You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

دانشگاه تبریز

پردیس بین‌المللی ارس

دانشکده فنی و مهندسی - گروه عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

گرایش: خاک و پی

عنوان:

بررسی تاثیرات احداث پل جدید در کنار پل موجود

استاد راهنما:

دکتر میکائیل یوسف زاده

استاد مشاور:

دکتر محمد حسین امین فر

پژوهشگر:

علی عابدین پور صحفی

1393/10/14

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

نام خانوادگی: عابدین پور صحفی **نام:** علی

عنوان پایان نامه: بررسی تاثیرات احداث پل جدید در کنار پل موجود

استاد راهنما: دکتر میکائیل یوسف زاده

استاد مشاور: دکتر محمد حسین امین فر

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** عمران **گرایش:** عمران-خاک

دانشگاه: تبریز پردیس بین المللی ارس

تاریخ فارغ التحصیلی:1393/10/14 تعداد صفحه : 116

کلید واژه ها: پل، پی، نشست، تغییر شکل، پایداری، گسیختگی، PLAXIS

چکیده:

پی بخشی از یک سیستم مهندسی است که بارهای تحمیلی و وزن خود را به خاک یا سنگ زیرین و به درون آن انتقال می‌دهد. بدین ترتیب علاوه برتنشهای فعلی موجود در توده خاک که از وزن خود خاک و تاریخچهٔ ژئوتکنیکی ناشی می‌شود، تنشهای دیگری نیز ایجاد می گردد .که از جمله این تنشها می‌توان به تنشهای ناشی از وزن خود پل واقع بر خاک و پل مجاور آن(اثر متقابل) در هر نقطه مورد نظر اشاره کرد.

با توسعه راهها، تعداد زیادی از پلهای جدید وجود دارند که اکثر این پلها در مجاورت یکدیگر و بدون در نظر گرفتن اثر متقابل به سرعت ساخته می شوند، بنابراین ایمنی پلهای مجاور، تبدیل به موضوعی اساسی گشته است. اثرات متقابل پی‌ها در یک گروه، اثر قابل ملاحظه ای روی عوامل طراحی دارد. بدون داشتن اطلاعات کافی از این اثر متقابل، مهندس قادر به بکارگیری آن در محاسبات نمی باشد و در نتیجه طراحی‌ها کارایی لازم را نخواهند داشت. برای طراحی مناسب پی اطلاعات مربوط به نشست، انحراف و ظرفیت باربری مورد نیاز است.

با قرار گرفتن پی دو پل با سازه های مختلف در مجاور هم، تنشهایی در لایه های خاک بوجود آمده و باعث فشرده شدن آن می‌شودکه این فشرده شدن نشست پل مجاور و شاید گسیختگی را دربرداشته باشد.

هدف از این تحقیق دو مسأله می باشد، اول مسأله تنش و پس از آن مسأله نشست و تغییرشکل زمین در اثر احداث پل جدید که در آن نشست پی ها، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته، در این راستا از نرم‌افزار PLAXIS که بر مبنای آنالیز المان محدود می باشد استفاده شده است. معیار گسیختگی موهر کلمب لحاظ گردید و فرضیات ما در این تحقیق مطابق شرایط موجود و نتایج آزمایشگاهی می باشد. ابتدا فونداسیونهای پل موجود مدلسازی شده و سپس پل جدید در سه فاصله مختلف 0.30 متر، 1.12متر و 10 متر بصورت در مدلهای مختلف مدلسازی گردیده که نتایج حاصله در انواع حالات مقایسه شدو ملاحظه گردید با کم شدن فاصله دو فونداسیون نشست در کلیه حالات در نظر گرفته شده افزایش می یابد، ولی تنش زیر پی از این موضوع تبعیت نکرده و در فاصله 1.12 متری بیشتر از فاصله 0.3 متری و 10 متر می باشد.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

تقدیم

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگار، بهترین پشتیبان است،

به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناه‌شان به شجاعت می‌گراید،

و به پاس محبت‌های بی‌دریغشان، که هرگز فروکش نمی‌کند،

و این مجموعه

برگ سبزی است تحفه درویش

که

به پدر و مادر عزیزم و استاد ارجمندم جناب آقای دکتر یوسف زاده تقدیم می‌کنم.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

