



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

# رفتار شالوده نواری بر روی شن مسلح با منافذ تحت بارگذاری مکرر

## چکیده

این مقاله به توصیف یک سری از تست های مدل های آزمایشگاهی بر روی شالوده های نواری بر روی شن مسلح با ژئوگرید و غیر مسلح با یک منفذ درونی می پردازد. شالوده در معرض ترکیبی از بار های استاتیک و دوره ای قرار می گیرد. تاثیر پارامتر های مختلف از جمله عمق استقرار پی، تعداد لایه های آرماتور بندی شده و بزرگی بار دوره ای مطالعه شد. نتایج نشان می دهد که استقرار پی به دلیل بار گذاری مکرر زمانی افزایش می یابد که منافذ در منطقه گسیختگی شالوده وجود داشته باشند و زمانی کاهش می یابد که فاصله عمودی منافذ از انتها افزایش یابد و لایه های آرماتور در زیر شالوده افزایش پیدا کنند. برای یک دامنه خاصی از بار تکراری، استقرار شالوده با شن های مسلح و تقویت شده مشابه است و لایه خاک ضخیم تر بر روی منافذ موجب بهبود استقرار منافذ می شود. به طور کلی، نتایج نشان می دهد که سیستم شالوده خاک مسلح با لایه ژئوگرید کافی و عمق استقرار به صورت سفت تر رفتار کرده و حامل بار بیشتری با استقرار کم تر در مقایسه با خاک غیر مسلح در نبود منفذ است و اثرات نامطلوب منفذ را بر روی رفتار شالوده حذف می کند. استقرار نهایی شالوده تحت بار گذاری دوره ای حدود 4 برار نسبت به استقرار پی تحت بار گذاری استاتیک در بزرگ یکسانی از بار اعمال شده بود.

کلمات کلیدی: بار های تکراری، منافذ، تقویت با ژئوگرید، تست آزمایشگاهی، شالوده نواری، استقرار پی

## 1- مقدمه

منافذ زیر زمینی واقع در منطقه شکست شالوده می تواند منجر به بروز مسائل مهندسی جدی و ناپایداری پی و در نهایت آسیب جدی به روساخت ها شود. در صورتی که منافذ در زیر شالوده در عمق سطحی قرار داشته باشد، نتیجه می تواند پر هزینه و خطرناک باشد. آن ها نتیجه استقرار بک فیل های ترانشه با کوبیدگی ضعیف می باشند: لوله ها، تونل، شبکه های اب و گاز و یا معابر قدیمی می توانند از این موارد باشند. به دلیل رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای توسعه مناطق شهری، حفره های معدنی به یک مسئله اصلی برای مهندسان تبدیل شده است.

بسیاری از محققان، به مطالعه عملکرد شالوده بر روی خاک های غیر مسلح با منافذ تحت بار های استاتیک پرداخته اند. نتایج این مطالعه نشان داد که یک منطقه بحرانی تحت شالوده قرار دارد و تنها زمانی منافذ درون یک منطقه بحرانی قرار می گیرند که منطقه بحرانی تحمل کننده بار بر اساس ابعاد مختلف استفاده می شود. با این حال این در صورتی عملی است که یک فضای کافی وجود داشته باشد.

در طی سال های اخیر به دلیل سهولت ساخت و ساز و توانایی بهبود ویژگی های تحمل بار، تخت بار های استاتیک، ژئوسنتتیک ها و خاک های تقویت شده برای مهندسان مختلف به کار گرفته است.

مطالعات آزمایشی و نظری بر روی ویژگی های دینامیک پی های سطحی بر روی خاک های غیر مسلح برای کشف نقش دور های بار بر روی استقرار شالوده انجام شده است (22-24 دور های بار بر روی استقرار شالوده انجام شده است (22-24). برای شالوده های بر روی خاک های مسلح تحت بار های مکرر، تنها چند مطالعه مرتبط گزارش شده است (25-26-27-28-29). داس و ماجی (30-31) تست های مدل آزمایشگاهی را انجام داده و مشاهده کردند که تحت بار گذاری با فرکانس پایین مکرر، شالوده ها بر روی محیط های تقویت شده با ژئوسنتتیک، و با خاک متراکم استقرار کم تری را نسبت به بار گذاری استاتیک تجربه می کنند. مقدس تفرشی و داوسون (21) یک سری از مدل های آزمایشگاهی را بر روی شالوده نواری بر روی بستر های شنی صفحه ای و سه بعدی با ویژگی های یکسان ژئوتکستایل تحت ترکیبی از بار های استاتیک و مکرر انجام دادند.

نتایج نشان داد که بهبود معنی دار در عملکرد سیستم شالوده را می توان با استفاده از ارماتور و نیز با مقدار یکسانی از مواد ژئوتکستایل بدست آورد. سیستم تقویت به صورت سه بعدی رفتار کرده و موجب استقرار کم تری از سیستم تقویت صفحه ای معادل می شود.

در رابطه با شالوده پشتیبانی شده با بستر خاک مسلح با یک منفذ در زیر بار های یکنواخت، چندین محقق مطالعاتی را انجام داده اند (32-34-33-35). داس و کینگ (32) از یک تست مدل آزمایشگاهی برای تعیین بهبود ظرفیت تحمل پشتیبانی شده با یک لایه شن قوی تر و یک لایه رس ضعیف تر با منافذ مستطیلی پیوسته در زیر خط مرکزی پی استفاده کردند. آن ها گزارش کرده اند که ظرفیت تحمل به طور کلی به دلیل وجود منافذ کاهش یافته و به طور معنی داری با یک لایه ژئو گرید افزایش می یابد.

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 کرابرد 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.

## 2- دستگاه آزمایش

دستگاه آزمایش مورد استفاده در این مطالعه در شکل 1 نشان داده شده است. این دستگاه قادر به گنجاندن شالوده نواری بر روی منفذ با خاک با تراکم یکنواخت از پیش تعیین شده است. این به طور کلی متشکل از چهار بخش یعنی سیستم بار گذاری، مخزن تست، دستگاه تهیه خاک و سیستم جمع اوری داده ها است. توصیف کوتاه هر بخش ارایه شده است

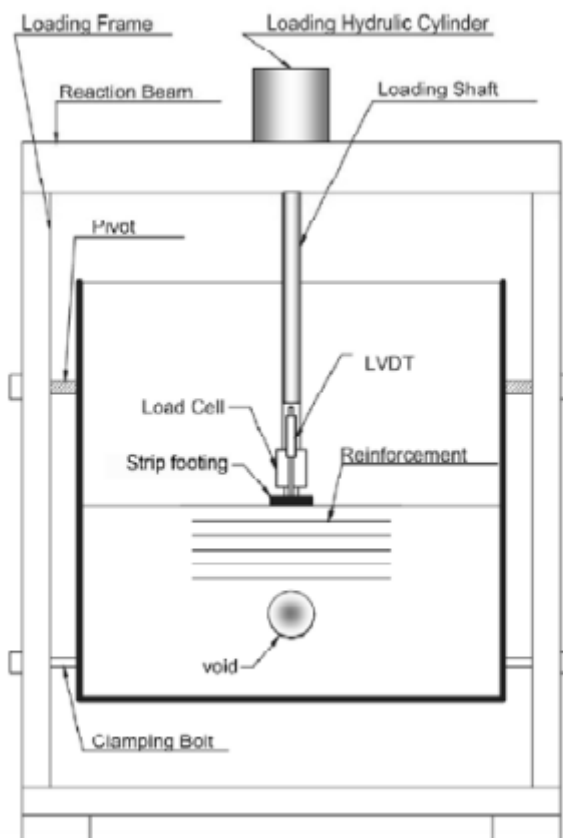
### 1-2 سیستم بار گذاری

سیستم بار گذاری متشکل از یک قاب، یک استوانه هیدرولیکی و یک واحد کنترل است. قاب بار گذاری شامل دو ستون فولادی سفت و سنگین با ارتفاع 1600 میلی متر و یک تیر افقی با طول 1270 میلی متر است که یک استوانه

هیدرولیکی را با قطر درونی 80 میلی متر پشتیبانی می کند. استوانه هیدرولیکی می تواند تولید بار های یکنواخت و دوره ای بسته به شدت خاک ورودی تحت فشار کند. بار های عمودی دوره ای با بزرگی ، فرکانس و تعداد دور بار را می توان با کنترل واحد تولید و کنترل کرد

## 2-2 مخزن تست

یک شالوده نواری بر روی یک منفذ متحد المركز در یک سیستم بستر خاک در یک دسته از سازه ها قرار گرفته است که می توان آن ها را در حالت کرنش صفحه ای قرار دارد زیرا آن ها دارای طول  $Z$  می باشند که بزرگ تر از دو بعد دیگر در جهات ایکس و ایگرک است. در تست کوچک مقیاس، شرایط کرنش صفحه ای با ایجاد مدل با رابطه  $X-Z$  برای پیش گیری از اصطکاک بدست آورد که موجب اختلال در جهت طولی با در نظر گرفتن یک بعد  $Z$  می شود به طوری که اثرات نهایی با رفتار بخش میانی آزمایش تداخلی ندارند



شکل 1: نمای شماتیک از دستگاه آزمایش

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.

