

بررسی تاثیر عمق قرارگیری پی حلقوی مخزن ۱۰ هزار مترمکعبی مازوت

شرکت سیمان مشهد بر روی ظرفیت باربری

سعید آزموده^۱، ناصر عرفاتی^۲

۱- saied.azmoodeh66@gmail.com

۲- Nasser.arafati@gmail.com

خلاصه

این مقاله به بررسی ظرفیت باربری پی حلقوی با توجه به عمق قرارگیری پی در حضور سطح آب می پردازد. برای ارزیابی ظرفیت باربری از روابط و در آنالیز عددی از نرم افزار FLAC استفاده شده است، خاک مورد نظر ماسه ای و معیار در نظر گرفته برای آن موهر کلمب می باشد. در این مقاله علاوه بر قرارگیری عمق پی در ترازهای ۰ و ۳ و ۵ و ۷ نسبت به سطح زمین، سه تراز قرارگیری سطح آب زیرزمینی هم مورد بررسی واقع شده است نتایج نشان می دهد با قرارگیری پی حلقوی در ترازهای زیرین سطح زمین ظرفیت باربری افزایش پیدا می کند در صورتی که با بالا آمدن سطح آب ظرفیت باربری به طور چشمگیری کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: پی حلقوی، ظرفیت باربری، خاک ماسه، سطح تراز آب، نرم افزار FLAC

۱. مقدمه

بدست آوردن ظرفیت باربری خاک نقش مهمی در طراحی فونداسیون ایفا می کند و ناچیز پنداشتن آن برای طراحی پی می تواند غیراقتصادی باشد از جمله پی های که امروزه بیشتر در زیرسازه های مخازن، سیلوها، تانکها دودکش ها و... مورد استفاده قرار می گیرد پی های حلقوی می باشد [۳]. این پی ها برای سازه هایی که دارای تقارن محوری هستند می تواند مناسب و اقتصادی باشد. Fisher (۱۹۵۷) اولین شخصی بود که پی های حلقوی را مورد مطالعه قرار داد [۵].

در سال (۱۹۶۵) Egorov و (۱۹۶۵) Ohri با تحقیق بر روی پی حلقوی روابطی را در این باره ارائه کردند. هاتف و بوشهریان ۲۰۰۲ و هاتف و رضوی ۲۰۰۳ با انجام تحقیقات آزمایشگاهی و مدل کردن پی حلقوی به این نتیجه رسیدند که زمانی که نسبت شعاع داخلی به خارجی پی برابر ۰٫۴ است، ظرفیت باربری به بیشترین مقدار خود می رسد [۲]. همچنین تحقیقاتی در رابطه با ضرایب ظرفیت باربری انجام گرفته است، از جمله می توان به نتایج حاصل از بررسی ضریب N_{γ} (Wang و Zhao (۲۰۰۷) اشاره کرد که نشان می دهد با افزایش مقدار نسبت n ضریب N_{γ} نیز افزایش می یابد [۹].

در طی شرایط جوی و محیطی گاهی اوقات مهندسان به این نتیجه می رسند که سازه باید در یک عمق نسبت به سطح زمین واقع شود، این تحقیق با توجه به مخزن ۱۰ هزار مترمکعبی نگهداری مازوت به بررسی بهترین عمق قرارگیری مخزن می پردازد.

۲. تعریف مسئله

در شکل ۱. مخزن ۱۰ هزار مترمکعبی مازوت شرکت سیمان مشهد قابل مشاهده است و با توجه به سقف شناور به کار رفته، ارتفاع مخزن می تواند از ۳ تا ۷ متر تغییر کند.



شکل ۱- مخزن ۱۰ هزار متر مکعبی مازوت شرکت سیمان مشهد

به همین منظور ظرفیت باربری مخزن در ۴ عمق ۰ (روی سطح زمین)، ۳، ۵ و ۷ نسبت به سطح زمین مورد بررسی قرار می گیرد. سطح آب را هم با توجه به عمق قرارگیری پی، در ترازهای ۰ (روی سطح زمین)، ۵، ۱۰ و ۴۰ متر در نظر گرفته می شود.