سپاسگزاری

اکنون که به لطف پروردگار موفق به اتمام این پایاننامه شده‌ام؛ پس از حمد و سپاس خداوند متعال، از استاد ارجمند جناب آقای **دکتر میکائیل یوسف زاده** به خاطر راهنمایی‌های دلسوزانه در جهت پیشبرد و انجام این پایان‌نامه کمال سپاسگزاری را دارم. همچنین از آقای **دکتر محمد حسین امین فر** به عنوان استاد مشاور که دلسوزانه اینجانب را هدایت نمودند و راهکارهای گره گشایی ارائه نمودند و اینجانب را یاری اندیشه‌ای خود نمودند، تشکر و قدردانی می‌کنم همچنین جای دارد از استاد بزرگوار جناب آقای **دکتر اعلمی** نیز که با راهنماییهای بی دریغشان بنده را راهنمایی و سرکار خانم **مهندس خدابنده** که در تایپ پایاننامه اینجانب را یاری نمودند کمال امتنان را دارد.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

فهرست مطالب

1- فصل اول 4

1-1- مقدمه 5

1-1- تعریف مسأله و ضرورت انجام پژوهش 6

1-2- اهداف انجام پژوهش 7

1-3- ساختار پایان نامه 8

2- فصل دوم 9

2-1- بررسی روشها و معادلات حاکم 10

- قسمت اول: تنش در توده خاک 10

2-2- مروری بر نشست 10

2-2-1- مقادیر پارامترهای الاستیک 11

2-2-2- پروفیل تنش ناشی از بار 12

2-3- تنش قائم ناشی از بارگذار یهای مختلف 13

2-4- انواع نشست 14

2-4-1- نشست آنی 14

2-4-2- روابط مربوط به نشست آنی: 15

2-4-3- نشست تحکیمی 19

2-4-4- محاسبهٔ نشست تحکیم زیر یک شالوده 19

2-5- معادلات حاکم بر تاثیرات متقابل دو پی بر یکدیگر 20

2-6- پی های کم عمق و ظرفیت باربری 20

2-7- کلیاتی در خصوص ظرفیت باربری شالوده سطحی 20

2-7-1- مطالعه و بررسی تاثیر پی‌های مجاور بر ظرفیت باربری نهایی 21

2-7-2- مطالعه و بررسی عمق شالوده مجاور بر ظرفیت باربری 25

2-8- نشست 26

2-8-1- تغییر فشار آب منفذی 27

2-8-2- در اثر انحراف جداره 27

2-8-3- نشست در اثر دستخوردگی 28

2-8-4- نشست در اثر احداث پل جدید 30

2-9- تاثیرات مجاورت پل در اثر بارهای دینامیکی 31

2-9-1- سیستم پی - خاک - پی 33

2-9-2- مدلهای مجزای اندرکنش خاک - پی 35

2-9-3- کوپله شدن پی های مجاور از طریق خاک 35

3- فصل سوم 37

3-1- مبانی و مشخصات نرم افزار 38

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

3-2- چگونگی انتخاب نرم افزار مورد استفاده در مطالعه 39
3-3- نحوه انجام پروژه توسط نرم افزار انتخابی 40
3-3-1- برنامه ورودی 40
3-3-2- خصوصیات مصالح 41
3-3-3- شرایط مرزی و بارها 41
3-3-4- ایجاد شبکه اجزاء محدود (مش بندی) 42
3-4- برنامه محاسبات 42
3-4-1- تحلیل خمیری 43
3-4-2- تحلیل خمیری با تغییرشکل های بزرگ(تحلیل شبکه اجزاء محدود اصلاح شده) 43
3-4-3- تحلیل تحکیمی 43
3-4-4- تحلیل دینامیکی 44
3-5- برنامه خروجی 44
3-5-1- برنامه منحنی ها 45
3-6- اجزاء موجود در نرم افزار 45
3-6-1- اجزاء خاک 45
3-6-2- اجزاء تیری 46
3-6-3- اجزاء اندرکنش خاک و سازه 46
3-6-4- اجزاء مهاری 50
3-7- الگوهای تحلیلی 50
3-7-1- الگوی کرنش صفحه ای 50
3-7-2- الگو با تقارن محوری 51
3-7-3- الگوی سه بعدی با تقارن محوری 51
3-8- الگوسازی رفتار خاک 51
3-8-1- الگوی الاسیتک خطی 52
3-8-2- الگوی موهر -کولمب 52
3-8-3- الگوی خاک سخت شونده 52
3-8-4- الگوی خاک نرم 53
3-8-5- الگوی خاک نرم توأم با خزش 53
3-8-6- نوع رفتار ماده 53
3-8-7- رفتار غیرمتخلخل 54
3-8-8- بارگذاری 55
3-9- تعریف مسئله 56
3-10- موقعیت پل مورد مطالعه 56
3-11- نشست مجاز شالودهٔ پلها 57