وجه جلویی با یک تیر قوی با مقطع 30 در 60 میلی متر برای پیش گیر یاز حرکت ضلع جلو برای حفظ شرایط کرنش صفحه ای قرار می گیرد.

مخزن آزمایشی متصل به قاب بار گذاری ستونی با استفاده از دو محور افقی بوده و در جهات عمودی و افقی تثبیت می شود. مخزن آزمایشی توانایی چیدمان افقی را در طی مراحل آماده سازی و مجموعه عمودی در طی مرحله بار گذاری در بخش 4 دارد. پس از تکمیل نمونه برداری و قبل از اعمال بار، مخزن در جهت عمودی با چرخش 90 درجه ای قرار می گیرد. برای مشاهدات بصری سیستم منفذ-شن و نیز اسکن تصویر، وجه جلویی مخزن متشکل از شیشه پلکسی می باشد که در مرحله آماده سازی حذف می شود.

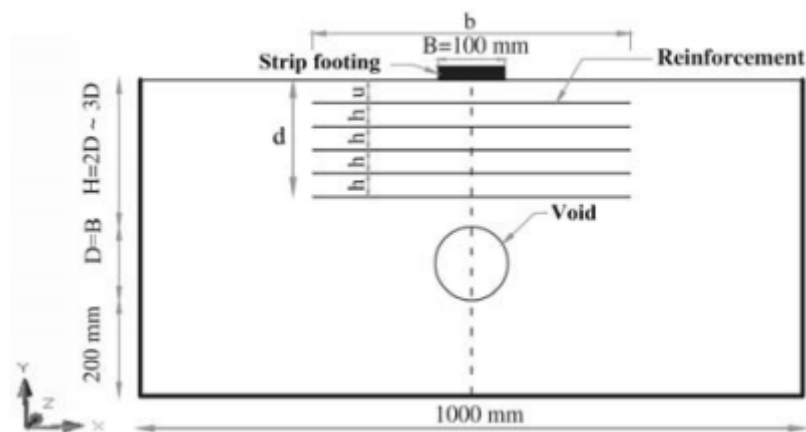
## 2-3 دستگاه آماده سازی خاک

به منظور ارزیابی 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 دستیابی 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

## 2-4 سیستم جمع اوری داده ها

این سیستم طوری توسعه یافته است که در آن همه بارها، جا به جایی ها و زمان را می توان به طور خودکار خواند و ثبت کرد. یک سلول بار S شکل با صحت 0.01 درصد مقیاس کامل بین میله بار گذاری و سطح خاک با ظرفیت 50 کیلو نیوتون برای اندازه گیری دقیق الگوی بار وارد بر سطح ترانشه استفاده می شود. دو انتقال دهنده متغیر با

سطح 0.01 درصد با دامنه کامل در دو طرف مدل شالوده برای استقرار میانگین سطح خاک در طی بارهای مکرر استفاده می‌شوند. برای اطمینان از خواندن دقیق، نمای کلی از مخزن و همه اتصالات در شروع آزمایش در شکل 3 نشان داده شده است



شکل 2: ارایش ترانشه



شکل 3 نمای کلی از مخزن آزمایش با اتصالات

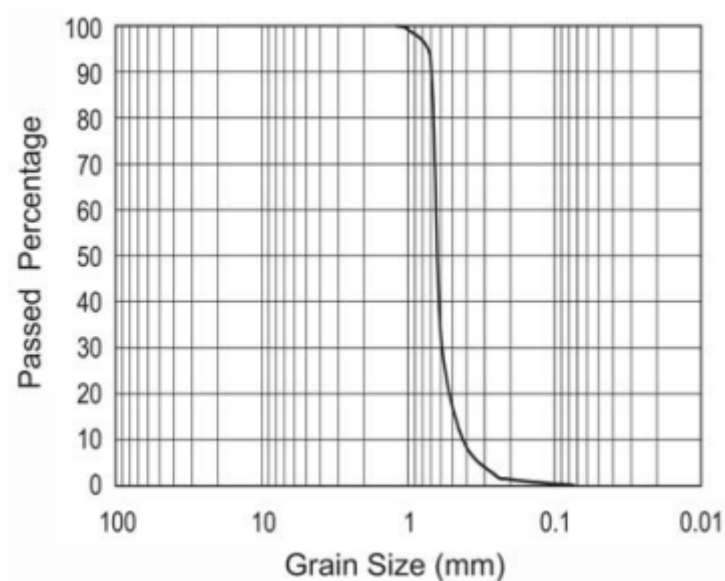
مواد

شن

شن سیلیس نسبتاً یکنواخت با اندازه دانه 0.07 تا 1.24 میلی متر استفاده شد. توزیع اندازه دانه شن در شکل 4 نشان داده شد. شن به صورت sp در سیستم طبقه بندی واحد در جدول 1 نشان داده شده است.

### 3-2 ژئوگرید

ژئوگرید مورد استفاده در این تحقیق توسط شرکت ایرانی با ویژگی های مهندسی نشان داده شده در جدول 2 ایجاد شد.



شکل 4: توزیع اندازه ذرات

توصیف مقدار

ضریب یکنواختی، مس 1.51

ضریب انحنای، 1.29

اندازه دانه موثر، D<sub>10</sub> (میلی متر) 0.4

D<sub>30</sub> (میلی متر) 0.6

اندازه دانه متوسط، D<sub>50</sub> (میلی متر) 0.64



D60 (میلی متر) 0.65

حداکثر نسبت تخلخل، EMAX 1.12

حداقل نسبت تخلخل، امین 0.55

رطوبت (%) 0

وزن مخصوص، GS 2.67

زاویه اصطکاک، (درجه) 38.6

جدول 2: ویژگی های مهندسی ژئوگرید hdpe

ضخامت (میلیمتر) 5.2

جرم واحد سطح (kg / m<sup>2</sup>) و 0.695

استحکام کششی نهایی (KN / متر) 5.8

اندازه دیافراگم (میلی متر) 27 × 27

آماده سازی تست مدل

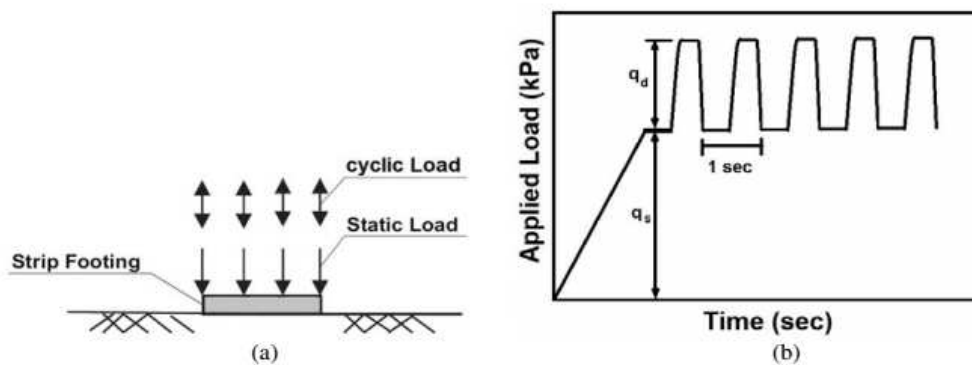
روش بارش برای رسوب خاک در مخزن استفاده شد. این روش امکان حفظ مقطع عرضی دایره ای را بدون معرفی قالب ها با روش های کوبش می دهد. برای ارایه پایداری منفذ در شکل دایره ای، یک دیافراگم با قطر 100 میلی متر با ضخامت 0.6 میلی متر و طول 218 میلی متر استفاده می شود. سیریش و همکاران (35) یکس ری تست های مدل مقیاس 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 تکراری به بار استاتیک اعمال شده و تعداد دور بار ها تحت شرایط حالت ثابت بررسی شده است.