پی حلقوی با نسبت شعاع داخلی به شعاع خارجی $n=0/88$ انتخاب شده است. در حالتی که مخزن پر می باشد فشار وارد به سطح از طرف آن به تمام سطح پی (دایره ای به قطر ۳۴ متر) وارد می شود، به همین منظور محاسبات در دو حالت پی دایره ای کامل با قطر ۳۴ متر و پی حلقوی با قطر خارجی ۳۴ و قطر داخلی ۳۰ متر مورد بررسی قرار می گیرد.

۳. حل مسئله

با توجه به اینکه وزن مخصوص مازوت برابر $0/9gr/cm^3$ می باشد، فشار وارد بر سطحی به شکل دایره به قطر ۳۴ متر حدوداً برابر KN/m^2 ۱۰۰ است، حال با توجه به نوع خاک در نظر گرفته باید بررسی شود آیا ظرفیت باربری خاک جوابگوی این فشار می باشد یا خیر.

براساس روابط Terzaghi [۸] ظرفیت باربری پی دایره ای از رابطه (۱) بدست می آید

$$q_u = 1/3CN_c + qN_q + 0/3rDN_r \quad (1)$$

که در آن C چسبندگی، q سر بار، D قطر پی و N_c ، N_q ، N_r و N_c ضرایب ظرفیت باربری وابسته به زاویه اصطکاک می باشند [۱].

در جدول ۱ خصوصیات مربوط به خاک در نظر گرفته، آورده شده است

جدول ۱- خصوصیات خاک

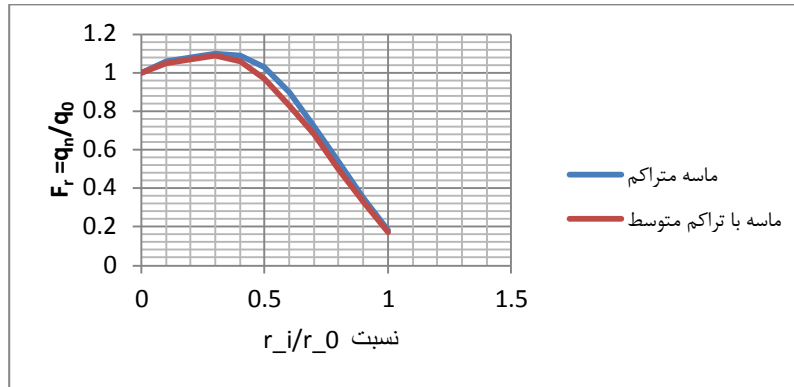
نوع خاک	چسبندگی (Kpa)	زاویه اصطکاک (درجه)	نسبت پواسن	مدول الاستیک (Kpa)	وزن مخصوص (KN/m^3)
ماسه	۰	۳۰	۰,۲۸	۱۰۰۰۰	۱۷

برای بدست آوردن ظرفیت باربری در حالت حلقوی از روابط ohri و همکاران (۱۹۹۷) استفاده شده، در این روابط به کمک ضریبی به نام ضریب بازدهی پی حلقوی (F_r) می توان متوسط ظرفیت باربری پی حلقوی را محاسبه کرد. رابطه (۲) طریقه بدست آوردن ظرفیت باربری پی حلقوی را نشان می دهد.

$$F_r = \frac{q_n}{q_c} \quad (2)$$

در آن q_n برابر ظرفیت باربری نهایی پی حلقوی و q_c ظرفیت باربری پی دایره ای می باشد. همانطور که در شکل ۲. می بینید با داشتن n که

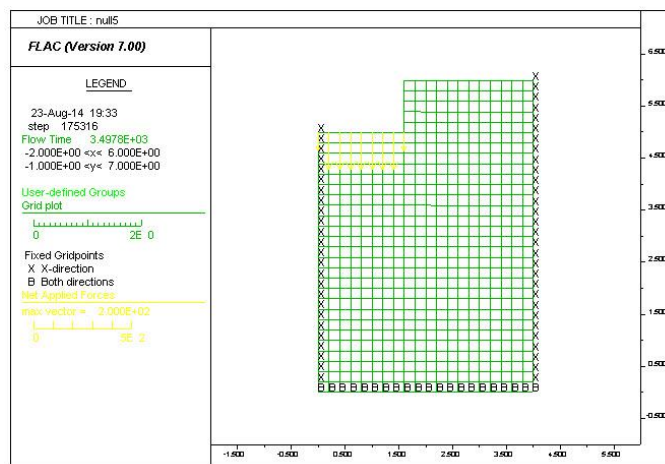
برابر نسبت شعاع داخلی به خارجی است، می توان F_r را بدست آورد [۴].