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

3-12- الگوسازی رفتار خاک(الگوی موهر -کولمب) 60
3-12-1- رفتار کاملاً الاستیک پلاستیک 60
3-12-2- پارامترهای اساسی مدل کولمب 62
3-13- پارامترهای متغیر الگوهای مد لسازی شده 64
3-13-1- مشخصات مکانیکی خاک 65
3-13-2- مشخصات هیدرولیکی پل 66
3-13-3- مشخصات مکانیکی پی پل 66
3-14- بارگذاری فونداسیون پلها 66
3-14-1- بارهای وارده 68
3-14-2- نیروهای وارده بر فونداسیون پایهها 77
3-15- عرض پی 78
3-16- سطح آب زیرزمینی 78
3-17- فاصله مجاز بین دو پی پل مجاور هم 78
3-18- مشخصات هندسی مسئله 78
3-18-1- مشخصات هندسی پی پل 78
3-18-2- مشخصات هندسی خاک زیر و اطراف پی 78
3-19- شرایط مرزی 81
3-20- شبکهٔ اجزای محدود پی پلها و خاک اطراف آنها 81
4- فصل چهارم 83
4-1- معیار لازم جهت صحت سنجی: 84
4-2- نتایج تحلیل 86
4-2-1- تنش ایجاد شده در زیر پی پل موجود (بدون احداث پل جدید) 88
4-2-2- مقایسه تنش ایجاد شده درنقاط معین پی پل موجود و پی پل احداثی (با لحاظ اثرات) 89
4-2-3- نشست ایجاد شده در زیر پی پل موجود (بدون احداث پل جدید) 92
4-2-4- مقایسه نشست ایجاد شده درنقاط معین پی موجود و پی احداثی 93
4-2-5- مقایسه تنش زیر پل به عرض 8 و 3.2 متر در فواصل و شرایط متغییر 97
4-2-6- مقایسه نشست پی پل به عرض 8 و 3.2 متر در فواصل متغییر 98
4-2-7- فاصله مجاز برای پی پل های مجاور هم 100
5- فصل پنجم 101
5-1- نتیجه گیری 102
5-2- پیشنهادات 103
پیوست (خروجی نرم افزار پلکسیس بر اساس مدلسازی انجام شده) 108

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

فصل اول

کلیات

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

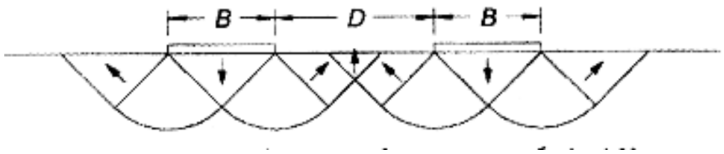
1 - 1 - مقدمه

بار تمامی سازه های مهندسی متکی به زمین باید توسط عنصر واسطه ای به نام پی تحمل شود. پی بخشی از یک سیستم مهندسی است که بارهای تحمیلی و وزن خود را به خاک یا سنگ زیرین و به درون آن انتقال می دهد بدین ترتیب علاوه برتنشهای فعلی موجود در توده خاک که از وزن خود خاک و تاریخچهٔ ژئوتکنیکی ناشی می شود، تنشهای دیگری نیز ایجاد می گردد .که از جمله این تنشها می توان به تنشهای ناشی از وزن خود سازه واقع بر خاک و ساختمانهای مجاور آن (اثر متقابل) در هر نقطه موردنظر اشاره کرد.

با توسعهٔ راهها، تعداد زیادی از پلهای جدید وجود دارند که اکثر این پلها در مجاورت یکدیگر و بدون در نظر گرفتن اثر متقابل به سرعت ساخته می شوند بنابراین ایمنی پل مجاور، تبدیل به موضوعی اساسی گشته است.

اثرات متقابل پی ها در یک گروه، اثر قابل ملاحظه ای روی عوامل طراحی دارد می توان گفت قضاوت مهندسی بخش خلاقانه فرآیند طراحی است و مهندس پی که به دلیل آموزش و تجربهٔ خود از مهارت و قضاوت مهندسی کافی برای طراحی برخوردار است، باید این اثرات را در نظر بگیرد و بدون داشتن اطلاعات کافی از این اثر متقابل، مهندس قادر به بکارگیری آن در محاسبات نمی باشد و در نتیجه طراحی ها کارایی لازم را نخواهند داشت. برای طراحی مناسب پی اطلاعات مربوط به نشست، انحراف و ظرفیت باربری مورد نیاز است.