### الگوی بار تکراری اعمال شده

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.

شکل 5 تاریخچه زمانی بار اعمال شده بر روی شالوده را نشان می دهد. همان طور که دیده می شود، شالوده در معرض بار استاتیک شدت در 1 کیلو پاسکال بر ثانیه قرار می گیرد که پس از آن بار دارای بزرگی  $qd$  می باشد. قبل از اعمال بار تکراری، بار ساکن تا زمان استقرار ثابت باقی می ماند. در طی تست ها، بار به طور دائم به شالوده وارد می شود و دارای فرکانس 1 هرتز است و این تا زمان کاهش سرعت تغییر استقرار ادامه می یابد و رفتار ناپایدار در نهایت مشاهده می شود.



شکل 5: تاریخچه زمانی بار گذاری تکراری و استاتیک اولیه بر روی شالوده

### پارامتر های آزمایش و برنامه آزمایش

شکل هندسی پیکر بندی های آزمایشی در نظر گرفته شده در این تحقیقات در شکل 2 نشان داده شده است. هم چنین جزییات تست های استاتیک و تکراری در جدول 3 نشان داده شده است. 76 تست در سری های مختلف ب طراحی شده و در این تحقیق برای مطالعه اثر عمق استقرار منفذ، تعداد لایه های تقویت کننده، نسبت شدت بار به بارنهایی و تعداد دور های بار بر روی رفتار شالوده در نظر گرفته شد. 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.

وجه جلویی با یک تیر قوی با مقطع 30 در 60 میلی متر برای پیش گیر یاز حرکت ضلع جلو برای حفظ شرایط کرنش صفحه ای قرار می گیرد. مخزن آزمایشی متصل به قاب بار گذاری ستونی با استفاده از دو محور افقی بوده و در جهات عمودی و افقی تثبیت می شود. مخزن آزمایشی توانایی چیدمان افقی را در طی مراحل آماده سازی و مجموعه عمودی در طی مرحله بار گذاری در بخش 4 دارد. پس از تکمیل نمونه برداری و قبل از اعمال بار، مخزن

در جهت عمودی با چرخش 90 درجه ای قرار می گیرد. برای مشاهدات بصری سیستم منفذ- شن و نیز اسکن تصویر ، وجه جلویی مخزن متشکل از شیشه پلکسی می باشد که در مرحله آماده سازی حذف می شود.

تست های استاتیک و تکراری در چهار سری از آزمایش برای بررسی موارد زیر انجام شد

- ظرفیت تحمل شالوده نواری بر روی شن مسلح و غیر مسلح با منفذ در اعماق مختلف که با  $H/D$  نشان داده می شود

- اثر عمق استقرار منقذ  $H.D$  برای کاهش اثرات بر روی سیستم شالوده تحت بار های تکراری

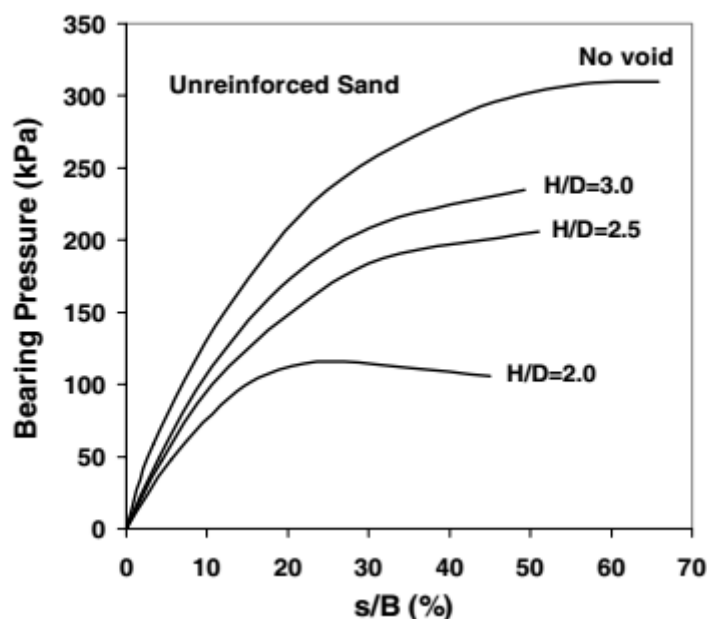
- اثر تعداد لایه های تقویت کننده تحت بار های تکراری

- اثر جرخه بار و نسبت شدت بار تکراری به بار نهایی  $qd/du$

- مقایسه استقرار شالوده تحت بار های استاتیک و تکراری در شدت بار یکسان

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.,  $qd/qu=10\%, 20\%$  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  $FS=qu/(qs+1.58)$  (  $FS=qu/(qs+1.58)$  ) 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

جدول 3: طرح تست های استاتیک و تکراری برای شن مسلح و غیر مسلح



شکل 6: تغییرات فشار تجمل با استقرار برای شالوده بر روی شن غیر مسلح و بدون منفذ

#### نتایج و بحث

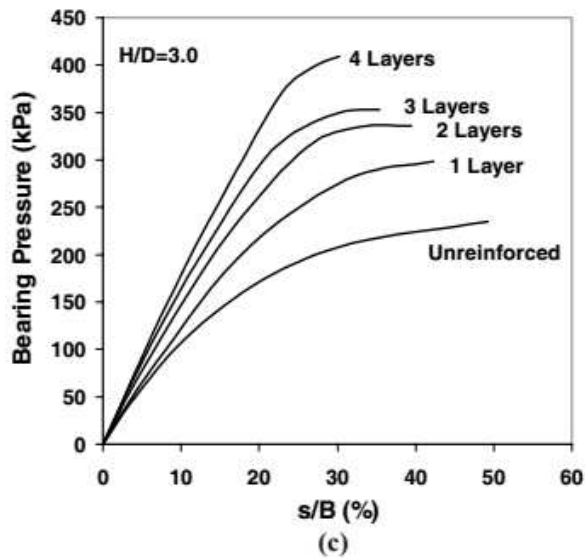
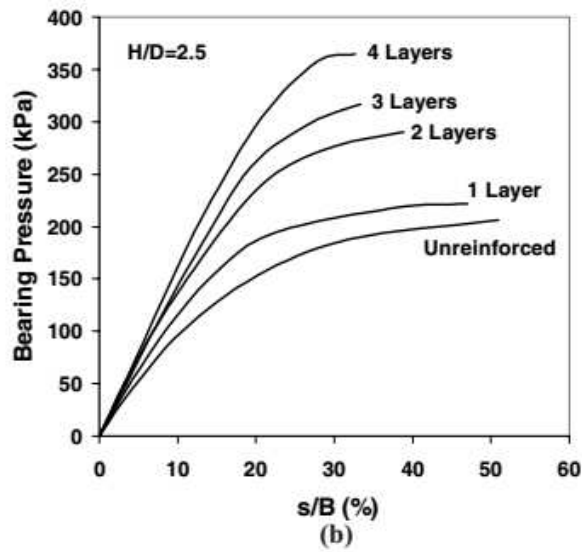
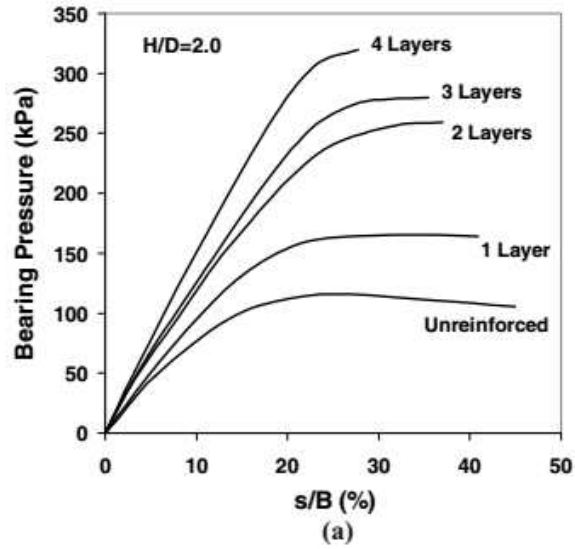
در این بخش، نتایج آزمایش مدل آزمایشگاهی با بحث در خصوص اثرات پارامترهای مختلف ارایه شده است/ مقدار فشار تحمل شالوده بر روی شن مسلح و غیر مسلح تحت بار و استقرار شالوده تحت ترکیبی از بار تکراری و استاتیک می باشد. در این جا یک انتخاب لازم است.

