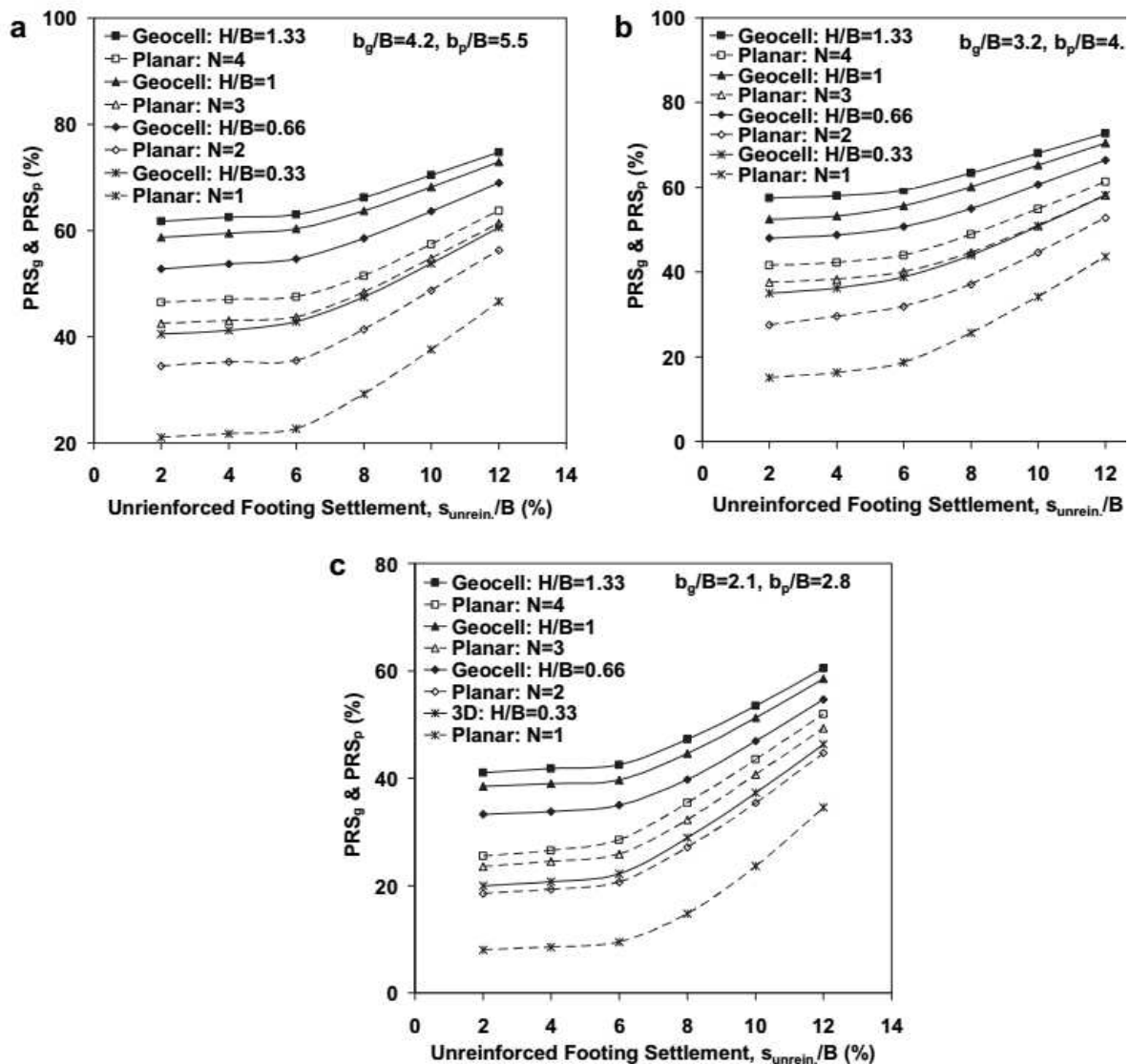


شکل 10: تغییرات ضریب بهبود ظرفیت تحمل با استقرار شالوده برای تقویت کننده ژئوسل صفحه ای با عرض

$(b_g/B = 2.1 \ \& \ b_p/B = 2.8)$ ، و عرض متوسط  $(b_g/B = 3.2 \ \& \ b_p/B = 4.1)$  و عرض کوتاه  $(b_g/B = 4.2 \ \& \ b_p/B = 5.5)$ .