با قرار گرفتن پی دو در مجاور هم، تنشهایی در لایه های خاک بوجود آمده وباعث فشرده شدن آن می‌شودکه این فشرده شدن نشست پل مجاور را دربردارد.مطابق شکل (1-1)



شکل شماره 1- 1-حبابهای تنش دو پی به فاصله Dکنار یکدیگر

در بررسی پی ها، دو مسأله مطرح می‌شود: در درجه اول مسأله پایداری و پس از آن مسأله نشست و تغییر شکل زمین که در آن نشست پی ها، مورد بررسی و مطالعه قرار خواهد گرفت . بررسی مسأله نشست به مراتب مشکل تر از بررسی مسأله تعادل پی می باشد، با این همه اغلب اوقات از تداخل بین پی‌ها که نشست را

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

در پی خواهد داشت صرفنظر می شود و گاهی هم اصلاً فراموش می شود که این فراموشی ممکن است نتایجی بس ناگوار در بر داشته باشد و حتی در مواردیکه سازه با اهمیتی مانند پل می باشد، به اشتباهی غیرقابل برگشت مبدل شود.

1-1- تعریف مسأله و ضرورت انجام پژوهش

بخاطر توسعه راهها وتعریض یا احداث راهها در کنار راه موجود و عدم امکان تغییر طرح هندسی اغلب مهندسین مجبورند پی پلها را نزدیک به هم احداث کنند، زمانی که پی ها در مجاورت همدیگر قرار می گیرند، تداخل میان آنها ممکن است موجب افزایش چشمگیر فشار وارد بر خاک، بیش از ظرفیت باربری شود که این افزایش فشار باعث نشست القائی احداث پل مجاور می‌شود. مطالعه اثرات بین پی ها تحت اثر فشردگی خاک اهمیت اساسی برای مهندسی عمران و زمین شناسی دارد.

این پژوهش بر روی تأثیر متقابل پی پلهای کنار هم متمرکز شده است که در این راستا اختلاف نشست شالوده نقش مهمی را ایفا می کند بنحوی که نشست زیاد شالوده ممکن است باعث ایجاد صدمه و اختلال در برنامهٔ بهره برداری سازه گردد. پس بایداثرات تنش ناشی از پل مجاور بر خاک مورد نظر را در این نشست مدنظر قرار داد.

نشست القائی احداث پل جدید کنار پل قدیمی مجاور می تواند شدید باشد که باعث ترک تدریجی، جابجایی و یا تخریب کامل پل قدیمی گردد. نشست القائی می تواند به شکلهای زیر باشد:

1- نشست در اثر کاهش تغییر فشار آب منفذی

2- نشست در اثر انحراف جدار(اکتیو-پسیو)

3- نشست ناشی از دستخوردگی خاک

4- نشست ناشی از احداث پل جدید

افزایش نشست ، کاملاً با نوع خاک و پی، تغییرات تنش و کرنش، تغییر فشار آب منفذی ، تغییر شکل دیوار کناری در طی دوره خاک برداری(برای پی سازی) و تغییر تنش برشی خاک محل مربوطه، به اعمال بار پل احداثی مرتبط است.

برای درک تأثیرات احداث پل جدید، تحلیل ژئوتکنیکی و الگوبرداری کامپیوتری را باید بعنوان بخشی از طرح پروژه در نظر گرفت. به نظر می رسد شیوه موثر برای تولید اطلاعات لازم با توجه به نشست بالقوه برای اندازه گیری ضوابط کار، استفاده از ابزار کنترل دقیق پلهای موجود باشد. طرح درست همراه با کنترل متمرکز،

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

می تواند خطر خسارت پل مجاور را به حداقل برساند. الگوبرداری کامپیوتری همراه با کنترل زمان واقعی، می‌تواند اطلاعات ضروری را با توجه به نشست پل موجود طی احداث پروژه فراهم کند. طراحی مناسب و کنترل احداث می تواند خطر خسارت نشست پل را پایین آورد و این امید وجود دارد که درک بهتر از اثر متقابل پی ها می تواند به تکنیکهای طراحی بهتر برای فونداسیون منجر شود.

در تحقیق حاضر مطالعه موردی پل قوری چای به طول 110 متر شامل 11 دهانه 10 متری در حوزه شهرستان میانه در کیلومتر 00+0 محور میانه به تبریز مورد بررسی قرار گرفته شده است.

مدل خاک فرضی در این تحقیق بر اساس مطالعات ژئوتکنیکی که در این خصوص انجام گرفته بوده و بر رفتار آن بر اساس مدل موهر کلمب مورد بررسی قرار گرفته است.

همچنین بارهای سازه‌ای ناشی از سازه در فونداسیون براساس مدلسازی پل مورد مطالعه در نرم‌افزار SAP2000 حاصل گردیده و جهت بهره‌برداری در این تحقیق استفاده خواهد شد.

- با توجه به مشاهدات تجربی امکان توسعه مطلوب ابعاد پی (تعریض) وجود نخواهد داشت ولی با بررسی و اتخاذ تدابیر خاص و با توجه به شرایط بستر و امکان این عمل وجود دارد.