شکل ۲- منحنی تغییرات ضریب بازدهی رینگ (Fr) نسبت به $\frac{r_i}{r_0}$ (برای سطوح متغیر ولی با قطر خارجی یکسان) [۴]

از روابط نتیجه می‌شود، وقتی تراز سطح آب در عمق ۴۰ متر نسبت به سطح زمین قرار می‌گیرد، تاثیری در ظرفیت باربری پی دایره ای و حلقوی ندارد، همچنین هرچه پی در عمق بیشتری نسبت به سطح زمین واقع شود ظرفیت باربری پی افزایش پیدا می‌کند. برای آنالیز عددی از نرم افزار FLAC که براساس قاعده تفاضل محدود می‌باشد استفاده شده است. با توجه به اینکه مدل در حالت تقارن محوری قرار دارد، فقط سمت راست مدل در تحلیل‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. ظرفیت باربری پی در نرم افزار FLAC به این صورت حاصل می‌شود که با اعمال فشارهای گوناگون وارد بر سطح، نشست حاصل از آن ثبت می‌شود و با رسم نمودار بار-نشست ظرفیت باربری پی به کمک قاعده رسم مماس‌ها بدست می‌آید.

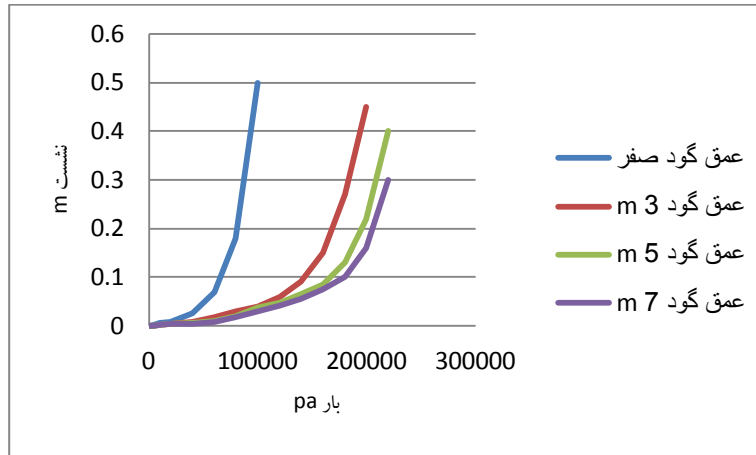
شکل ۵ یک نمونه ساخته شده پی دایره ای در نرم افزار FLAC را نشان می‌دهد که عمق قرارگیری پی ۵ متر و همانطور که می‌بینید برای جلوگیری از ریزش خاک دیواره، از ورق فولادی به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر که برابر با ضخامت مخزن ۱۰ هزار مترمکعبی مازوت می‌باشد استفاده شده است.



