بررسی پایداری دیواره گود میخ‌کوبی شده با نرم افزار FLAC و مقایسه آن با نرم افزار PLAXIS

سعید آزموده[۱] ، ناصر عرفاتی[۲]

۱-saied.azmoodeh٦٦@gmail.com

۲-Nasser.arafati@gmail.com

خلاصه

این مقاله به بررسی پایداری دیواره گود که با سیستم میخ کوبی مسلح شده است به کمک نرم افزارهای FLAC و PLAXIS در حالت ۲ بعدی می پردازد. برای مدلسازی سیستم میخکوبی از المان کابل و دیواره شاتکریت بتنی از المان تیر استفاده شده است. مدل رفتاری در نظر گرفته برای خاک موهر کلمب و گودبرداری به صورت مرحله به مرحله انجام می گیرد. با توجه به اعماق مختلف گود نتایج نشان می دهد، نرم افزار plaxis در شرایط یکسان نسبت به flac محافظه کارانه تر عمل می کند و تغییر مکانها در آن بیشتر است و اینکه هر چه عمق گود بیشتر می شود ، تغییر مکانها در نرم افزار flac نسبت به plaxis بیشتر نمایان می شود.

کلمات کلیدی : دیواره گود ، میخ کوبی ، نرم افزار flac ، نرم افزار plaxis

۱. مقدمه

امروزه با توجه به کمبود فضا مخصوصا در شهرهای بزرگ ، استفاده از فضاهای زیرین سطح زمین مورد توجه قرارگرفته، که لازمه استفاده از آن حفاری و گودبرداری می‌باشد[۱]. در صورتی که عمق گود زیاد یا کناره گود سازه وجود داشته باشد، باید روشی برای پایداری دیواره گود بکار برد، تا از ریزش آن جلوگیری کند. یکی از سیستم های پایدارسازی دیواره گود که امروزه خیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سیستم میخکوبی می‌باشد.

میخ کوبی خاک برای اولین بار در ساخت دیوار حائل دائمی در حضور خاک نرم در فرانسه استفاده شد، در آن پروژه که سال ۱۹۶۱ انجام گرفت، از میخ های فولادی برای تسلیح دیوار حائل استفاده گردید[۷]. استفاده از فناوری جدید میخکوبی برمی‌گردد به سال ۱۹۷۲ در نزدیکی شهر versallies فرانسه، که در این روش میخ ها با تزریق دوغاب جایگذاری شدند و سپس نمای کار با بتن مسلح پوشانده گردید[۲]. در سال ۱۹۹۶ اداره راه آمریکا (FHWA) دستورالعمل طراحی میخکوبی را منتشر نمود ، امروزه بسیاری از طراحی ها به کمک این آیین نامه انجام می شود[۱].

۱دانشجو کارشناسی ارشد ژئوتکنیک

۲عضو هیئت علمی دانشگاه تفرش

۲. تعریف مسئله

در طراحی سیستم میخکوبی باید مراحل زیر انجام شود :

- هندسه سازه مشخص شود.
- عمق و زاویه شیب خاکبرداری انتخاب گردد.
- بارگذاری و سر بار وارده به میخ ها تعیین شود.
- نوع آرماتور شامل : سطح مقطع ، طول ، فاصله از یکدیگر و در هر تراز مقاومت موضعی آنها تضمین گردد تا مقاومت لازم از نظر استحکام در تحمل نیروها را داشته باشد.
- پایداری کل سازنده نگهدارنده و خاک اطراف آن در زمان حفاری گود و ضریب اطمینان قابل قبول کنترل شود.
- نیروهای وارده به صفحه فولادی Bearing Plate تخمین زده شود.
- سیستم پیزومتریک آبهای زیرزمینی در نظر گرفته شود و در صورت لزوم سیستم زهکشی لحاظ گردد[۳].

با توجه به آئین نامه FHWA به منظور استفاده از سیستم میخکوبی به عنوان سازه نگهبان موقت، ضریب اطمینان مطلوب در حالت استاتیکی ۱,۳۵ می‌باشد که می‌توان این ضریب را به عنوان درصدی در بارگذاری اعمال کرد[۶].