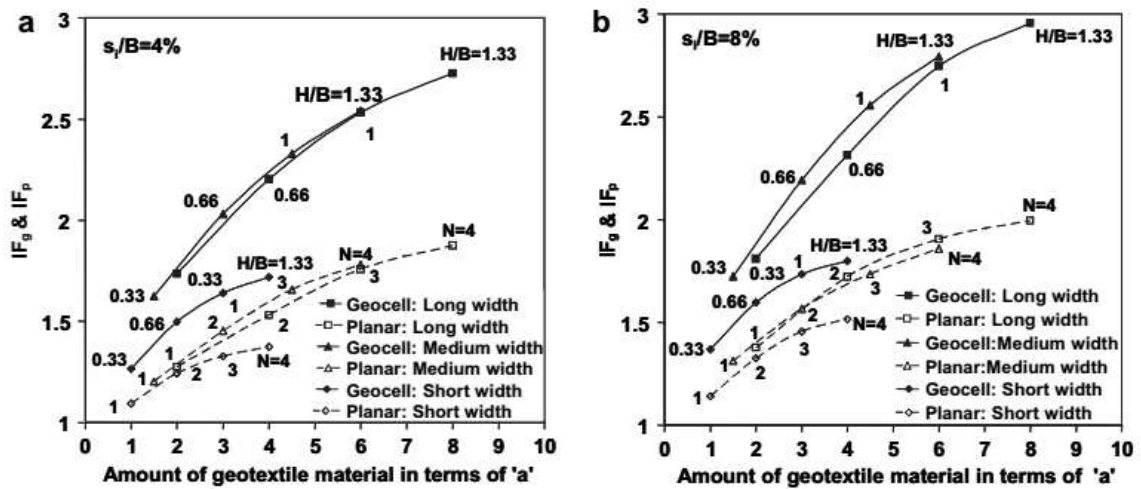
## 5-6 مقایسه عملکرد تقویت کننده صفحه ای و ژئوسل

بر اساس نتایج شکل 9 می توان گفت که برای همه نمونه های با یک چرم ماده ژئوتکستیل، سیستم بستر تقویت شده ژئوسل دارای ضریب سفتی بالا و دارای ظرفیت تحمل بالا در مقایسه با سیستم تقویت شده در هر زمان است. هم چنین شکل 10 و 11 نشان داده اند که در مواد ژئوتکستیل، فشار تحمل شالوده و در کاهش استقرار شالوده، یک تقویت کننده صفحه ای است. برای مثال در رابطه با تقویت کننده با نسبت 6 درصد، فشار تحمل برابر با  $177\%$  ( $IF_{\bar{e}} = 2.77$ ) به دلیل تقویت کننده ژئوسل می باشد در حالی که دارای 91 درصد بهبود برای تقویت کننده صفحه ای می باشد. این بدین معنی است که بهبود 45 درصدی ناشی از تقویت ژئوسل در مقایسه با تقویت صفحه ای وجود دارد به خصوص زمانی که ماده ژئوتکستیل برای هر دو تقویت کننده ژئوسل استفاده می شود. در این صورت استقرار شالوده 63 برای تقویت کننده ژئوسل و 47 درصد برای تقویت کننده صفحه ای است.