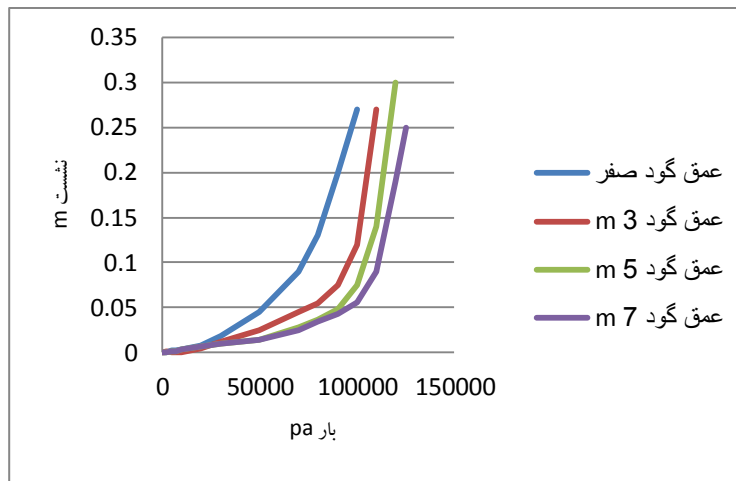
شکل ۵- مدل ساخته شده در برنامه FLAC

شکل ۶ و ۷ نمودار بار-نشست پی دایره ای و حلقوی را با توجه به تراز صفر (روی سطح زمین) سطح آب، در اعماق مختلف قرارگیری پی

نشان می دهد

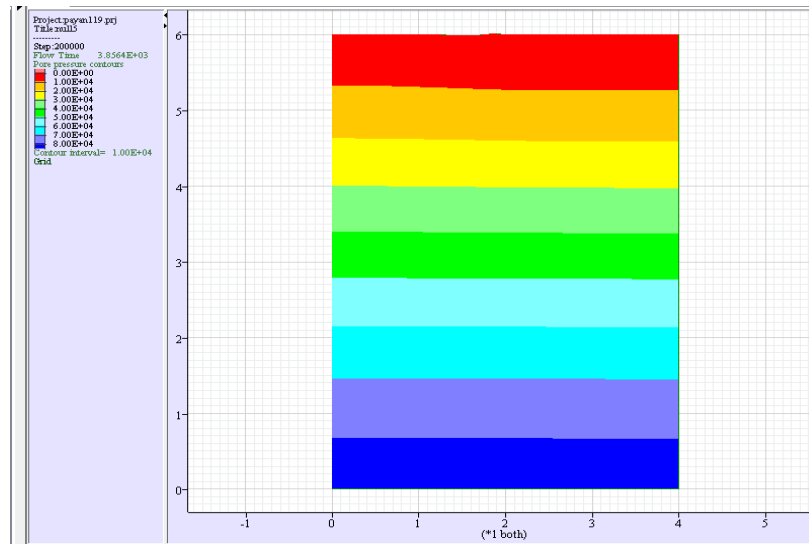


شکل ۶- نمودار بار-نشست پی دایره ای $n=0$ در تراز سطح آب صفر (آب روی سطح زمین)



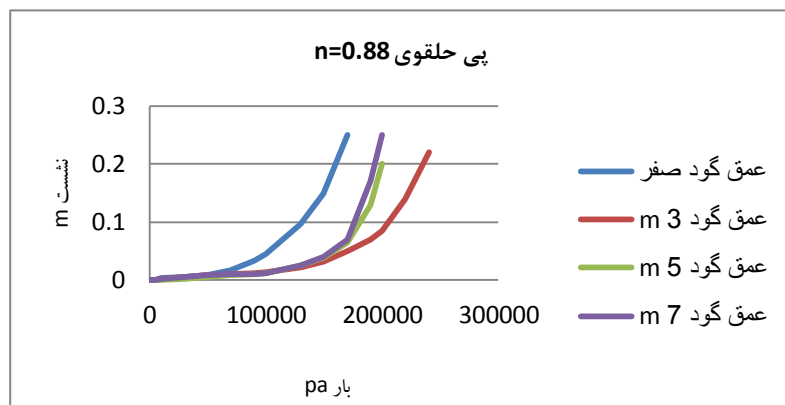
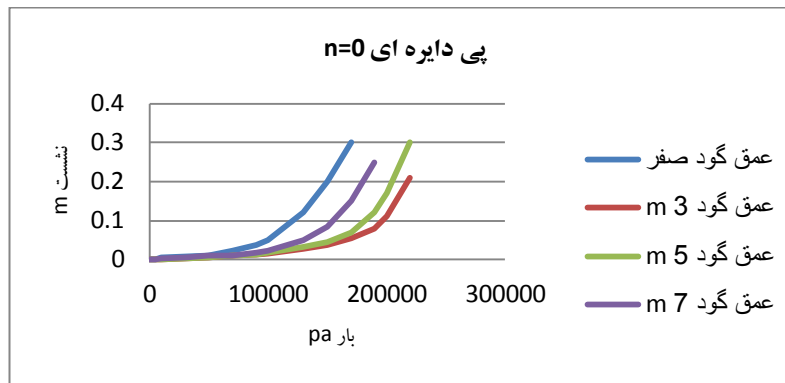
شکل ۷- نمودار بار-نشست پی حلقوی $n=0.88$ در تراز سطح آب صفر (آب روی سطح زمین)