#### نتایج آزمایش استاتیک

شکل 6 رفتار استقرار تحمل فشار را با هر دو فونداسیون غیر مسلح با و بدون منفذ در مناطق مختلف نشان می دهد. 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  $F.S.=qu/(qs+1.58$

$FS = 300 / (100 + 90) = 1.58$  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



شکل 7: تغییر فشار تحمل با استقرار برای فونداسیون بر روی خاک مسلح و غیر مسلح برای اعماق استقرار مختلف  
(c)  $H/D=3.0$  و (a)  $H/D=2.0$ , (b)  $H/D=2.5$

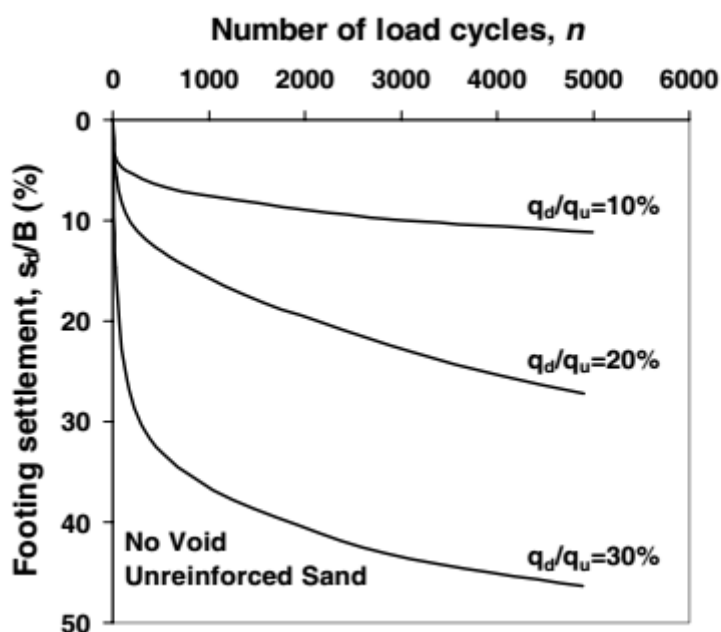
روش بارش برای رسوب خاک در مخزن استفاده شد. این روش امکان حفظ مقطع عرضی دایره ای را بدون معرفی قالب ها با روش های کوبش می دهد. برای ارایه پایداری منفذ در شکل دایره ای، یک دیافراگم با قطر 100 میلی متر با ضخامت 0.6 میلی متر و طول 218 میلی متر استفاده می شود. سیریش و همکاران (35) یکس ری تست های مدل مقیاس 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 آرماتور 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.

### نتایج تست های دوره ای

#### رفتار عمومی استقرار شالوده تحت بار دوره ای

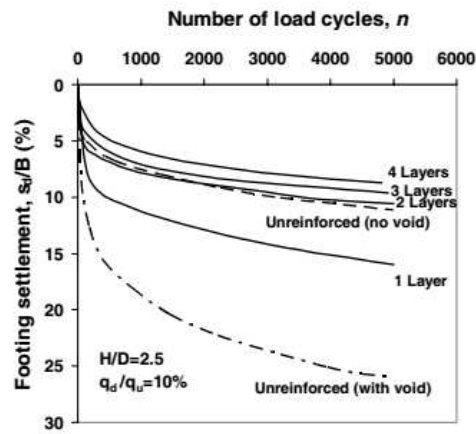
شکل 8 تغییرات استقرار شالوده پیک را با تعداد سیکل های بار تحت بار دوره ای برای سه مقدار نسبت تنش دوره ای  $qd/qu$  نشان می دهد. شالوده در معرض ترکیبی از بار های استاتیک و دوره ای قرار می گیرد. تاثیر پارامتر های مختلف از جمله عمق استقرار پی، تعداد لایه های آرماتور بندی شده و بزرگی بار دوره ای مطالعه شد. نتایج نشان

می دهد که استقرار پی به دلیل بار گذاری مکرر زمانی افزایش می یابد که منافذ در منطقه گسیختگی شالوده وجود داشته باشند و زمانی کاهش می یابد که فاصله عمودی منافذ از انتها افزایش یابد و لایه های ارماتور در زیر شالوده افزایش پیدا کنند. برای یک دامنه خاصی از بار تکراری، استقرار شالوده با شن های مسلح و تقویت شده مشابه است و لایه خاک ضخیم تر بر روی منافذ موجب بهبود استقرار منافذ می شود. به طور کلی، نتایج نشان می دهد که سیستم شالوده خاک مسلح با لایه ژئوگرید کافی و عمق استقرار به صورت سفت تر رفتار کرده و حامل بار بیشتری با استقرار کم تر در مقایسه با خاک غیر مسلح در نبود منفذ است و اثرات نامطلوب منفذ را بر روی رفتار شالوده حذف می کند. استقرار نهایی شالوده تحت بار گذاری دوره ای حدود 4 بار نسبت به استقرار پی تحت بار گذاری استاتیک در بزرگ یکسانی از بار اعمال شده بود.

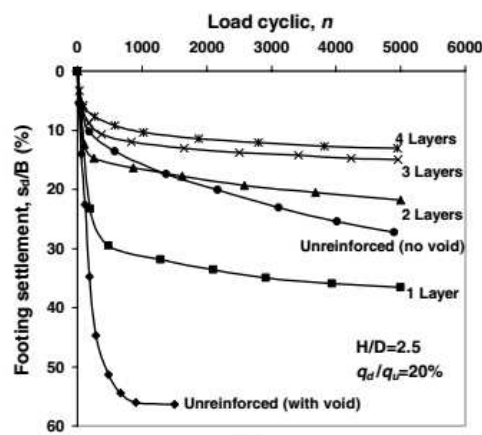


شکل 8: تغییرات استقرار شالوده با تعداد دوره های بار گذاری برای شرایط غیر مسلح و بدون منفذ

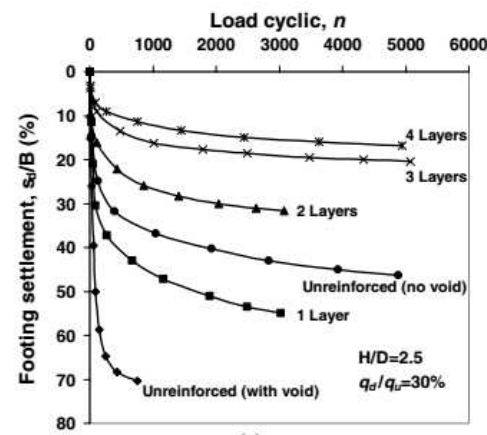




(a)



(b)



(c)

شکل 9: تغییرات استقرار با تعداد دور های بار گذاری برای استقرار شالوده،  $H/D=2.5$

(a)  $q_d/q_u=10\%$ , (b)  $q_d/q_u=20\%$ , (c)  $q_d/q_u=30\%$

در فشار های اعمال شده پایین ( $q_d/q_u=10\%$ )، استقرار شالوده سریعاً کاهش یافته و با استفاده از دو لایه ژئوگریف اثرات نامطلوب منافذ کاهش می یابد.