- بر مبنای بررسیهای انجام گرفته فاصله مناسب فونداسیون دو سازه منوط به شرایط طرح هندسی راه، توپوگرافی منطقه و جنس بستر می باشد که در برخی مواقعی فاصله بر تا بر پی ها ممکن است از 10 سانتیمتر تا 5 متر و حتی بیشتر از هم فاصله داشته باشند.

- از جمله عوامل مهمی که در فاصله دو پی از هم تاثیر گذار می‌باشد، بارهای سازه‌ای ناشی از احداث پل، جنس بستر، ابعاد پی ها و لرزه خیزی منطقه می‌باشد.

1-2- اهداف انجام پژوهش

هدف اساسی از ایجاد پی برای یک سازه، انتقال بارهای ناشی از سازه به زمین در عمق مناسب می باشد به نحوی که تنشهای ناشی از این بارها تداخلی با پی پل مجاور نداشته باشد و فشار وارد بر خاک بیش از ظرفیت باربری نباشد و درآن گسیختگی پدید نیاید(شرط ایمنی) از طرف دیگر تنش در توده خاک باید به صورتی باشد که اختلاف نشستهای غیرقابل قبول پدید نیاید، یعنی در دو نقطه از بنا اختلاف نشست نباید زیاد باشد تا در بدنه سازه اختلال حاصل شود (شرط پایداری پی).[۶]

هرگاه دو شرط فوق برقرار باشد و خود پل بطور صحیح محاسبه و اجرا شده باشد می توان حداکثر اطمینان را به پایداری ومقاومت پل داشت ومطمئن بود که سازه صدمه نخواهد دید.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

هدف از این تحقیق تعیین فاصله مناسب برای احداث پل جدید و همچنین تعیین عوامل موثر بر فاصله مناسب بین پی پلها می باشد.

برای تعیین فاصله مناسب پایداری، نشست و تغییرشکل زمین در اثر احداث پل جدید مورد بررسی قرار گرفته و در این راستا از نرم‌افزار PLAXIS استفاده شده است.

1 - 3 - ساختار پایان نامه

این پایان نامه مشتمل بر شش فصل می‌باشد که در ذیل به طور مختصر به شرح آن می‌پردازیم.

در فصل اول به توضیح مسأله، هدفها و اهمیت آن پرداخته شده است.

در فصل دوم با توجه به افزایش مطالعات در زمینه اثرات متقابل بین پی‌ها به بررسی مطالعات و پژوهشهایی که تا به حال در این زمینه انجام شده است پرداخته شده تا با توجه به پژوهشهایی که در این زمینه صورت گرفته است از فرضیات و راهنماییهای موجود جهت تسریع در کار استفاده گردد و با توجه به اطلاعات فراوان در رابطه با تنش در توده خاک و نشستهای ناشی از این تنشها، معادلات حاکم بر اثرات متقابل دو پی مجاور مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل سوم مبانی و مشخصات نرم افزارPLAXIS توضیح داده شده است و همچنین معرفی نرم افزارPLAXIS، نحوهٔ استفاده از آن، الگوسازی پروژه و در نهایت پارامترها، متغیرهای مورد نیاز برنامه و نیز چگونگی انجام محاسبات، خروجی نرم افزار و منحنی های حاصله شرح داده شده است.

همچنین، منطقه، موضوع مورد مطالعه و اطلاعات پایه مورد بررسی قرار گرفته .

در فصل چهارم تجزیه و تحلیل نتایج و فرضیات بکار رفته به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است که شامل الگوسازی و پارامترهای انتخابی مورد استفاده در نرم افزار، اعم از مصالح، الگوهای رفتاری، شرایط مرزی، شرایط اولیه و ... می باشد و همچنین صحت سنجی نتایج خروجی نرم افزار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در فصل پنجم نتیجه گیری از کلیه مطالب و همچنین پیشنهاداتی در این زمینه برای پروژه‌های آتی ارائه شده است.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

فصل دوم

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2-1- بررسی روشها و معادلات حاکم