شکل ۸. تراز صفر قرارگیری سطح آب را نشان می دهد.

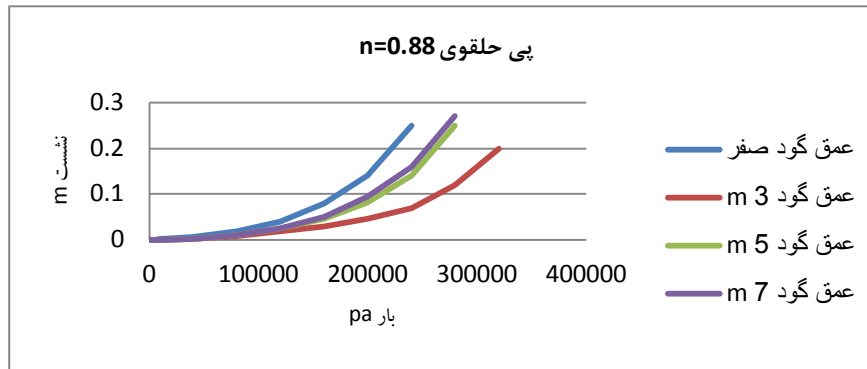
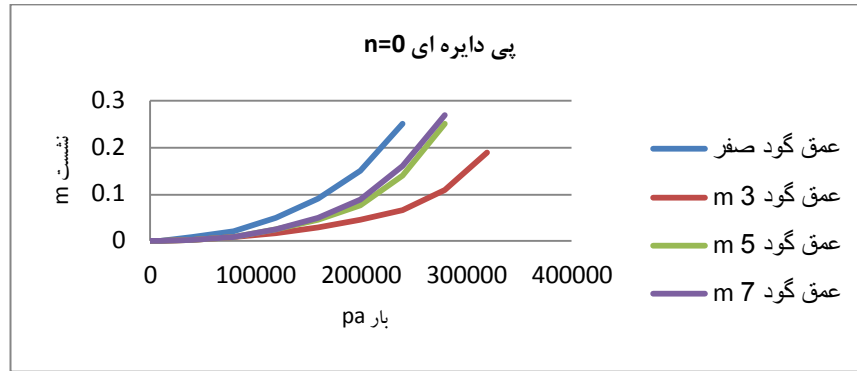


شکل ۸- تراز صفر قرارگیری سطح آب

اشکال ۹ و ۱۰ نمودارهای بار نشست پی دایره ای و حلقوی در تراز ۵ و ۱۰ متر سطح آب را در اعماق مختلف قرارگیری پی نشان می دهد.