خاک مورد استفاده در طرح ، ماسه‌ای و با توجه به معیار موهرکلمب می‌توان خصوصیات دانه‌بندی که در جدول ۱. آورده شده را برای آن در نظر گرفت.

جدول۱- خصوصیات خاک

وزن مخصوص(KN/m^3)	مدول الاستیک (kpa)	نسبت پواسن	زاویه اصطکاک (درجه)	چسبندگی(kpa)	نوع خاک
۱۷	۱۰۰۰۰	۰,۳	۳۰	۱	ماسه متراکم

عمق گود مورد نظر ۱۲ متر می‌باشد و با توجه به اینکه این گود در کنار خیابان قرار دارد بار ۱۰۰۰پاسکال به فاصله ۲ متری از لبه گود، برای آن در نظر گرفته می‌شود. در نهایت تغییر مکانها و تنشهای برشی در اعماق مختلف با دو نرم افزار Flac (v.۷) و Plaxis (v. ۸,۵) با هم مقایسه می‌شود.

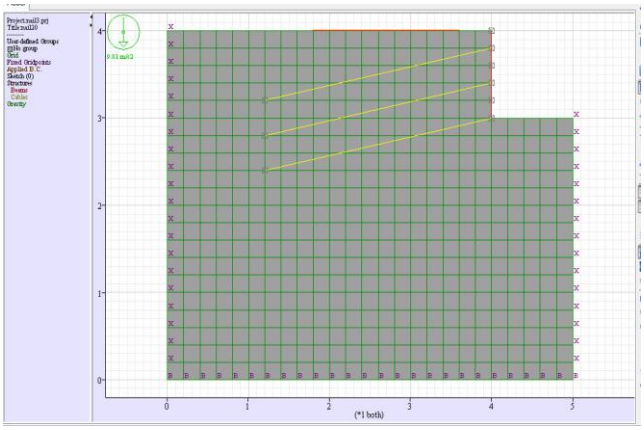
در هر دو نرم افزار طول میخ‌ها با توجه به سطح گسیختگی بحرانی خاک در نظر گرفته خواهد شد[۶].

۲. مدلسازی با نرم افزار FLAC

مدلسازی سیستم میخکوبی در نرم افزار FLAC با المان کابل و دیواره شاتکریت بتنی با استفاده از المان تیر شبیه سازی می‌شوند[۴]. قطر میخ ها ۲۰ میلی متر و قطر سوراخ ایجاد شده جهت نصب میخ و اعمال دوغاب ، ۱۰۰ میلی لیتر در نظر گرفته می‌شود. فاصله میخ ها در جهت عمود بر صفحه ۱,۳ متر و مدول الاستیسیته سیستم، ترکیب میخ و دوغاب ۲۹,۱ گیگاپاسکال می‌باشد. مقاومت جاری شدن کششی و فشاری برای سیستم میخکوبی یکسان و برابر با ۰,۲۳۸ گیگاپاسکال در نظر گرفته می‌شود.

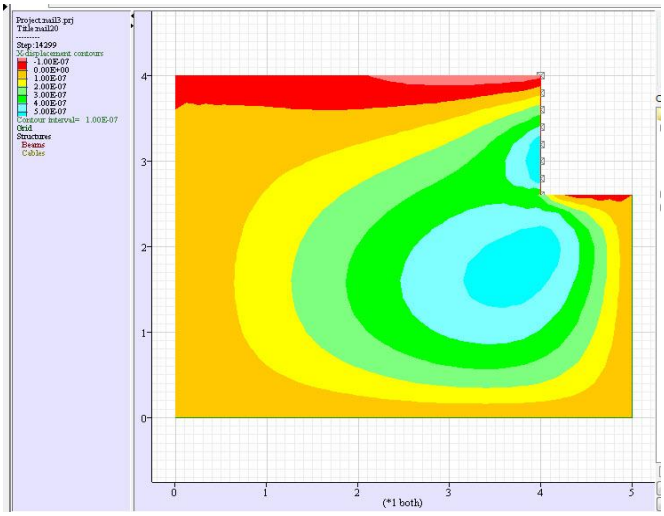
خصوصیات در نظر گرفته برای دیواره شاتکریت به ضخامت ۱۵ سانتی متر هم شامل مقادیر سطح مقطع و ممان اینرسی به آن اختصاص داده می‌شود.