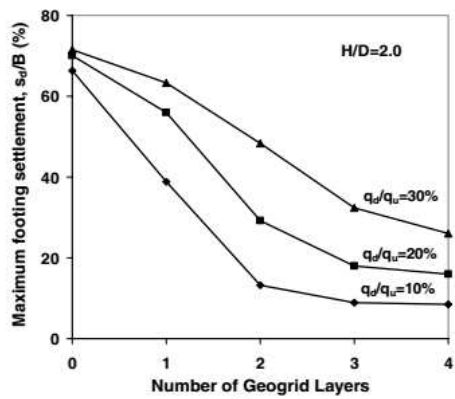
به منظور تشریح اثر تعداد لایه های تقویتی بر روی استقرار شالوده بر روی شن با منفذ، تغییر استقرار شالوده با تعداد ژئوگریف برای عمق های مختلف  $H/D$  در شکل 10 نشان داده شده است. همان طور که دیده شده است با

افزایش تعداد لایه های ژئوگرید، استقرار شالوده برای H.D کاهش می یابد. برای  $N=3$  و  $H/D=2.0$  تغییر در نسبت استقرار با افزایش تعداد لایه ها، N غیر معنی دار است و این تعداد با Nopt نشان داده می شود. مقدار Nopt مستقل از فشار شالوده اعمال شده می باشد در حقیقت لایه های ژئوگرید در حد فاصل بین فشار قرار می گیرد

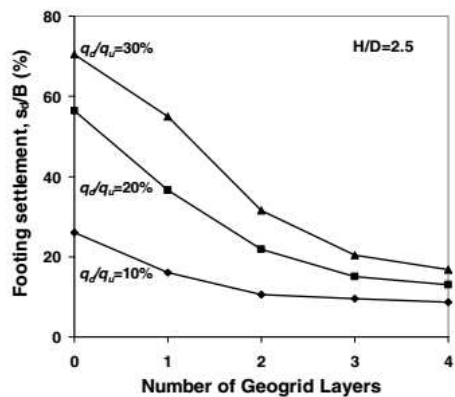
فاصله بین پایه شالوده و پایین ترین لایه ژئوگرید d به صورت زیر بدست می آید

$$d = u + (N-1)h \quad (1)$$

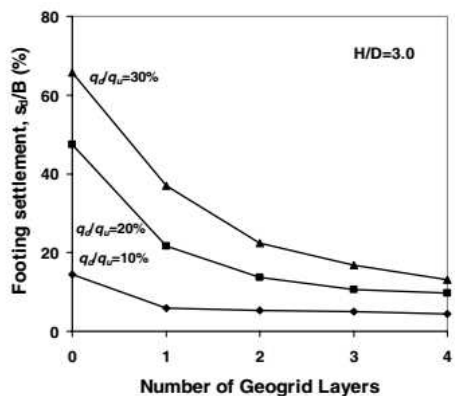
در فشار های اعمال شده پایین ( $q_d/q_u=10\%$ )، استقرار شالوده سریعاً کاهش یافته و با استفاده از دو لایه ژئوگرید اثرات نامطلوب منافذ کاهش می یابد. به منظور تشریح اثر تعداد لایه های تقویتی بر روی استقرار شالوده بر روی شن با منفذ، تغییر استقرار شالوده با تعداد ژئوگرید برای عمق های مختلف H.D در شکل 10 نشان داده شده است. همان طور که دیده شده است با افزایش تعداد لایه های ژئوگرید، استقرار شالوده برای H.D کاهش می یابد. برای  $N=3$  و  $H/D=2.0$  تغییر در نسبت استقرار با افزایش تعداد لایه ها، N غیر معنی دار است و این تعداد با Nopt نشان داده می شود. مقدار Nopt مستقل از فشار شالوده اعمال شده می باشد در حقیقت لایه های ژئوگرید در حد فاصل بین فشار قرار می گیرد



(a)

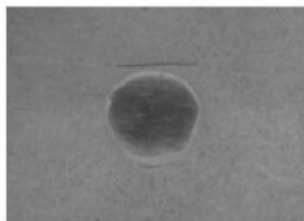


(b)

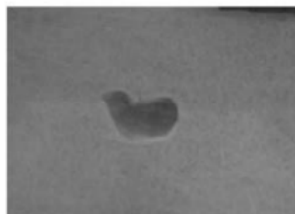


(c)

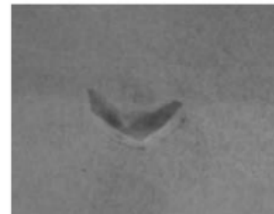
شکل 10: تغییر استقرار با تعداد لایه های ژئوگرید H/D=2.0 (a), H/D=2.5 (b), H/D=3.0 (c)



N=4



N=2



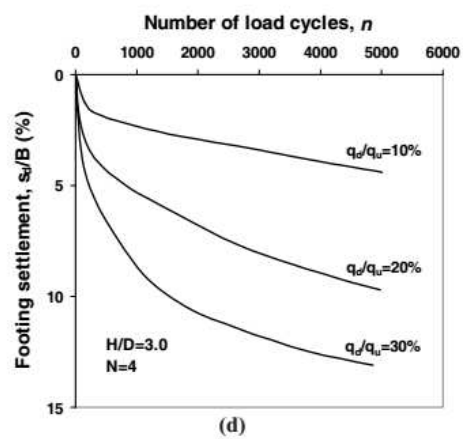
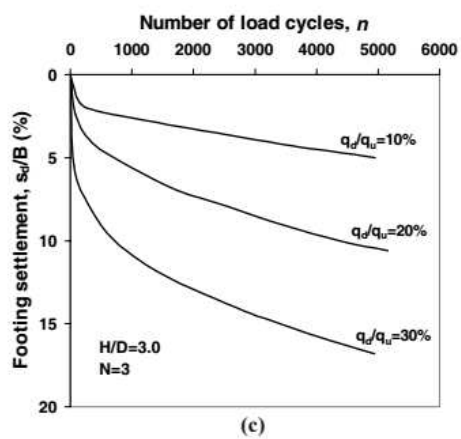
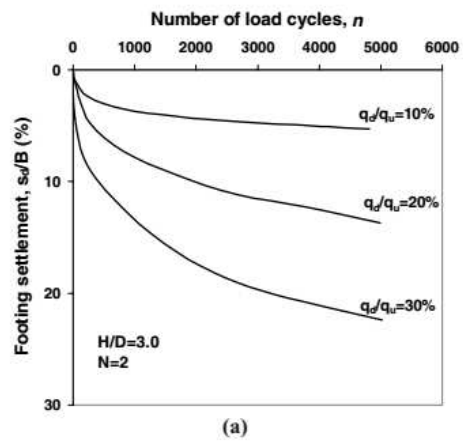
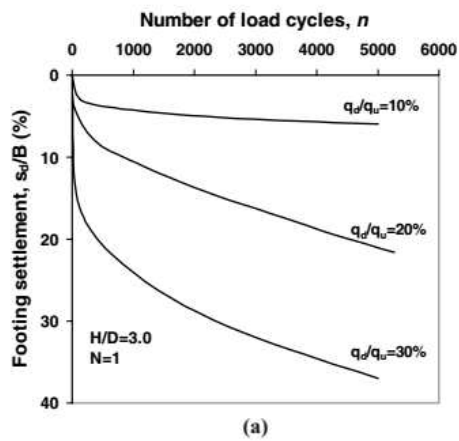
N=1

شکل 11: منافذ دفورمه شده برای لایه های ژئوگرید مختلف  $q_d/q_u=20\%$  تحت بار گذاری دوره ای و  $H/D=2.0$  است