- قسمت اول: تنش در توده خاک

با تأثیر فشار ناشی از شالوده، خاک زیر آن در اعماق مختلف، تحت افزایش تنش قرار می‌گیرد. افزایش تنش خالص در خاک، بستگی به بار وارد بر واحد سطح تماس شالوده، عمق و فاصله نقطه مورد مطالعه از شالوده و چند عامل دیگر دارد. با تأثیر سربار، تنشهای فشاری در لایه های خاک به وجود آمده و باعث فشرده شدن آن می شود. فشردگی خاک ناشی از تغییر شکل فشاری و جابجایی ذرات خاک، رانده شدن هوا و آب از حفرات خاک و عوامل دیگر می باشد .در یک خاک بخصوص، یک و یا تعدادی از عوامل فوق ممکن است مشارکت داشته باشند. از آنجایی که فشرده شدن خاک باعث نشست سازهٔ واقع بر روی آن می‌شود، از نقطه نظر مهندسی به این پدیده، نشست خاک می‌گویند. برای محاسبات نشست، لازم است افزایش خالص تنش قائم خاک به علت احداث شالوده تعیین گردد . محاسبات تعیین نشست در این فصل مورد توجه قرار خواهد گرفت. در این فصل با استفاده از تئوری الاستیسیته، اصول تعیین افزایش تنش قائم در خاک مورد بررسی قرار می گیرد .اگرچه نهشته های طبیعی خاک در اکثر حالات کاملا همگن، ایزوتروپیک(همسانگرد) و الاستیک (کشسان) نیستند، لیکن محاسبات انجام شده برای تعیین افزایش تنش با استفاده از تئوری الاستیسیته نتایج نسبتاً خوبی برای کارهای عملی به دست می‌دهد.

2-2- مروری بر نشست

نشستهای پی را باید با دقت زیادی برای ساختمانها، پلها، برجها، نیروگاهها و سازه‌های پرهزینهٔ مشابه تخمین زد. در سازه‌هایی همچون خاکریزها، سدهای خاکی، بندهای خاکی، سپرکوبی مهاربندی شده و دیوارهای حایل معمولاً حاشیهٔ خطای بزرگتری برای نشست وجود دارد.

به جز در مواردی که به طور تصادفی پیش بینی‌ها با واقعیت منطبق باشند، محاسبات نشست خاک را تنها می توان به بهترین شکل از تغییر شکل قابل انتظار پس از اعمال بار تخمین زد. در زمان نشست حالت تنش فعلی جسم (یا وزن خود) خاک تحت تأثیر بار اضافی اعمال شده به حالت جدیدی تبدیل می شود. تغییر تنش Δq ناشی از این بار اضافی به تجمع زمانی غلتش، لغزش، خردشدگی و تغییر شکلهای الاستیک ذرات در منطقهٔ محدود نفوذ در زیر سطح بارگذاری منجر می گردد .تجمع آماری این حرکات در جهت مورد نظر نشست نام دارد. در جهت قائم نشست را می‌توان به صورت ΔH تعریف کرد.

در حالت کلی نشستهای خاک به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند:

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

- نشست تحکیم که ناشی ازتغییر حجم یک خاک ریزدانه ناشی از خارج کردن آب از فضاهای خالی و انتقال بار از اضافه فشار حفره‌ای به ذرات خاک می‌باشد. نشستهای تحکیمی، نشستهای هستند که به زمان وابسته اند و انجام آنها ماهها تا سالها به طول می انجامد. برج کج pisa در ایتالیا بیش از 700 سال است که نشستهای تحکیمی را تحمل می کند .برج کج پیزا یک نمونه از نشست تحکیمی و اختلاف نشست می‌باشد. احداث این برج در سال 1173 آغاز شد و تا سال 1178 که دو سوم برج تکمیل شده بود، برج کج شد. از آن موقع این برج بصورت کج نشست کرده است. پی این برج حدوداً 3 متر در داخل بستر ماسه سیلتی که در زیرش 30 متر رس واقع روی نهشته‌ی ماسه‌ای است قرار گرفته است. [1]
- نشست آنی که ناشی از تغییر شکل الاستیک خاک خشک و یا خاکهای مرطوب و اشباع بدون هرگونه تغییری در میزان آب می باشد .محاسبات نشست آنی معمولاً برپایهٔ روابط به دست آمده از تئوری الاستیسیته قرار دارد

اجزای اصلی ΔH عبارتند از غلتش و لغزش ذرات که تغییر نسبت تخلخل را موجب می‌شوند و خردشدگی دانه ها که مصالح را به صورت جزیی تغییر می دهند. تنها کسر بسیار کوچکی از ΔH به تغییر شکل الاستیک دانه های خاک مربوط می شود .در نتیجه با برداشتن تنش اعمال شده، مقدار بسیار کوچکی از نشست ΔH بازگشت می‌کند. با وجود بسیار کوچک بودن مؤلفهٔ الاستیک ΔH در نظر گرفتن خاک به عنوان مصالحی شبه الاستیک با پارامترهای الاستیک k_s، μ، G، E_s جهت تخمین نشست آسانتر است. این فرض منطقی به نظر می رسد، چراکه تغییر تنش موجب نشست می‌شود و تغییرات بزرگتر تنش به تنشهای بیشتر می‌انجامد. همچنین تجربه نشان می دهد که این روش پاسخهای رضایت بخشی در پی دارد.