گودبرداری به صورت مرحله به مرحله انجام می‌گیرد و در هر مرحله برای جلوگیری از ریزش دیواره، عملیات شاتکریت انجام می‌گیرد. شکل ۱ عملیات گودبرداری و پایداری دیواره ۵ متر را نشان می‌دهد.



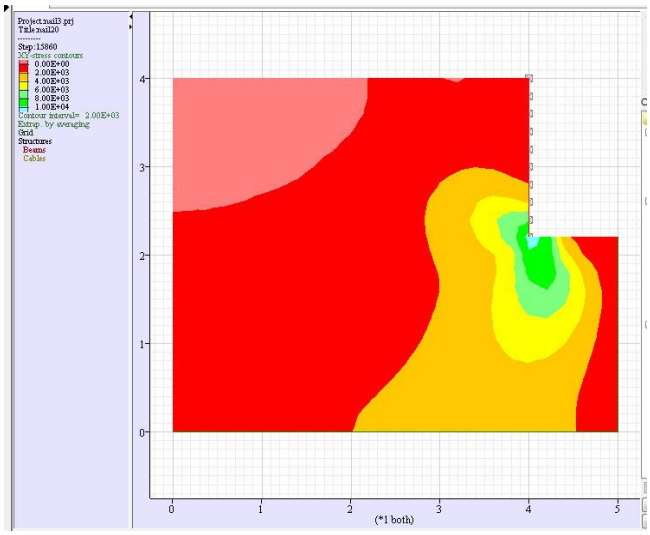
شکل ۱- گودبرداری به عمق ۵ متر

در شکل ۲. تغییر مکان افقی در حالی که عمق گود ۷ متر می‌باشد، قابل مشاهده است.



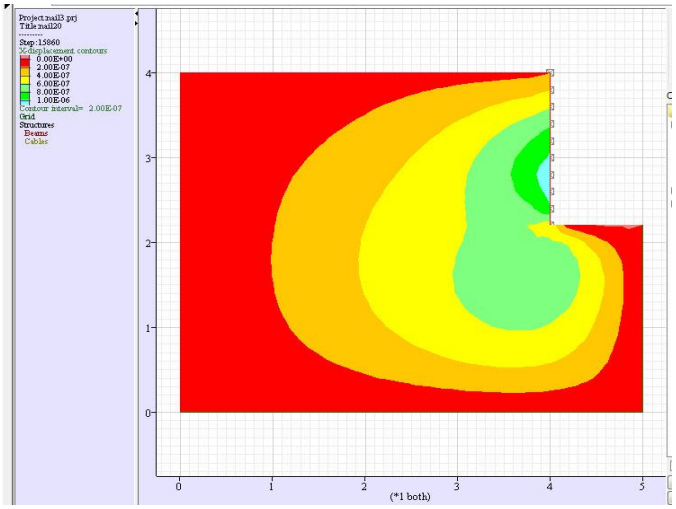
شکل۲- تغییر مکان افقی عمق گود ۷ متر

تنش برشی حاصل از بارگذاری در عمق گود ۹ متر، در شکل ۳. نشان داده است.



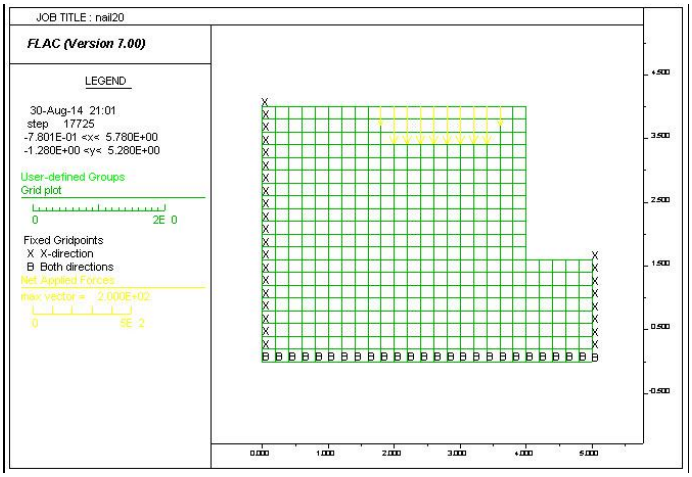
شکل۳- تنش برشی در عمق ۹ متر

شکل ۴. تغییر مکان را در عمق‌های ۹ متری نشان می‌دهد.