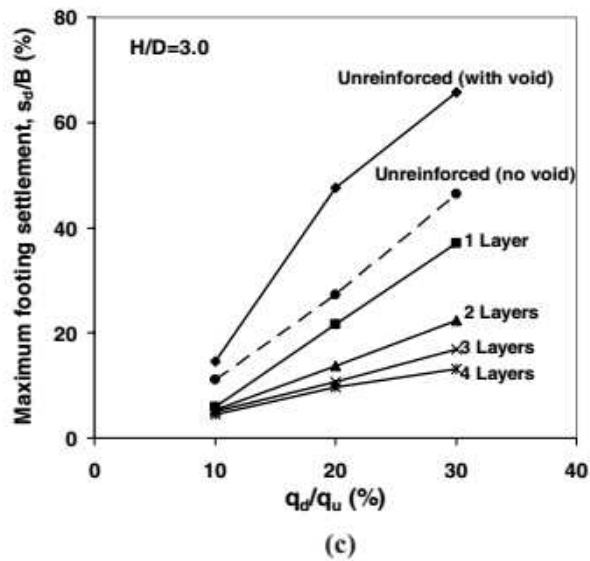
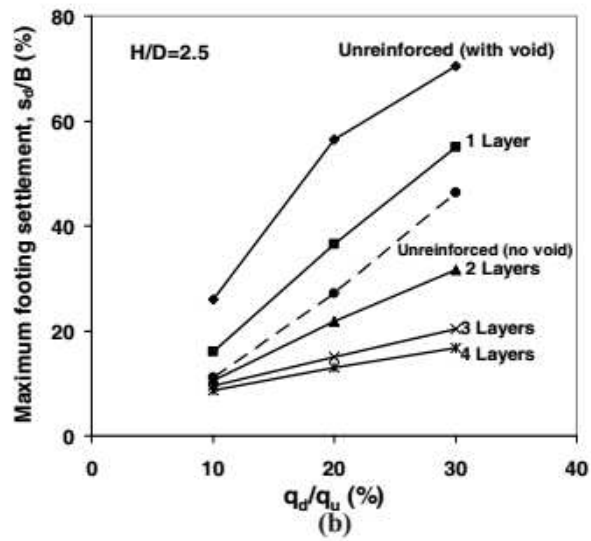
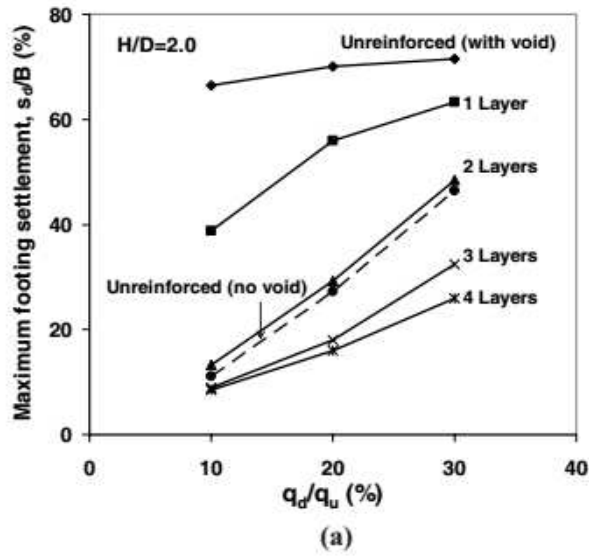
### تأثیر بزرگی بار های تکراری

تغییرات استقرار شالوده با تعداد دور های بار برای منافذ در سه برابر قطر منفذی،  $H/D=3.0$ ، لایه های تقویت کننده و بزرگی فشار متفاوت  $q_d/q_u$  در شکل 12 نشان داده شده است. به منظور تشریح اثر تعداد لایه های تقویتی بر روی استقرار شالوده بر روی شن با منفذ، تغییر استقرار شالوده با تعداد ژئوگرید برای عمق های مختلف H.D در شکل 10 نشان داده شده است. همان طور که دیده شده است با افزایش تعداد لایه های ژئوگرید، استقرار شالوده برای H.D کاهش می یابد. برای  $N=3$  و  $H/D=2.0$  تغییر در نسبت استقرار با افزایش تعداد لایه ها، N غیر معنی دار است و این تعداد با  $N_{opt}$  نشان داده می شود. مقدار  $N_{opt}$  مستقل از فشار شالوده اعمال شده می باشد در حقیقت لایه های ژئوگرید در حد فاصل بین فشار قرار می گیرد. شکل هندسی پیکر بندی های آزمایشی در نظر گرفته شده در این تحقیقات در شکل 2 نشان داده شده است. هم چنین جزییات تست های استاتیک و تکراری در جدول 3 نشان داده شده است. 76 تست در سری های مختلف ب طراحی شده و در این تحقیق برای مطالعه اثر عمق استقرار منفذ، تعداد لایه های تقویت کننده، نسبت شدت بار به بارنهایی و تعداد دور های بار بر روی رفتار شالوده در نظر گرفته شد. 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. منافذ زیر زمینی واقع در منطقه شکست شالوده می تواند منجر به بروز مسائل مهندسی جدی و ناپایداری پی و در نهایت آسیب جدی به روساخت ها شود. در صورتی که منافذ در زیر شالوده در عمق سطحی قرار داشته باشد، نتیجه می تواند پر هزینه و خطرناک باشد. آن ها نتیجه استقرار بک فیل های ترانشه با کوبیدگی ضعیف می باشند: لوله ها، تونل، شبکه های اب و گاز و یا معابر قدیمی می توانند از این موارد باشند. به دلیل رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای توسعه مناطق شهری، حفره های معدنی به یک مسئله اصلی برای مهندسان تبدیل شده است.

بسیاری از محققان، به مطالعه عملکرد شالوده بر روی خاک های غیر مسلح با منافذ تحت بار های استاتیک پرداخته اند. نتایج این مطالعه نشان داد که یک منطقه بحرانی تحت شالوده قرار دارد و تنها زمانی منافذ درون یک منطقه بحرانی قرار می گیرند که منطقه بحرانی تحمل کننده بار بر اساس ابعاد مختلف استفاده می شود. با این حال این در صورتی عملی است که یک فضای کافی وجود داشته باشد. در طی سال های اخیر به دلیل سهولت ساخت و ساز و توانایی بهبود ویژگی های تحمل بار، تخت بار های استاتیک، ژئوسنتیک ها و خاک های تقویت شده برای مهندسان مختلف به کار گرفته است. مطالعات آزمایشی و نظری بر روی ویژگی های دینامیک پی های سطحی بر روی خاک های غیر مسلح برای کشف نقش دور های بار بر روی استقرار شالوده انجام شده است (22-24) دور های بار بر روی استقرار شالوده انجام شده است (22-24). برای شالوده های بر روی خاک های مسلح تحت بار های مکرر، تنها چند مطالعه مرتبط گزارش شده است (25-26-27-28-29). داس و ماجی (30-31) تست های مدل آزمایشگاهی را انجام داده و مشاهده کردند که تحت بار گذاری با فرکانس پایین مکرر، شالوده ها بر روی محیط های تقویت شده با ژئوسنتیک، و با خاک متراکم استقرار کم تری را نسبت به بار گذاری استاتیک تجربه می کنند. مقدس تفرشی و داوسون (21) یک سری از مدل های آزمایشگاهی را بر روی شالوده نواری بر روی بستر های شنی صفحه ای و سه بعدی با ویژگی های یکسان ژئوتکستایل تحت ترکیبی از بار های استاتیک و مکرر انجام دادند.