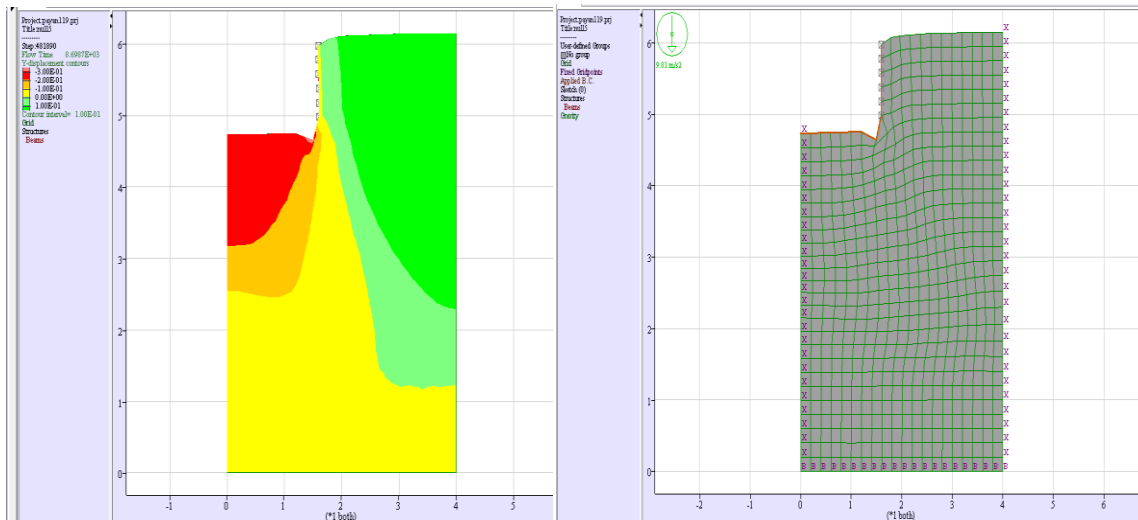
شکل ۹- نمودارهای بار- نشست پی دایره ای و حلقوی در تراز ۵ متر آب



شکل ۱۰- نمودار بار- نشست پی دایره ای و حلقوی در تراز ۱۰ متر آب

همانطور که در شکل ۹ و ۱۰ مشاهده می شود، ظرفیت باربری پی زمانی که در عمق ۳ متری نسبت به سطح زمین قرار دارد، بیشتر از حالات قرارگیری آن روی سطح زمین، عمق ۵ و ۷ متر است.

شکل ۱۵ نمونه گسیختگی مدل در حالتی که پی در عمق ۵ متر و تراز سطح آب هم در عمق ۵ متری سطح زمین قرار دارد را نشان می دهد.



شکل ۱۵- نمونه گسیختگی مدل تحت بار

۴. نتیجه گیری

شبیه سازی عددی برای محاسبه ظرفیت باربری پی صلب حلقوی مخزن ۱۰ هزار مترمکعب مازوت شرکت سیمان مشهد روی خاک ماسه ای در اعماق ۰ (روی سطح زمینی)، ۳، ۵ و ۷ متری و با توجه به تراز قرارگیری سطح آب موجود است. خاک ماسه ای و براساس معیار تسلیم موهر کلمب مدل شد و ظرفیت باربری پی در حالت دایره ای و حلقوی به کمک نرم افزار FLAC محاسبه گردید.

نتایج نشان می دهد ظرفیت باربری پی در حالت حلقوی با نسبت شعاع داخلی به خارجی ۰٫۸۸، بیشتر از حالت دایره کامل می باشد. زمانی که سطح آب در عمقی بیشتر از قطر پی نسبت به سطح زیرین فونداسیون قرار می گیرد، همانطور که از روابط Terzaghi و Das مشاهده گردید تأثیری روی ظرفیت باربری پی ندارد، اما زمانی که سطح آب در تراهای ۰، ۵ و ۱۰ قرار می گیرد، موجب کاهش ظرفیت باربری پی در حالت دایره ای و حلقوی می شود. همچنین نتایج نشان می دهد هرچه عمق قرارگیری پی نسبت به سطح زمین بیشتر می شود ظرفیت باربری افزایش پیدا می کند و اینکه با قرارگیری پی در عمق بیشتر آستانه گسیختگی خاک بیشتر شده و خاک فشارهای بیشتری را می تواند تحمل کند.