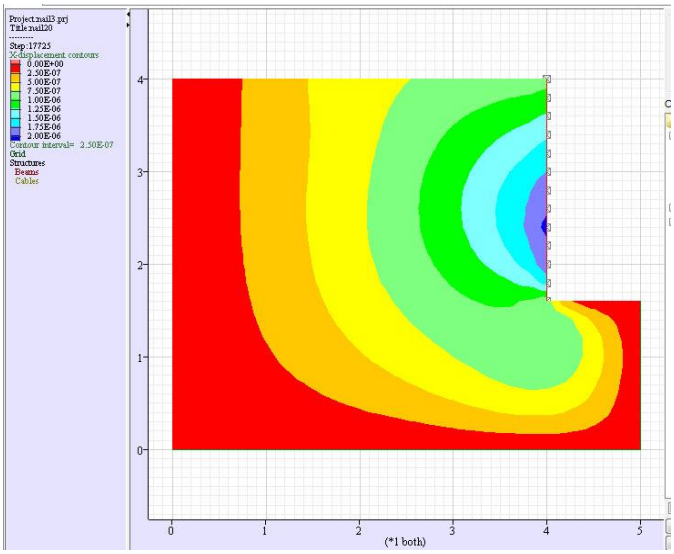


شکل ٤- تغییر مکان در عمق ۹ متر

شکل ۵. مش‌بندی در عمق ۱۲ متری و در شکل۶. تغییرمکان حاصل از آن را نشان می‌دهد.



شکل ۵.-مش‌بندی در عمق ۱۲ متر



شکل٦.-تغییرمکان در عمق ۱۲ متر

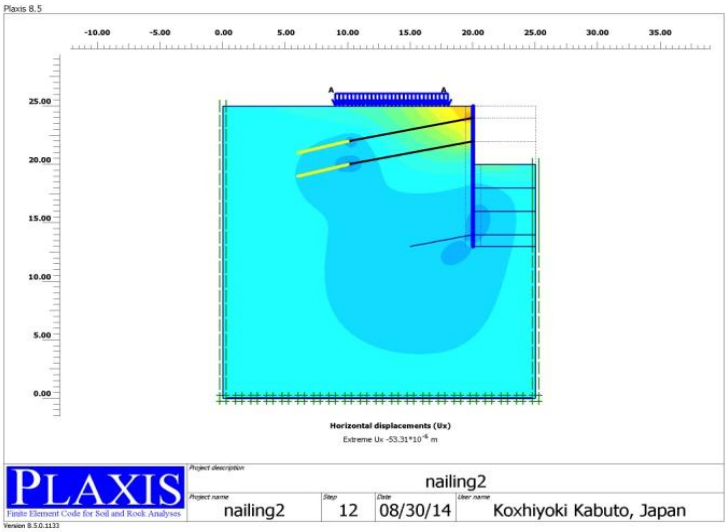
از شکلهای بالا می توان مشاهده کرد، تغییر مکان عمق ۱۲ متری حدوداً ۲ برابر تغییر مکان در عمق ۷ متری می‌باشد.

۳. مدلسازی با نرم افزار Plaxis

در نرم افزار Plaxis که بر پایه قاعده اجزاء محدود می‌باشد ، رفتار المان پوشش بتن پاش، الاستیک و المان های میخ را به صورت الاستوپلاستیک در نظر گرفته می‌شود. برای مدلسازی رویه شاتکریت از المان Plate ، برای بخشی تزریق شده Anchor ، از المان Geotextile و برای بخش بدون تزریق Anchor از المان Node to node Anchor استفاده شده است. با توجه به اینکه المان‌های Anchor و Geotextile تغییر شکل پذیر هستند و تنها نیروهای کششی را تاب می‌آورند، تنها پارامتر ورودی المان Geotextile ، سختی