در تحلیلهای نشست خاک دو مسئلهٔ مهم وجود دارد:

- مقادیر پارامترهای الاستیک
- پروفیل تنش ناشی از بار

2-2-1- مقادیر پارامترهای الاستیک

مشکلات به دست آوردن نمونه های دست نخوردهٔ خاک به آن مفهوم است که مقادیر آزمایشگاهی اغلب حدود 50 درصد یا بیشتر خطا دارند .در حال حاضر تمایل بیشتری برای استفاده از آزمایشهای درجا وجود دارد، اما یک مانع مهم تمایل آنها در به دست آوردن مقادیر افقی است. ناهمسانی پدیده ای معمول است

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

که ضرایب الاستیک قائم را (که معمولاً مورد نیاز است) از مقادیر افقی متفاوت می سازد. این تفاوت اغلب قابل توجه است. به دلیل این مشکلات، معمولاً از همبستگیها استفاده می شود، به ویژه برای مطالعات اولیهٔ طراحی در صورتی که در منطقهٔ نفوذ H لایه بندی وجود داشته باشد، باید بیش از یک مجموعه پارامتر به دست آورد.

2-2-2- پروفیل تنش ناشی از بار

ما در محاسبهٔ مقادیر عددی صحیح و عمق مؤثر H از منطقهٔ نفوذ دچار مشکل هستیم .برای محاسبات تنش معمولاً از معادلات نظریهٔ الاستیسیته استفاده می‌شود و برای این منظور عمق نفوذ H در زیر سطح بارگذاری از H=0 تا $H \to \infty$ (صحیح تر آنست که بین 4B تا 5B لحاظ گردد) در نظر گرفته می‌شود. چون نظریهٔ الاستیسیته معمولاً خاک را همسان و همگن فرض می‌کند، همخوانی محاسبات و واقعیت اغلب یک حسن تصادف خوشایند است.

سپس مقادیر حاصل از این دو مجموعه در معادله ای با شکل کلی زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

$$\Delta H = \int_0^H \varepsilon \, dH \quad (۱-۲)$$

که در این:

کرنش : $\varepsilon = \frac{\Delta q}{E_s}$

$\Delta q = f\left(H \text{ , بار}\right)$،

$E_S = f\left(H \text{ , خاک}\right)$،

و H عمق تخمینی تغییر تنش ناشی از بار پی است. تمرکز اصلی در این قسمت بر روی تعیین E_S، Δq و H خواهد بود.

این محدودهٔ نسبتΔH اندازه گیری شده به مقدار محاسبه شده بین 0/5 تا 2 باشد، غیرمعمولی نیست. روند فعلی به این سمت است که تا حدودی با کاهش تخمین اکثر نسبتها در محدودهٔ0/8 تا 1/2 قرار گیرند. همچنین توجه داشته باشید که ΔH محاسبه شدهٔ کوچکی همچون 10میلیمتر در مقابل مقدار اندازه‌گیری شدهٔ 5 یا 20میلیمتر دارای خطای بزرگی است، اما اکثر سازه های عملی توانایی تحمل مقادیر پیش بینی شده یا اندازه‌گیری شده را دارند. آنچه ما نمی خواهیم، تخمین 25 میلیمتر و نشست بعدی 100 میلیمتر است. در صورت مرتکب شدن اشتباه در محاسبات نشست، مقادیر محاسباتی بزرگتر نسبت به مقادیر واقعی (یا

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

اندازه‌گیری شده) ترجیح دارند، اما باید دقت کرد که مقدار بزرگ آن قدر محافظه کارانه نباشد که اقـدامات مقتضی پرهزینه (اما غیرلازم) ضرورت پیدا کند. [۶]

2 - 3 - تنش قائم ناشی از بارگذار یهای مختلف

با توجه به اینکه توضیحات تکمیلی در اکثر کتابهای مکانیک خاک موجود می باشد، در این بخش به ذکر عناوین مربوطه می پردازیم.

- تنش قائم ناشی از بار متمرکز
- حل وسترگارد برای تنش قائم ناشی از بار نقطه‌ای در خاکهای لایه‌بندی شده
- تنش قائم ناشی از بار خطی
- تنش قائم ناشی از بار نواری(عرض محدود و طول نامحدود)
- تنش قائم در زیر مرکز سطح دایره ای با بار یکنواخت
- تنش قائم ناشی از یک سطح بارگذاری مستطیلی با شدت یکنواخت
- خطوط هم تنش
- نمودارهای تأثیر برای فشار قائم
- افزایش تنش قائم ناشی از خاکریزی

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

بخش دوم :نشست

2-4- انواع نشست

افزایش تنش ناشی از ساخت پی یا بارهای دیگر باعث متراکم شدن لایه های خاک می گردد. ترکم از تغییر شکل ذرات، جابجایی ذرات خاک، خروج آب یا ذرات هوا از منافذ ناشی می گردد.