۵. منابع

- ۱- کتاب اصول مهندسی ژئوتکنیک Braja M.Das ترجمه شاپور طاحونی
- ۲- Boushehrian JH, Hataf N (۲۰۰۲). Experimental and numerical investigation of the bearing capacity of model circular and ring footing on reinforced sand. Geotext Geomembranes ۲۰۰۳; ۲۱: ۲۴۱-۵۶.
- ۳- Hataf, N, Razavi, MR, ۲۰۰۳ Behavior of ring footing on sand. Iranian Journal of science and Technology, Transaction B, vol. ۲۷, pp. ۴۷-۵۶
- ۴- Ohri, M.L, Purhit, D.G.M, Dubey, M.L, ۱۹۹۷. Behavior of ring footing on dune sand overlaying dense sand. Pres In ternational conference of civil Engineers, Tehran, Iran.
- ۵- Fisher, K. ۱۹۵۷. Zur Berechnung der setzung von fundamenten in der form einer kreisformigen ringflache. Der Bauingenieur, vol. ۳۲, No. ۵. Germany, pp. ۱۷۲-۱۷۴.
- ۶- Egorov, K.E. ۱۹۶۵. Caclulation of bed for foundation with ring footing. Proceedings of the sixth International Conference on soil mechanical foundation of engineers, Vol. ۲, Montreal, pp. ۴۱-۴۵.
- ۷- Kumar J, Ghosh P. Bearing capacity factor N_c for ring footings using the method of characterishtics. Can Geotech J ۲۰۰۵; ۴۰(۳): ۱۴۷۴-۸۴.
- ۸- Terzaghi K. Teoretical soil mechanics. New York: John Wiley and Sons; ۱۹۴۳
- ۹- Zhao L. and Wang, J.H. ۲۰۰۷, Vertical bearing capacity for ring footing, Computers and Geotechnical ۳۵ (۲۰۰۹) ۲۹۲-۳۰۴.



اولین کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی پی
دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران
۱۲ و ۱۳ آذرماه ۱۳۹۳





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



مکانیک خاک و مهندسی پنا

*The First National Conference on
Soil Mechanics and Foundation Engineering*

کواهی پذیرش مقاله



دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
۱۳ و ۱۴ آذرماه ۱۳۹۳
تهران-ایران

شناسه مقاله: A-10-753-1

نویسنده (گان): سعید آزموده، ناصر عرفاتی

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

با سپاس ویژه از نویسندگان (گان) فرهیخته، بنابه این کواهی، اعلام می‌دارد مقاله ایشان توسط کمیته علمی نخستین کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی پی، به‌صورت نهایی پذیرفته شده و در مجموعه مقالات کنفرانس به چاپ رسیده است.



دکتر سعید غفاریور جمهوری
دبیر کنفرانس



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



مکانیک خاک و مهندسی بنا

*The First National Conference on
Soil Mechanics and Foundation Engineering*

کواهی پذیرش مقاله



دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
۱۳ و ۱۴ آذرماه ۱۳۹۳
تهران-ایران

شناسه مقاله: A-10-753-2

نویسنده (گان): سعید آزموده، ناصر عرفانی

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

با سپاس ویژه از نویسندگان (گان) فرهیخته، بنابه این کواهی، اعلام می دارد مقاله ایشان توسط کمیته علمی نخستین کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی پی، به صورت نهایی پذیرفته شده و در مجموعه مقالات کنفرانس به چاپ رسیده است.



دکتر سعید غفاریور جهرمی
دبیر کنفرانس

این کواهی بر روی
مکانیک خاک و مهندسی پی
۱۳ و ۱۴ آذرماه ۱۳۹۳



Faculty of Civil Engineering
Shahr-e Rajoo Teacher Training University
3-4 December 2014
Tehran, Iran



مکانیک خاک و مهندسی بنا

*The First National Conference on
Soil Mechanics and Foundation Engineering*

گواهی پذیرش مقاله

شناسه مقاله: A-10-753-3

نویسنده (گان): سعید آزموده، ناصر عرفاتی

عنوان مقاله: مقایسه بین بی رینگی دایره‌ای و بی رینگی مربعی در ظرفیت باربری مخزن ۱۰ هزار مترمکعبی مازوت

با سپاس ویژه از نویسنده (گان) فرهیخته، بنابه این گواهی، اعلام می‌دارد مقاله ایشان توسط کمیته

علمی نخستین «کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی بی» به صورت نهایی پذیرفته شده و در

مجموعه مقالات کنفرانس به چاپ رسیده است.