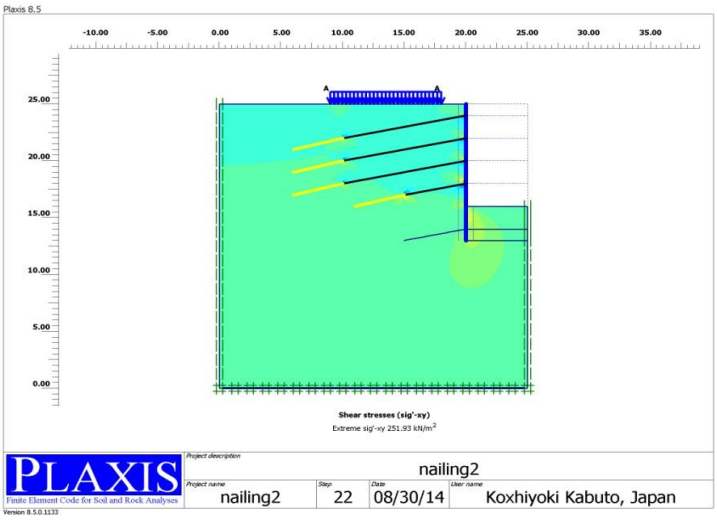
محوری (نرمال) الاستیک است که با EA نمایش داده شده که واحد آن نیرو بر واحد عرض، در مدل وارد می‌شود و به وسیله حد پلاستیک برای نیروی محوری محدود می‌گردد. المان Plate علاوه بر سختی محوری دارای سختی خمشی نیز می‌باشد. جهت برآورد اندرکنش خاک و سازه در جهت اطمینان از المانهای Interface در محل اتصال پوششی بتن پاش و خاک استفاده شده است. به دلیل عملکرد تزریق با توجه به توصیه های plaxis ، ضریب کاهنده مقاومت در Interface برابر با واحد در نظر گرفته می‌شود.

شکل۶. تغییر مکان حاصل از گود به عمق ۵ متر قابل مشاهده است.



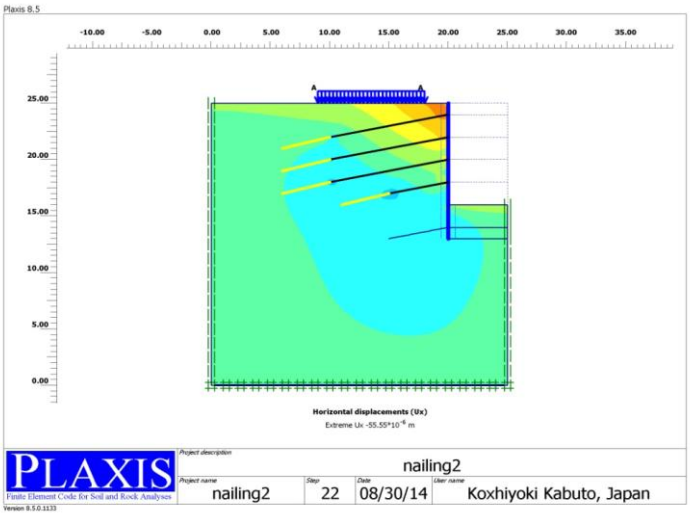
شکل٦- تغییرمکان در عمق ۵ متر

تنش برشی حاصل از بارگذاری در حالتی که عمق گود ۹ متر می‌باشد، در شکل ۷. نشان داده شده است.