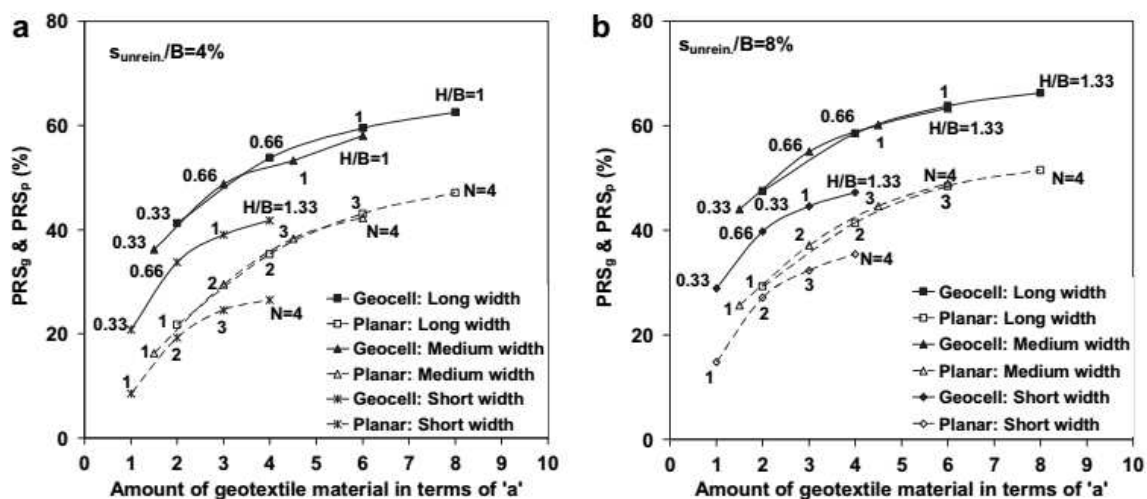
شکل 11: تغییرات درصد کاهش استقرار با استقرار شالوده برای تقویت کننده ژئوسل و صفحه ای  $(b_g/B = 4.2 \text{ \& } b_p/B = 5.5)$  و  $(b_g/B = 3.2 \text{ \& } b_p/B = 4.1)$  و  $(b_g/B = 2.1 \text{ \& } b_p/B = 2.8)$  که  $q_{unrein}$ ،  $q_{planar}$  و  $q_{geocell}$  مقادیر فشار تحمل بستر تقویت نشده، بستر تقویت صفحه ای و بستر تقویت شده با ژئوسل را به ترتیب نشان می دهد. لازم به ذکر است که اگر شالوده بر روی شن غیر مسلح به ظرفیت نهایی در استقرار خاص برسد، فشار تحمل به صورت مقدار نهایی ضمن محاسبه استقرار بستر استفاده می شود. یک تست بار استاتیک بر روی شالوده بر روی شن غیر مسلح و بدون ارایه ظرفیت بار مرجع برای بررسی اثرات بهبود شالوده به دلیل تقویت خاک انجام شد. در تست استاتیک ظرفیت بار استاتیک شن غیر مسلح  $qu=300$  kPa می باشد. یک ضریب ایمنی،  $F.S.=qu/qs=3$  برای تعریف  $qs$  به صورت 100 کیلوپاسکال در نظر گرفته شد. این مقدار ضریب ایمنی به صورت حداقل مقدار مورد استفاده در زمینه های کاربردی استفاده شده است. مقادیر بار دینامیک اضافی به صورت 10، 20 و 30  $qu$  (i.e.,  $qd/qu=10\%$ ,  $20\%$  و  $30\%$ ) نشان داده شده است. این مقادیر مناسب می باشد و از این روی تنش ها در زلزله ها به دلیل بار گذاری ماشین های ارتعاشی بر روی فونداسیون ها قرار می گیرد اگرچه مقدار 30 درصد بیانگر وقوع حداکثر است. مقدار  $qd/qu=30\%$ ، ضریب ایمنی  $(FS=qu/(qs+qd)=1.58$  (FS=300/(100+90)= 1.58) می باشد. این مقدار ضریب ایمنی، FS مطابق با مقدار FS با کد عملیات است. ضریب ایمنی، FS برای بار گذاری دینامیک بر طبق کد عملیات حداقل 1.5 است روش بارش برای رسوب خاک در مخزن استفاده شد. این روش امکان حفظ مقطع عرضی دایره ای را بدون معرفی قالب ها با روش های کوبش می دهد. برای ارایه پایداری منفذ در شکل دایره ای، یک دیافراگم با قطر 100 میلی متر با ضخامت 0.6 میلی متر و طول 218 میلی متر استفاده می شود. سیریش و همکاران (35) یکس ری تست های مدل مقیاس آزمایشگاهی را بر روی شالوده دایره ای با بستر های شنی مسلح را با منافذ دایره ای انجام داده اند. آن ها گزارش کردند که بهبود معنی دار در عملکرد را می توان با استفاده از پارچه های ژئوسل با اندازه کافی بر روی رس بدست آورد. چون شالوده های تحت بار های دوره ای گاهی مواقع در بالای منافذ قرار می گیرند، درک اثر منافذ بر روی عملکرد شالوده و اثرات سود مند تقویت خاک در رد اثر کاهشی منافذ بر روی استقرار پی از اهمیت زیادی برخوردار است. هم چنین منابع فوق نشان می دهد که مطالعات کمی در خصوص رفتار شالوده بر روی خاک مسلح با منافذ تحت بار مکرر وجود دارد. به منظور کمک به توسعه درک بهتر این مطالعات، در این تحقیق، یک سری از تست