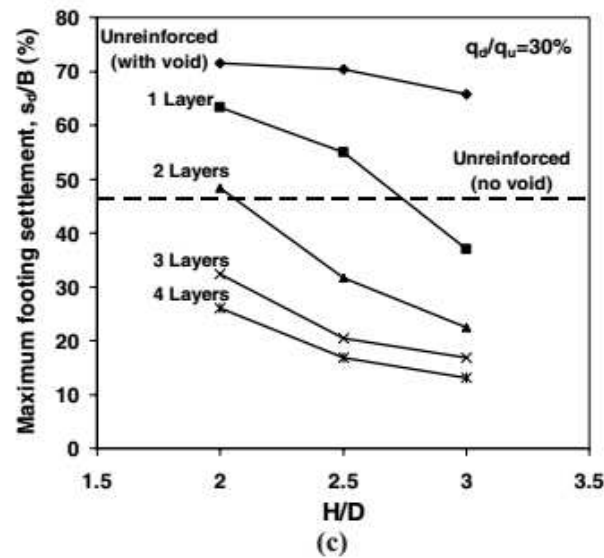
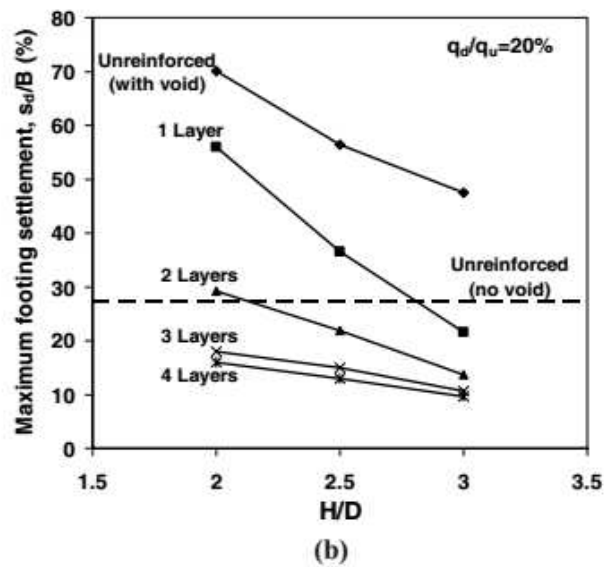
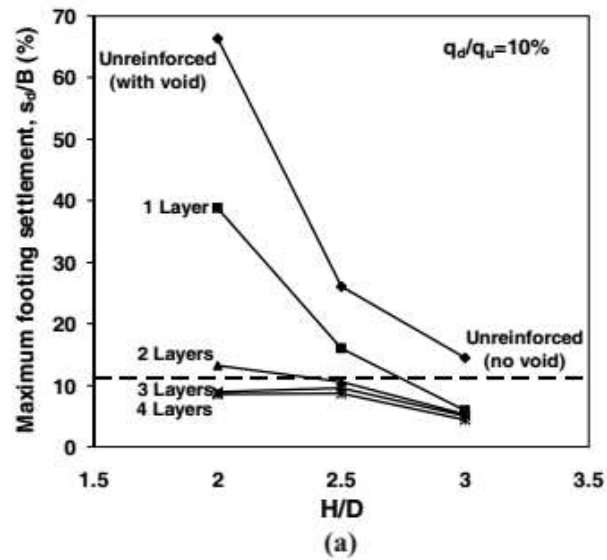


شکل 12: تغییرات استقرار با تعداد دور بار گذاری، بزرگی فشار دینامیک 1- لایه 2- لایه ، 3 لایه و 4 لایه



شکل 13: تغییرات استقرار با نسبت بار گذاری دوره ای برای شالوده بر روی شن نقویت شده و نشده،  $H/D=2.0$  (a)

(b)  $H/D=2.5$ , (c)  $H/D=3.0$



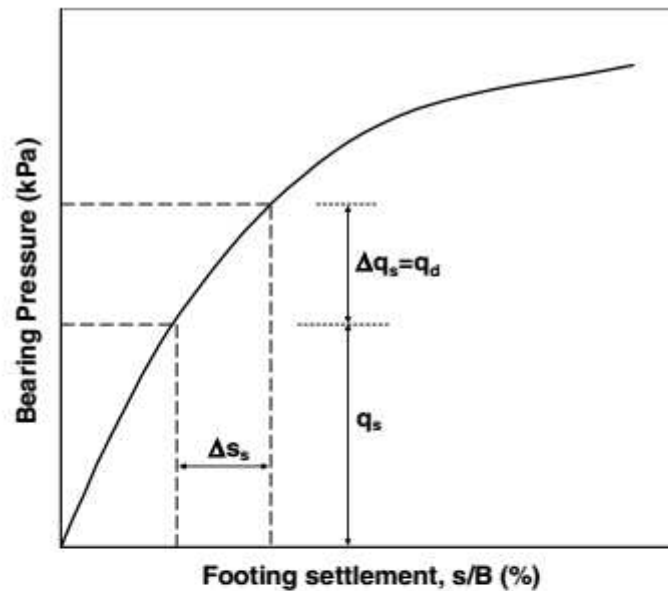
شکل 14: تغییرات استقرار با عمق استقرار برای  $q_d/q_u = 10\%$ ,  $q_d/q_u = 20\%$ ,  $q_d/q_u = 30\%$



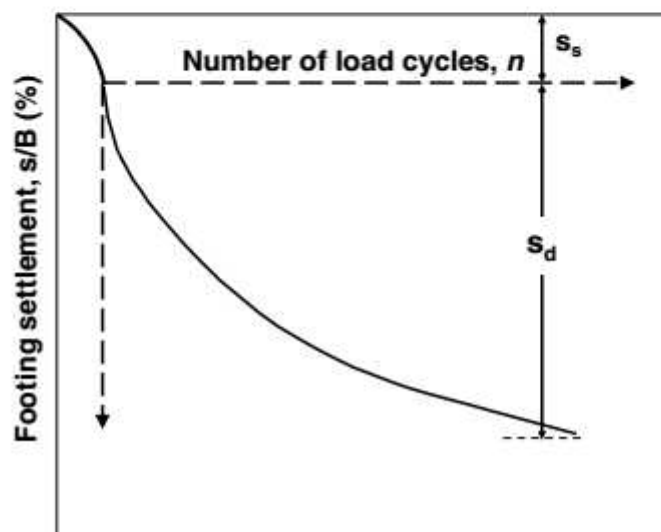
## مقایسه استقرار شالوده تحت بار تکراری و ساکن

به منظور مقایسه استقرار شالوده تحت بار استاتیک و تکراری، استقرار استاتیک  $\Delta s_s$  و استقرار شالوده  $s_d$  استفاده می شود. تعریف هر دو پارامتر در شکل 15 نشان داده شده است

شکل 16-17 تغییرات استقرار شالوده نرمال،  $s_d/B$  و شالوده استاتیک  $\Delta s_s/B$  را برای دو چهار لایه تقویتی در اعماق 2، 2.5 و 4 نشان می دهد. مقادیر  $s_d/B$  تحت بار گذاری نکراری،  $\Delta s_s/B$  در مقایسه با با شدت  $\Delta q_s = q_d$  نشان داده شده است.

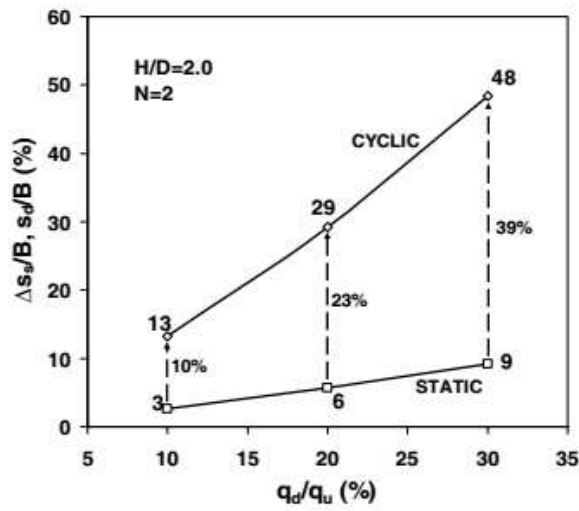


(a)

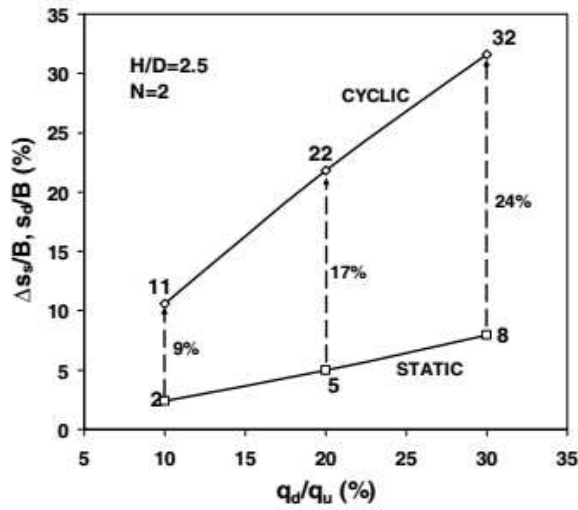


(b)