به طور کلی نشست به سه دسته کلی تقسیم می گردد:

- نشست آنی (الاستیک)
- نشست تحکیمی اولیه
- نشست تحکیمی ثانویه

2-4-1- نشست آنی

نشست آنی یا الاستیک پی درست پس از اعمال بار و بدون تغییر در میزان رطوبت خاک صورت می گیرد. مقدار نشست تکیه گاهی به انعطاف پذیری پی و نوع مصالح زیر آن بستگی دارد.

کلیه روابط اشاره شده در خصوص تنش، که قبلاً اشاره گردید بر اساس فرضیات زیر استوار هستند:

- بار در سطح زمین اعمال می‌شود
- سطح بارگذاری انعطاف پذیر است
- محیط خاک همگن، الاستیک، ایزوتروپیک بوده و تا عمق زیادی ادامه دارد.

بطور کلی پی ها کاملاً انعطاف‌پذیر نیستند و در عمق معینی در زیر سطح زمین قرار می‌گیرند. وقتی که یک شالوده کاملاً انعطاف پذیر با بار گسترده در روی مصالح الاستیکی نظیر رس اشباع قرار گیرد، به علت نشست الاستیک، مطابق شکل 2-13 شکل مقعر به خود می‌گیرد، لیکن اگر شالوده سخت باشد و در روی مصالح الاستیک نظیر رس قرار گیرد، نشست حاصل یکنواخت خواهد بود. ولی توزیع مجددی در تنش تماسی حاصل شده و از حالت یکنواخت خارج می‌شود شکل چگونگی توزیع منحنی نشست و نمو دار توزیع فشار تماسی مذکور در فوق، برای خاکهایی صادق است که ضریب ارتجاعی (الاستیسیته) آنها در عمق نسبتاً ثابت باشد.

در ماسهٔ بدون چسبندگی، ضریب الاستیسیته با عمق افزایش می یابد .به علاوه فقدان محدودیت جانبی در سطح زمین در لبه‌های شالوده وجود دارد. در نتیجه ماسه در لبه‌های شالودهٔ شکل پذیر به سمت بیرون رانده شده و منحنی تغییر شکل شالوده به شکل محدب در می‌آید. توزیع فشار تماسی برای شالودهٔ انعطاف پذیر و سخت(یعنی نشست مساوی) در روی ماسه در اشکال نشان داده شده است. [10]

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2 - 4 - 2 - روابط مربوط به نشست آنی:

2 - 4 - 2 - 1 نشست آنی یا الاستیک پی های روی رس اشباع

جانبو و همکاران (1956) معادله ای برای ارزیابی نشست متوسط پی‌های انعطاف پذیر روی خاکهای اشباع ارائه دادند[18].

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_0 B_e}{E_s} \quad (۲-۲)$$

که در اینجا A_1 تابعی از H/B و L/B و A_2 تابعی از D_f/B است.

کریر و کریستیان (1987) مقادیر A_1 و A_2 را تا حدی اصلاح نمودند. [9]

بطور کلی ضریب الاستیسیته رسها را می توان بصورت زیر بیان نمود:

$$E_S = \beta c_u \quad (۳-۲)$$

پارامتر β در وهله اول تابعی از نشانه خمیری و نسبت پیش تحکیمی است. محدوده کلی β توسط پیشنهاد شده بوگنانی و دونسان (1976) ارائه شده است. در هر حال، زمان انتخاب β باید بر قضاوت صحیح تکیه نمود. [12]

2 - 4 - 2 - 2 محاسبات نشست بر اساس نظریه الاستیسیته

نشست آنی یا الاستیک پی های کم عمق را می توان با استفاده از نظریه الاستیسیته تخمین زد. با استفاده از قانون هوک بصورت زیر نشان داد:

$$S_e = \int_0^H \varepsilon_z \, dz = \frac{1}{E_S}\left(\Delta\sigma_z - \mu_s \Delta\sigma_x - \mu_s \Delta\sigma_y\right) \quad (٤-۲)$$

که در اینجا:

S_e :نشست الاستیک

E_S : مدول الاستیسیته

H: ضخامت لایه

μ_s: نسبت پواسون

$\Delta\sigma_z$ ،$\Delta\sigma_x$،$\Delta\sigma_y$: افزایش تنش ناشی از بار خالص وارد بر پی بترتیب در امتدادهای x,y,z .

از لحاظ نظری چنانچه پی کاملاً انعطاف پذیر باشد، نشست را می توان بصورت زیر بیان نمود:

$$S_e = \frac{q_0 (\alpha B') I_S I_f}{E_s}\left(1 - \mu_s^2\right) \quad (٥-۲)$$

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)