دکتر سعید غفاریور جمروی

دبیر کنفرانس



دانشگاه تربیت مدرس، تهران
دانشکده مهندسی عمران
۱۲ و ۱۳ آذرماه ۱۳۹۳
تهران - ایران



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

مکانیک خاک و
فونداسیون



دانشگاه شهید رجایی

مکانیک خاک و فونداسیون پنجم

*The First National Conference on
Soil Mechanics and Foundation Engineering*



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی عمران
۱۳ و ۱۴ آبان ۱۳۹۳
تهران - ایران

گواهی ارائه مقاله

شناسه مقاله: A-10-753-4

نویسنده (گان): سعید آزموه، ناصر عرفاتی

عنوان مقاله: بررسی پایداری دیواره کوه میخ کوبی شده با نرم افزار FLAC و مقایسه آن با نرم افزار PLAXIS

با سپاس ویژه از نویسنده (گان) فرهیخته، بنابه این گواهی اعلام می شود مقاله ایشان توسط کمیته علمی نخستین «کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی پی» پذیرفته و به صورت بوستر ارائه شده و در مجموعه مقالات کنفرانس به چاپ رسیده است.



دکتر سعید غفارپور جهرمی

دبیر کنفرانس

بدینوسیله کواهی می شود که مقاله زیر با عنوان:
ارزایی از آثار حضرتان در هزاره ششمی تا زمانه کنونی در باره سید علی حسینی

نویسنده گان:

عبد آزموده، ناصر مرفاتی

درمایش ملی عمران و توسعه یادگار زیر مجموعه نهمین سمپوزیوم
میرفتنهای علوم و تکنولوژی (9th SASTech) ارائه شده است.

دکتر محمد رضا ماسوری
رئیس شورای عالی SASTech

دکتر مینا شاه سید کاظمی
دبیر نمایش



وزارت علوم و تحصیلات
و آموزش عالی
موسسه ملی تحقیقات علمی و فناوری
9th SASTech
Symposium on Advances
in Science & Technology

فصل نهمین سمپوزیوم پیشرفت های علمی و فناوری



۱۳ گزیده ۱۳۸۲ - موسسه ملی تحقیقات علمی و فناوری



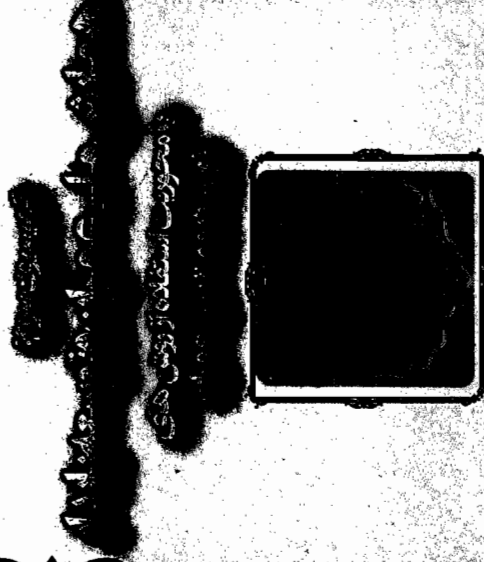
وزارت علوم و تحصیلات
و فنون



انجمن علمی
دانشگاه‌های ایران

9th SASTech Symposium on Advances in Science & Technology

فصل نهمین سمپوزیوم پیشرفت های علوم و تکنولوژی



۱۳ آذرماه ۱۳۸۳ - محل برگزاری: مشهد مقدس

بدینوسیله کواهی می شود که مقاله زیر با عنوان:
پایه های نظری و عملی در زمینه های مختلف
علمی و تکنولوژی در روزهای ۱۳ تا ۱۵ آذرماه ۱۳۸۳ در
محل برگزاری سمپوزیوم نهمین فصل علمی
دانشگاه های ایران در مشهد مقدس پذیرفته شده است.

نویسندگان:

سیدآزموده، ناصر عرفانی

توسط جناب آقای سیدآزموده

درهایس ملی عمران و توسعه مبادا زیر مجموعه نهمین سمپوزیوم
میرفتنای علوم و تکنولوژی (9th SASTech) در مشهد مقدس است.

دکتر سیدناض سیدیان
دبیر هیات

دکتر محمود شامشیری
رئیس هیات علمی SASTech