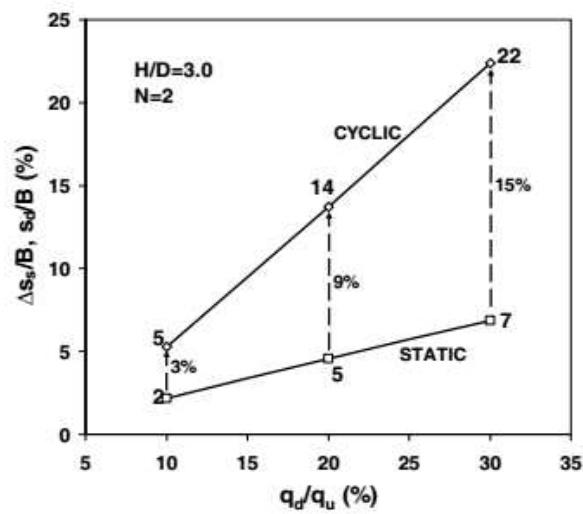
شکل 15: تعریف استقرار شالوده استاتیک دیفرانسیل،  $\Delta s_s$  و استقرار شالوده



(a)



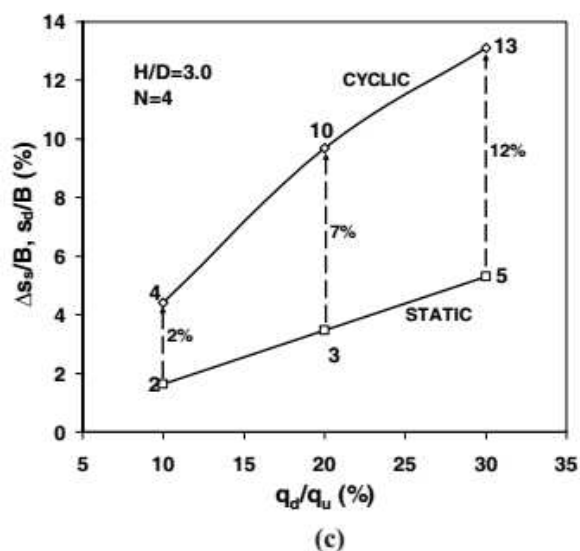
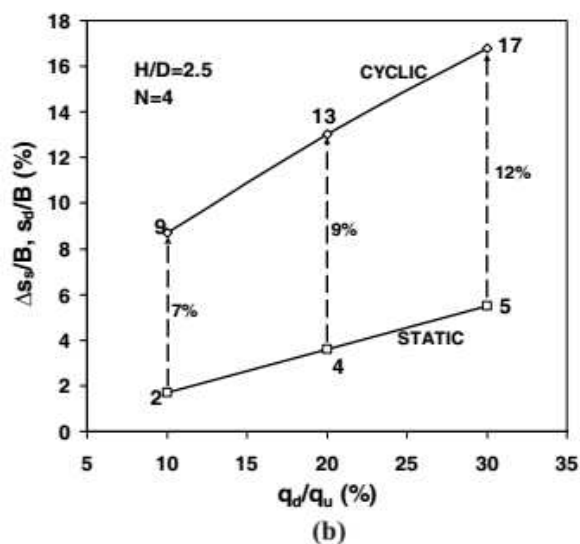
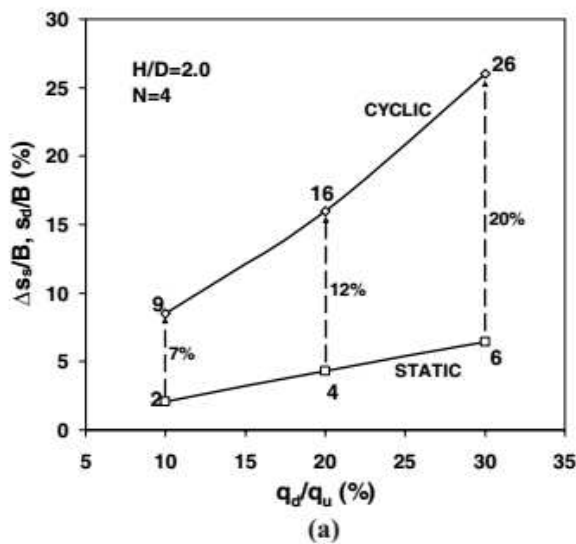
(b)



(c)

شکل 16: تغییرات استقرار شالوده دوره ای و شالوده استاتیک در برابر مقدار بار استاتیک و دوره ای در 2 لایه شن

تقویت شده  $H/D=2.0$ , (b)  $H/D=2.5$ , (c)  $H/D=3.0$



شکل 17: تغییرات استقرار شالوده دوره ای و شالوده استاتیک در برابر مقدار یکسانی از بار ها بر روی شن مسلح  
(a)  $H/D=2.0$ , (b)  $H/D=2.5$ , (c)  $H/D=3.0$

برای تعمیم یافته ها در این مقاله، تست ها با اشکال هندسی و مواد نیاز است. به علاوه تحلیل های پیشرفته نظیر روش های عددی برای کشف نقش پارامتر های موثر لازم است.

## 9- جمع بندی

در این مقاله به توصیف یک سری از تست های مدل های آزمایشگاهی بر روی شالوده های نواری بر روی شن مسلح با ژئوگرید و غیر مسلح با یک منفذ درونی می پردازد. شالوده در معرض ترکیبی از بار های استاتیک و دوره ای قرار می گیرد. تاثیر پارامتر های مختلف از جمله عمق استقرار پی، تعداد لایه های آرماتور بندی شده و بزرگی بار دوره ای مطالعه شد. نتایج نشان می دهد که استقرار پی به دلیل بار گذاری مکرر زمانی افزایش می یابد که منافذ در منطقه گسیختگی شالوده وجود داشته باشند و زمانی کاهش می یابد که فاصله عمودی منافذ از انتها افزایش یابد و لایه های آرماتور در زیر شالوده افزایش پیدا کنند. برای یک دامنه خاصی از بار تکراری، استقرار شالوده با شن های مسلح و تقویت شده مشابه است و لایه خاک ضخیم تر بر روی منافذ موجب بهبود استقرار منافذ می شود. به طور کلی، نتایج نشان می دهد که سیستم شالوده خاک مسلح با لایه ژئوگرید کافی و عمق استقرار به صورت سفت تر رفتار کرده و حامل بار بیشتری با استقرار کم تر در مقایسه با خاک غیر مسلح در نبود منفذ است و اثرات نامطلوب منفذ را بر روی رفتار شالوده حذف می کند. استقرار نهایی شالوده تحت بار گذاری دوره ای حدود 4 بار نسبت به استقرار پی تحت بار گذاری استاتیک در بزرگ یکسانی از بار اعمال شده بود.

1- نرخ استقرار شالوده به طور معنی داری با افزایش تعداد دور های بار کاهش می یابد. در نتیجه، یک وضعیت پاسخ پس از 3000-5000 دور بسته به عمق استقرار، تعداد لایه های تقویت و بزرگی بار های دوره ای بدست می آید

2- برای همه تست ها، بزرگ ترین بخش استقرار پی در 500 دور است

3- بزرگی استقرار شالوده حداکثر و تعداد دور های مورد نیاز برای توسعه شرایط پاسبه تابعی از بار استاتیک اولیه، بزرگی بار های تکراری و نیز عمق استقرار است

4- با افزایش بزرگی بار دوره ای، استقرار شالوده افزایش می یابد

5- استقرار شالوده ماکزیمم در بزرگی یکسان بار تحت بار گذاری دوره ای 3 تا 5 برابر بزرگ تر از بار استاتیک است

6- ماکزیمم استقرار شالوده در یک بزرگی یکسان از بار، تحت بار دوره ای 3 تا 5 برابر بزرگ تر از بارگذاری استاتیک است

7- با افزایش لایه های ارماتور، عمق استقرار منافذ کاهش می یابد

8- هم تعداد لایه های ارماتور و عمق استقرار اثر زیادی بر روی رفتار استقرار تحت بار تکراری و استاتیک دارد  
از این روی برای کنترل بزرگی استقرار پی تخت بار ساکن، شدت بارها کاهش می یابد و از این روی بهینه سازی هزینه و کاربرد آن بهبود می یابد



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