های آزمایشگاهی تحت بار های یکنواخت و تکراری برای ارزیابی استقرار یک شالوده نواری در بالای منفذ پشتیبانی شده بر روی شن متراکم مسلح با تقویت ژئو گرید صفحه ای انجام شده است. برنامه آزمایشی برای بررسی پاسخ شالوده های ساخته شده بر روی شن غیر مسلح و مسلح با منافذ و تحت بار گذاری تکراری طراحی شده است. به طور اخص، هدف آن اثبات مزایای کاربرد ارماتور های ژئوگرید در شرایط خاکی غیر مسلح است. اثر تعداد لایه های مسلح در زیر قاعده شالوده، عمق استقرار منافذ بر روی کاهش اثر منفی منافذ بر روی استقرار شالوده و نسبت شدت بار تکراری به بار استاتیک اعمال شده و تعداد دور بار ها تحت شرایط حالت ثابت بررسی شده است.



شکل 12: تغییرات بهبود تحمل فشار با مقدار ماده ژئوتکستایل مورد استفاده برای تقویت کننده ژئوسل و صفحه

ای با تقویت کننده های کوچک، متوسط و بلند



شکل 13: تغییرات کاهش درصدی در استقرار شالوده با مقدار مواد ژئوتکستایل مورد استفاده برای ژئوسل و

تقویت صفحه ای

- در موارد سیستم تقویت صفحه ای، عمل تقویت بستگی به اصطکاک بین دو تقویت کننده صفحه ای افقی و مقاومت برشی خاک بین دو ورقه صفحه ای دارد. از این روی وقتی که بار اعمال شده بر روی انتقال شالوده کاهش می یابد، وزن خاک بین دو لایه کاهش می یابد به خصوص زمانی که بر مقاومت اصطکاکی با سطح تقویت کننده غلبه شود. این موجب محدود شدن توانایی سیستم و محدود شدن ظرفیت تحمل بار و استقرار بار می شود
- به دلیل مکانیسم سه بعدی، دیواره های سلولی تقویت کننده ژئوسل به صورت یک خاک کپسوله از مقدار بار با تعریف ماده بیان می شود. توزیع بار مجدد در منطقه محدود تعریف می شود که تعامل سه بعدی بین مواد و ساختار سلولی را نشان می دهد. تنش عمودی اعمال شده به اینفیل موجب ایجاد یک فشار افقی در محیط سلول می شود. لازم به ذکر است که سلول ها حول یک محیط با مقاومت ناشی از کرنش جانبی قرار دارند. اثر ترکیبی این مکانیسم ها همانند یک تشک بزرگ عمل می کنند که در بار اعمال شده توسعه می یابند و این منجر به بهبود عملکرد کل فشار و استقرار می شود
- گشتاور ایرنسی و مقاومت خمشی و برشی ژئوسل به طور گسترده ای بیش از تقویت صفحه ای با وزن یکسان است. به علاوه شن معمولاً ایجاد یک ماده کامپیوزیتی بهتر کرده و ژئوسل به عنوان یک بستر سفت تر عمل کرده و تنش را در سطح گسترده توزیع می کند.

#### 7- محدودیت و کاربرد پذیری

نتایج نشان داده شده در این جا می توانند در زمینه کاربرد تقویت کننده های ژئوسل به جای تقویت کننده های ژئوسنتتیک مناسب باشد. با این حال لازم به ذکر است که نتایج آزمایشی بدست آمده برای یک نوع ژئوتکتستایل، می تواند اهمیت زیادی داشته باشد. مواد ژئوسنتتیک به طور گسترده ای در زمینه های مهندسی ژئوتکنیک برای لایه های جاده سازی، خاکریز های پایدار در در خاک نرم و دسترسی سریع به زمین نرم استفاده می شود. یک کاربرد دیگر بهبود ظرفیت تحمل شالوده ها می باشد، با این حال در حال حاضر، این کاربرد به دلیل دانش محدود مربوط به رفتار استقرار بار شالوده ها بر روی خاک های تقویت شده سخت تر شده است. به منظور بررسی این کاربرد ها، محققان می توانند از مطالعات مختلف برای بررسی بهترین آرایش تقویت کننده موثر استفاده کنند. برای مثال، یون و همکاران (2004)، گاش و همکاران (2005)، پاترا (2005) از تست های مدل برای مطالعه تاثیر انواع مختلف تقویت کننده بر روی ظرفیت تحمل و استقرار شالوده استفاده می کنند. آن ها اثر سودمند تقویت



کننده را بر روی بهبود ظرفیت تحمل و کاهش در استقرار شالوده اثبات کرده اند. هافنوس و همکاران (2006) تست های میدانی بزرگ مقیاسی را بر روی یک جاده غیر اسفالت تقویت شده با ژئوسنتتیک برای بررسی اثر تقویت کننده بر روی ظرفیت تحمل و عملکرد آن بر روی لایه زیرین نرم انجام دادند. ژئوسنتتیک های مختلف مورد استفاده برای این جاده سنگفرش شده مسلح، دارای اثر تقویت کنندگی می باشد به خصوص زمانی که تحت یک لایه نازکی بر روی لایه زیرین نرم قرار گیرد.