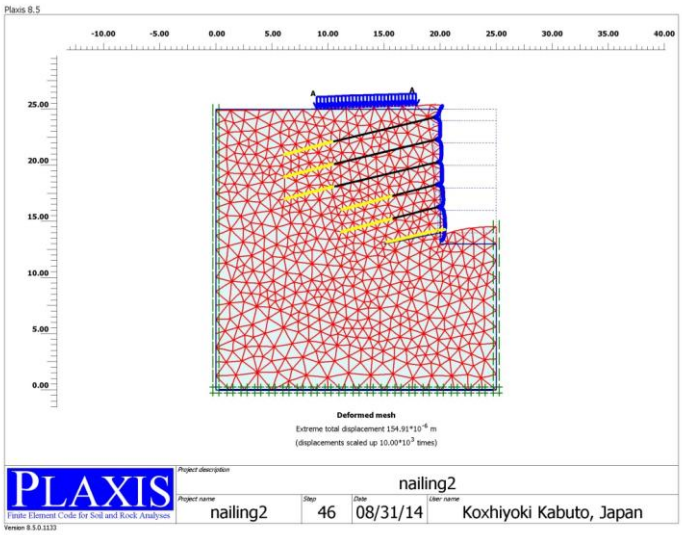
شکل ۷- تنش برشی در عمق۹ متر

شکل۸. تغییر مکان را در عمق ۹ متری حاصل از خروجی برنامه plaxis نشان می‌دهد.

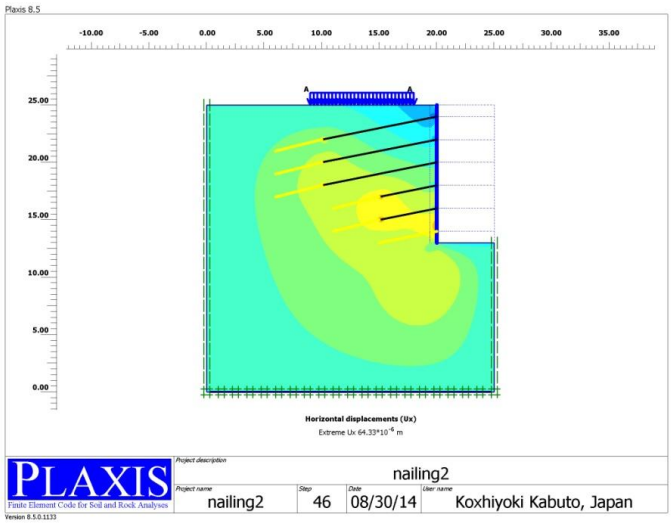


شکل۸ - تغییر مکان در عمق ۹ متر

در شکل۹ . مش‌بندی درحالتی که عمق گود ۱۲ متر می‌باشد و شکل ۱۰. تغییرمکان در این عمق را نشان می‌دهد.

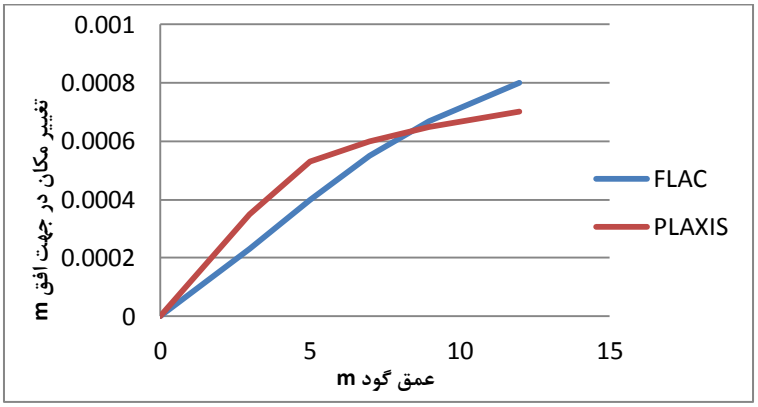


شکل۹ - مش‌بندی در عمق گود ۱۲ متر



شکل۱۰- تغییرمکان در عمق۱۲ متر

با توجه به اشکال ۸ و ۹ می‌توان مشاهده کرد، هرچه عمق گودبرداری بیشتر می‌شود، تغییر مکانها بیشتر شده است. در شکل۱۱. نمودار تغییرمکان بر اساس عمق گود مشاهده می‌گردد که نشان می‌دهد، در عمقی نزدیک به ۸ متر تغییرمکان‌ها بسیار به هم نزدیک می‌شود.



شکل۱۱- نمودار تغییرمکان= عمق

۴. نتیجه‌گیری

از سیستم میخ کوبی در پایدار سازی دیواره گود به عمق ۱۲ متر، در حالی که کاربری کنار گود خیابان می‌باشد، استفاده شده است. مدل سازی به کمک دو نرم افزار FLAC و Plaxis در حالت ۲ بعدی قابل مشاهده است. خاک ماسه ای و معیار تسلیم در نظر گرفته برای آن موهرکلمب می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد، با توجه به شرایط یکسان، تغییر مکانها در نرم افزار Plaxis بیشتر از نرم افزار FLAC می‌باشد، اما تنشهای برشی حاصل از بارگذاری در نرم افزار FLAC ، مقدار کمتری را نسبت نرم افزار Plaxis نشان می دهد.

در کل می توان نتیجه گرفت نرم افزار Plaxis نسبت به FLAC محافظه کارانه تر عمل می کند و در صورت نیاز به کنترل بیشتر طرح در نظر گرفته در مدل واقعی می‌توان از هر دو نرم‌افزار استفاده کرد.

۵. مراجع

۱-اصول گودبرداری-دکتر هادیزاده

۲-روشهای مختلف مهاربندی گود-دکتر یوسف گرجی

۳-اصول و مبانی گودبرداری و سازه های نگهبان-وزارت مسکن و شهرسازی

۴- مدل سازی و تحلیل سازه های خاکی و سنگی در FLAC

۵- Soil Nail Walls FHWA –IF-۰۳-۰۱۷ (US Department of transportation Federal High Administration)

۶- Practical Soil Nail Wall Design and construct ability Issues by Walter G , Kutschke P.E,URS Corporation , , Pittsburgh, Pennsylvania .

۷- M . Ufuk Ergon , Deep Excavations. Department of civil engineering ,Middle East Technical, *University, Ankara, Turkey.*

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
۱۲ و ۱۳ آذرماه ۱۳۹۳
تهران-ایران

نخستین کنفرانس ملی

مکانیک خاک و مهندسی پی

The First National Conference on
Soil Mechanics and Foundation Engineering

Faculty of Civil Engineering
Shahid Rajaee Teacher Training University
3-4 December 2014
Tehran, Iran

گواهی پذیرش مقاله

شناسهٔ مقاله: A-10-753-1

نویسنده (گان): سعید آزموده، ناصر عرفاتی

عنوان مقاله: بررسی تاثیر عمق قرارگیری پی حلقوی مخزن ۱۰هزار مترمکعبی مازوت شرکت سیمان مشهد برروی ظرفیت باربری

با سپاس ویژه از نویسنده (گان) فرهیخته، بنابه این گواهی، اعلام می‌دارد مقالهٔ ایشان توسط کمیتهٔ علمی نخستین «کنفرانس ملّی مکانیک خاک و مهندسیِ پی» به‌صورت نهایی پذیرفته شده و در مجموعه مقالات کنفرانس به چاپ رسیده است.

دکتر سعید غفارپور جهرمی
دبیر کنفرانس

اولین کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی پی

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
۱۲ و ۱۳ آذرماه ۱۳۹۳
تهران-ایران

بسم الله الرحمن الرحیم

نخستین کنفرانس ملی

مکانیک خاک و مهندسی پی

The First National Conference on
Soil Mechanics and Foundation Engineering

Faculty of Civil Engineering
Shahid Rajaee Teacher Training University
3-4 December 2014
Tehran, Iran

گواهی پذیرش مقاله

شناسهٔ مقاله: A-10-753-2

نویسنده (گان): سعید آزموده، ناصر عرفاتی

عنوان مقاله: ارزیابی ظرفیت باربری پی رینگی مخزن ۱۰هزار مترمکعبی مازوت شرکت سیمان مشهد روی لایه های مختلف خاک

با سپاس ویژه از نویسنده (گان) فرهیخته، بنابه این گواهی، اعلام می‌دارد مقالهٔ ایشان توسط کمیتهٔ علمی نخستین «کنفرانس ملّی مکانیک خاک و مهندسیِ پی» به‌صورت نهایی پذیرفته شده و در مجموعه مقالات کنفرانس به چاپ رسیده است.

دکتر سعید غفارپور جهرمی
دبیر کنفرانس

اولین کنفرانس ملی
مکانیک خاک و مهندسی پی
۱۲ و ۱۳ آذر ماه ۱۳۹۳

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
۱۲ و ۱۳ آذرماه ۱۳۹۳
تهران - ایران

اولین کنفرانس ملی
مکانیک خاک و مهندسی پی

The First National Conference on
Soil Mechanics and Foundation Engineering

Faculty of Civil Engineering
Shahid Rajaee Teacher Training University
3-4 December 2014
Tehran, Iran

گواهی پذیرش مقاله

شناسهٔ مقاله: A-10-753-3

نویسنده (گان): سعید آزموده، ناصر عرفاتی

عنوان مقاله: مقایسه بین پی رینگی دایره‌ای و پی رینگی مربعی در ظرفیت باربری مخزن ۱۰ هزارمترمکعبی مازوت

با سپاس ویژه از نویسنده (گان) فرهیخته، بنابه این گواهی، اعلام می‌دارد مقالهٔ ایشان توسط کمیتهٔ علمی نخستین «کنفرانس ملّی مکانیک خاک و مهندسیِ پی» به‌صورت نهایی پذیرفته شده و در مجموعه مقالات کنفرانس به چاپ رسیده است.

دکتر سعید غفارپور جهرمی
دبیر کنفرانس

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
۱۲ و ۱۳ آذرماه ۱۳۹۳
تهران-ایران

اولین کنفرانس ملی
مکانیک خاک و مهندسی پی

The First National Conference on
Soil Mechanics and Foundation Engineering

Faculty of Civil Engineering
Shahid Rajaee Teacher Training University
3-4 December 2014
Tehran, Iran

گواهی ارائه مقاله

شناسهٔ مقاله: A-10-753-4

نویسنده (گان): سعید آزموده ، ناصر عرفاتی

عنوان مقاله: بررسی پایداری دیواره گود میخ‌کوبی شده با نرم افزار FLACو مقایسه آن با نرم افزار PLAXIS

با سپاس ویژه از نویسنده (گان) فرهیخته، بنابه این گواهی اعلام می‌شود مقالهٔ ایشان توسط کمیته علمي نخستين «کنفرانس ملّی مکانیک خاک و مهندسیِ پی» پذیرفته و به صورت پوستر ارائه شده و در مجموعه مقالات کنفرانس به چاپ رسیده است.

دکتر سعید غفارپور جهرمی
دبیر کنفرانس

وزارت علوم و تحقیقات و فناوری

موسسه آموزش عالی خاوران (غیرانتفاعی - غیردولتی)

9th SASTech

Symposium on Advances in Science & Technology

نهمین سمپوزیوم پیشرفت های علوم و تکنولوژی

[redacted]

محوریت استفاده از روش های

[redacted]

۲۷ آذرماه ۱۳۹۳ - موسسه آموزش عالی خاوران، مشهدمقدس

بدینوسیله گواهی می شود که مقاله زیر با عنوان :

[redacted]

نویسندگان:

سعید آزموده، ناصر عرفاتی

در همایش ملی عمران و توسعه پایدار زیرمجموعه نهمین سمپوزیوم

پیشرفتهای علوم و تکنولوژی (9thSASTech) ارائه شده است.

دکتر محمد رضا ماشری

رئیس کنفرانس های عالی SASTech

دکتر ماشاالله سعیدیان

دبیر همایش

وزارت علوم و تحقیقات و فناوری

موسسه آموزش عالی خاوران (غیرانتفاعی - غیردولتی)

9th SASTech

Symposium on Advances in Science & Technology

نهمین سمپوزیوم پیشرفت های علوم و تکنولوژی

بدینوسیله گواهی می شود که مقاله زیر با عنوان :

[redacted]

نویسندگان:

سعید آزموده، ناصر عرفاتی

توسط جناب آقای سعید آزموده

در همایش ملی عمران و توسعه پایدار زیر مجموعه نهمین سمپوزیوم

پیشرفتهای علوم و تکنولوژی (9thSASTech) ارائه شده است.

دکتر رضا میاشری
رئیس شورای عالی SASTech

دکتر رمضانعلی سعیدیان
دبیر همایش

۲۷ آذرماه ۱۳۹۳ - موسسه آموزش عالی خاوران، مشهد مقدس