### 8- جمع بندی و نتیجه گیری

در این تحقیق، مدل آزمایش و نتایج برای مقایسه مزایای بالقوه فونداسیون تقویت کننده با ژئوسل و اشکال صفحه تقویت کننده ژئوتکستایل درای و ویژگی های یکسان استفاده شده است. نتایج جامع حاصل از تست های مدل بر روی شالوده نواری بر روی بستر های شنی مسلح صفحه ای و ژئوسل با ویژگی های یکسان ژئوتکستایل ارایه می شود. پارامتر های مختلف مطالعه شده در این برنامه آزمایشی شامل عرض تقویت کننده، تعداد لایه های صفحه ای ژئوتکستایل و ارتفاع ژئوسل زیر پایه شالوده می باشند. بر عکس محققان دیگر، عملکرد ژئوسل و تقویت کننده صفحه ای در طیف وسیعی از سطوح پایین تا متوسط استقرار بررسی می شود. نتایج نشان می دهد که کارایی تقویت کننده با افزایش تعداد لایه های تقویت کننده صفحه ای، ارتفاع تقویت کننده ژئوسل و عرض تقویت کننده کاهش یافت. برای جرم مساوی مواد ژئوتکستایل مورد استفاده در تست ها در سطح استقرار 4 درصد حداکثر بهبود ماکزیمم در ظرفیت تحمل، و درصد کاهش استقرار شالوده به صورت 2.73 و 63 درصد با ارایه ژئوسل حاصل شد، و این در حالی است که این مقادیر با 1.88 و 47 درصد برای تقویت کننده صفحه ای معادل مقایسه می شود. به طور کلی، نتایج نشان می دهد که برای یک مقدار یکسان از ماده ژئوتکستایل، سیستم تقویت کننده ژئوسل سفت تر شده و دارای بار بزرگ تری بوده و کم تر از سیستم تقویت کننده صفحه ای نشست می کند. از این روی، بهبود فشار تحمل و استقرار شالوده با استفاده از مقدار کم تری از مواد ژئوسل در مقایسه با ژئوتکستایل صفحه ای بدست می آید.

1- ارایه تقویت کننده ژئوسل در تقویت لایه شنی موجب افزایش تحمل ظرفیت بار، کاهش استقرار شالوده و کاهش

سطح و شکاف سطحی می شود

- 2- به طور کلی، با افزایش در تعداد لایه های تقویت کننده صفحه ای، ارتفاع اتقویت کننده ژئوسل و عرض تقویت کننده، فشار تحمل فونداسیون افزایش می یابد
- 3- عمق بهینه لایه بالایی تقویت کننده صفحه ای 0.35 برابر بیش از عرض شالوده می باشد در حالی که عمق بالای ژئوسل 0.1 برابر عرض شالوده است
- 4- برای مورد تقویت کننده ژئوسل، مقدار بهینه نسبت U-B از سری های آزمایشی 2 در جدول 3 بدست آمد. تست ها برای عمق های مختلف جایگذاری ژئوسل زیر قاعده اصلی انجام شدند در حالی که  $bg/B$  و HB به میزان 4.2 و 0.33 ثابت هستند. بهبود متناظر در فشار تحمل با UB در مقادیر مختلف استقرار در شکل 7 نشان داده شده است.
- 5- برای مقادیر استقرار تحمل شده در زمینه های کاربردی، بهبود ظرفیت تحمل به جای 200 درصد و کاهش استقرار تا 75 درصد با کاربرد تقویت کننده ژئوسل بدست آمد در حالی که افزایش وق 150 و 54 درصد برای دو مقدار است
- 6- تحقیقات قیاسی نشان می دهد که برای دست یابی به بهبود در فشار تحمل و استقرار شالوده، مواد کمی در پیاده سازی ژئوسل در مقایسه با مورد صفحه ای استفاده می شود. در این مقاله تقویت کننده ژئوسل برای آرایش کلی سه برابر بیش از وزن کل مواد ژئوتکستایل مطلوب بود.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی