کاهش اثر لوله جداری و پر شدگی ناقص فضای بین دیواره و لوله جداری در مطالعات چاه پیمایی ژئوتکنیکی دریایی هسته‌ای

سید محسن رفیعی پور[۲۶] ، رضا قناتی[۲۷] ، محمد کاظم حفیظی[۲۸]
[1]دانشجوی کارشناسی ارشدژئو فیزیک، موسسه ژئو فیزیک دانشگاه تهران
[۲] استادیار، گروه فیزیک زمین، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران
استاد، گروه فیزیک زمین، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

چکیده

یکی از مهم‌ترین مسایل در اجرای پروژه‌های ساختمانی انجام مطالعات ژئوتکنیک خاک است. تعیین چینش، ضخامت، نوع و شیب لایه‌های زمین شناسی باید در انتخاب نوع پی سازه در نظر گرفته شود تا ساختگاه مقاومت کافی داشته باشد. مطالعات ژئوتکنیکی به خاطر هزینه بالا و زمانبر بودن، از مشکلات انجام پروژه‌ها محسوب می‌شود. از این رو انجام عملیات چاه پیمایی کم عمق در کنار بررسی‌های ژئوتکنیکی باعث کاهش زمان برداشت داده و بالا رفتن دقت مطالعات می‌شود. اندازه گیری چگالی لایه‌ها همراه با سرعت امواج تراکمی و برشی جهت تعیین خواص الاستیک لایه‌ها در مطالعات ژئوتکنیکی و محاسبات ریسک خسارات ناشی از زلزله در سازه‌های حساس ضرورت اجتناب ناپذیر دارد. به منظور اندازه گیری چگالی لایه‌ها لازم است از سوند گاما-گاما همراه با ماده رادیو اکتیو سزیوم ۱۳۷ استفاده گردد. جهت ایمنی ماده رادیواکتیو در مقابل ریزش جداره چاه نیاز به نصب لوله جداری می‌باشد. اندازه گیری سرعت موج برشی در لایه‌ها در عملیات دریایی مستلزم استفاده از ماسه جهت پرکردن فضای خالی بین لوله جداری و لایه‌های زمین (backfill) است. نصب لوله و فضای حاصل بین لوله و زمین که از آب و ماسه پر شده است، بدلیل یکنواخت نبودن فضای پر شده از ماسه باعث ایجاد خطا در اندازه گیری چگالی لایه‌ها شده، لذا گاهی ناچار به حفاری مجدد چاه و هزینه‌های زیادی می‌گردد. در این مطالعه در نظر است با استفاده از اندازه گیری‌های آزمایشگاهی و ایجاد همبستگی بین داده‌های چاه پیمایی و ژئوتکنیکی خطای اندازه گیری حاصل از پر کردن جداره و لوله جداری به طرز قابل قبولی مرتفع گردد.

واژه‌های کلیدی: چاه پیمایی دریایی، ژئوتکنیک، گاما -گاما، پر شدن جداره، لوله جداری، همبستگی

Reducing the effect of casing and backfilling in nuclear offshore geotechnical well logging studies

Seyyed Mohsen Rafiei pur , Reza Ghanati , Mohammad Kazem Hafizi
[1]Msc student, Institute of Geophysics, University of Tehran
Assistant professor, Institute of Geophysics, University of Tehran
professor, Institute of Geophysics, University of Tehran

Abstract

Soil geotechnical study is one of the most important issues in the implementation of construction projects .Determining the sequence , thickness , type and slope of geological layers should be considered in choosing the type of foundation .Geotechnical studies are considered as problems of projects due to their high cost and time consuming , so performing shallow well logging along with geotechnical studies reduces data collection time and increases the accuracy of studies. Measurement of layer density along

with compression and shear wave velocity to determine the elastic properties of layers in geotechnical studies and earthquake risk in sensitive structures is inevitable. In order to measure the density of the layers it is necessary to use a gamma- gamma probe with cesium-137 radioactive. In order to protect the radioactive material against the fall of the borehole wall, it is necessary to use a PVC casing. Measuring the shear wave velocity in the layers requires the use of sand to fill the empty space between the casing and the ground layers (backfill).Installing pipe and backfill that is filled with water and sand, due to the non-uniformity of the space filled with sand, causes errors in measuring the density of layers and sometimes has to be re-drilled and costs a lot . In this study we intend to use lab data and create a correlation between lab and log data to eliminate the measurement error of casing and backfilling in an acceptable way.

Keywords: Offshore well logging, Geo technic , Gamma -Gamma , Casing , Backfill , Correlation

مقدمه

طراحی یک عملیات ژئوتکنیکی موفق، نیازمند شناخت واقعی زمین و تغییرات رفتار زمین در بازه‌های عمقی متفاوت است. مطالعات ژئوتکنیک معمولاً بوسیله حفاری و نمونه گیری مغزه انجام می‌گیرد. این روش به خصوصیات زمین، تنها در اطراف چاه توجه داشته و احتمال خطا در بررسی نمونه‌ها توسط اپراتور وجود دارد. در حفارهای ژئوتکنیکی، حتی مغزه گیری پیوسته نیز نمی‌تواند منجر به نتایج مناسب و بازیابی درست مغزه‌ها شود و در اثر حفاری عموماً نمونه‌های به دست آمده دچار به هم خوردگی می‌شود. به همین دلیل استفاده از روش‌هایی که به ثبت دقیق و پیوسته اطلاعات درون زمین جهت تعیین پارامترهای ژئوتکنیک بپردازد، لازم و ضروری است. ازاین رو جهت رسیدن به این هدف، از روش چاه پیمایی در مطالعات عمقی زمین استفاده می‌شود (اووِن، ۲۰۰۰).

درروش چاه پیمایی، جمع آوری داده از کل عمق چاه به صورت پیوسته و بدون دخالت اپراتور می‌باشد. با استفاده از روش‌های چاه پیمایی هسته‌ای و با توجه به نگارهای برداشت شده نتایج بسیار مناسبی جهت تفسیر جنس زمین و پارامترهایی نظیرچگالی و تخلخل زمین می‌توان ارائه نمود (توینینگ و همکاران، ۲۰۰۸). اندازه گیری خصوصیات درون چاه با فرستادن ابزاری به نام سوند امکان پذیر است.

در مطالعات ژئوتکنیک و سازه، قبل از ایجاد هر سازه بزرگ مانند سد، سازه‌های خشکی و دریاییینیاز مبرم به داشتن اطلاعات اولیه در حوضه مهندسی خاک و ژئوتکنیک احساس می‌شود، بطوریکه داشتن اطلاعات اولیه نظیر جنس خاک، تخلخل، پوکی، میزان رطوبت و... می‌تواند در اتخاذ تصمیمات درست صاحب نظران را یاری نماید (وِلنکو، ۲۰۰۰). اولین بار کرشر از روش چاه پیمایی در سال ۱۶۶۱ میلادی برای اندازه گیری دمای سنگ‌ها استفاده نمود. استفاده از چاه پیمایی در عمق‌های کمتر از ۱۰۰ متر در رسوبات سخت نشده، تجهیزات مورداستفاده، روش برداشت و تفسیر نگارها در مطالعات کم عمق توسط هالنبورگ (۱۹۸۷ و ۱۹۹۲)، کیز (۱۹۹۰)، یرسلی وکرودر (۱۹۹۰) و سم ورث (۱۹۹۲) مطرح گردیده است.

پس از پایان عملیات حفاری یک چاه، عملیات نصب وسایل ضروری برای آماده سازی چاه جهت چاه پیمایی را تکمیل چاه گویند. با توجه به اهمیت جداره بندی و در شرایطی که چاه ایجاب می‌کند، نیاز به انجام عملیات لوله گذاری در بعضی از چاه‌ها ضروری می‌باشد. به طورکلی نصب لوله جداری در چند مرحله انجام می‌شود. این مراحل که حد اکثر ۴ مرحله است که با توجه به شرایط چاه‌های مختلف می‌تواند کم یا زیاد شود. در قسمت‌های سطحی چاه به منظور جلوگیری از ریزش لایه هوازده سطحی، عملیات جداره بندی در عمق کم صورت می‌گیرد. این قسمت که به جداره بندی هادی معروف است در اکثر چاه‌ها اعمال می‌شود (رضایی و چهرازی، ۱۳۸۹).

در محیط‌هایی که سنگ‌های اطراف دیواره چاه ریزشی هستند، درصورتی که چاه لوله جداری نشده باشد امکان ریزش در چاه وجود دارد و استفاده از نگارهایی که چشمه رادیواکتیو دارند به علت گران بودن تجهیزات، توصیه نمی‌شود. در چنین چاه‌هایی که لوله جداری نشده است و سنگ‌ها ریزشی‌اند، نگار پتانسیل خودزا و مقاومت ویژه می‌تواند در مراحل اولیه مطالعه مفید واقع شود چراکه در صورت از بین رفتن تجهیزات، بسیار ارزان‌تر و بی خطر تر از روش هسته‌ایی می‌باشند (کامیاب و پرچه خواری، ۱۳۹۲).

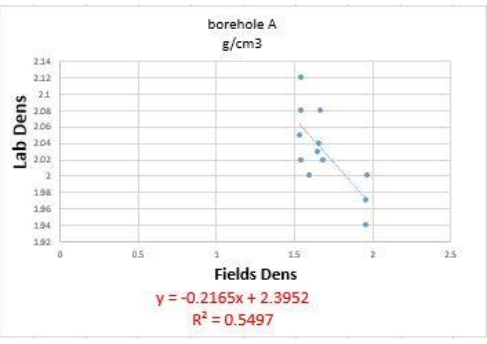
در سنگ‌های کربناته تمهیداتی که در لوله گذاری در چاه‌های ریزشی وجود دارد، دیده نمی‌شود؛ اما در فواصلی که انحلال صورت گرفته، نیاز به جداره بندی مناسب داریم. به علت ماهیت عملیات چاه پیمایی و اینکه عمدتاً در محیط‌های رسوبی شاهد نفت و گاز هستیم، لوله گذاری در سنگ‌های آذرین و دگرگونی بررسی چندانی نشده، اما درصورتی که هدف از چاه پیمایی انجام مطالعات ژئوتکنیک باشد و یا از این سنگ‌ها جهت ساختگاهی برای سازه‌های بزرگ استفاده شود، با توجه به شرایط سنگ در سایت مورد مطالعه نیاز به لوله گذاری باید بررسی شود. بطوری که چنانچه سنگ‌های آذرین و دگرگونی در منطقه به شدت تحت فعالیت تکتونیکی باشند، حالت شکسته دارند و امکان ریزش و مسدود نمودن چاه در آنها وجود دارد؛ پس عملیات جداره بندی در آنها باید جدی گرفته شود (رضایی و چهرازی، ۱۳۸۹).

تمامی این عوامل باعث لزوم استفاده از لوله جداری در گمانه‌های چاه پیمایی می‌باشد اما در چاه پیمایی دریایی بدون استفاده از لوله جداری عملاً حفاری بلا استفاده است چون گمانه بلافاصله بوسیله ماسه‌های موجود در دریا پر می‌شود لذا بعد از عملیات حفاری عملیات لوله گذاری و پر شدن جداره آن انجام می‌شود. انجام عملیات پر شدن جداره مطالعات ژئوتکنیک و سازه در دریا هم مشکلات خاص خود را دارد چون در اثر امواج دریا ماسه‌های ریز به سرعت پراکنده شده و در صورت استفاده از ماسه‌های درشت‌تر هم به خاطر کم بودن فاصله لوله جداری از جداره چاه امکان گیر کردن ماسه‌های درشت‌تر و خالی ماندن فاصله زیرین آن وجود خواهد داشت.

روش تحقیق

دراین مقاله به بررسی تأثیر لوله جداری و پر کردن جداره در اندازه گیری چاه پیمایی دریایی گاما-گاما و ارتباط بین داده چاه پیمایی و ژئوتکنیک در آزمایش چاه می‌پردازیم. به منظور تعیین ارتباط بین داده چگالی حاصل از چاه پیمایی و ژئوتکنیک و بررسی تاثیر لوله جداری و پر کردن جداره و اثرات آنها در اندازه گیری‌ها، چاه A به عمق تقریبی۴۰ متر جهت این مطالعه انتخاب شد (شکل ۱). حفاری گمانه مورد نظر حدود ۷ متر بیشتر از عمق مورد نیاز عملیات چاه پیمایی انجام شده تا از تماس بین پایین گمانه و انتهای سوند در اعماق پایین گمانه جلوگیری شود. در محیط‌های ریزشی و آبرفتی به منظور جلوگیری از ریزش چاه، فاصله بین لوله جداری و دیواره چاه توسط شن یا مالت سیمان پر می‌شود که همان گراول پک (Gravel Pack) یا پر شدن جداره (Backfill) است. وجود هرگونه فضای خالی مابین لوله جداری و دیواره چاه باعث لرزش لوله و ایجاد نوفه می‌شود. برداشت چاه پیمایی دریایی گاما-گاما در چاه A بوسیله چشمه سزیوم ۱۳۷ تا عمق۳۳ متر همراه لوله جداری و پر شدن جداره از جنس ماسه ریز و متوسط انجام شد. در این حالت برداشت چاه پیمایی گاما – گاما حدود یک هفته بعد و با دو زاویه مختلف کابل انجام شد. به این منظور هنگام داده برداری تمامی تجهیزات داده برداری شامل مولدها، کامپیوتر و وینچ را جابجا کرده و قرقره را ۹۰ درجه چرخید. هدف از این کار قضاوت این مطلب بود که تغییر جهت چشمه رادیو اکتیو در داخل گمانه می‌تواند نتایج چاه پیمایی را تغییر دهد یا خیر که نتایج دو مرحله تفاوت معنا داری را نشان ندادند. هنگام حفاری نمونه‌های مغزه در عمق‌های مختلف چاه گرفته شده و به آزمایشگاه منتقل می‌گردد. بعد از عملیات داده برداری و اعمال برنامه کالیبراسون داده‌ها، نمودار چگالی چاه رسم شده و با چگالی نمونه‌های مغزه در عمق‌های مشخص مقایسه گردید. با انجام کورولیشن بین داده‌های چاه پیمایی و مغزه‌ها در عمق‌های معلوم، همبستگی میان داده‌ها به صورت خطی و با استفاده از نرم افزار اکسل (Excel) انجام شده و معادله حاصل بر روی داده‌ها ی گاما - گاما اعمال گردید. نتایج مربوط به همبستگی چگالی‌های مربوط به چاه پیمایی و مغزه‌های این گمانه در شکل ۱ نشان داده شده است.

Depth	Fields Den	Lab Den	
		Dry	Soil
2.1	1.667	1.72	2.08
5.1	1.533	1.67	2.05
7.55	1.546	1.71	2.08
10.1	1.685	1.62	2.02
12.5	1.65	1.65	2.03
15.1	1.654	1.68	2.04
18.5	1.543	1.66	2.02
20.5	1.539	1.78	2.12
23.9	1.594	1.71	2
25.9	1.955	1.53	1.97
27.4	1.958	1.51	1.94
29.7	1.965	1.61	2
32.6	2.023	1.8	2.11

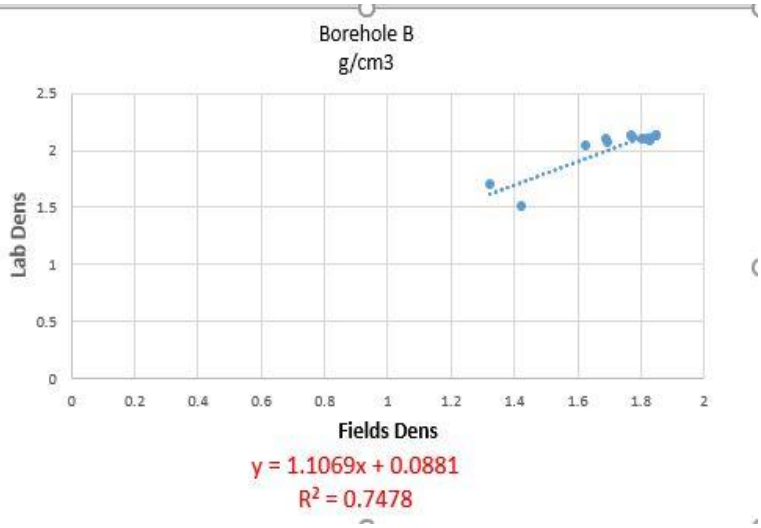


شکل ۱ همبستگی میان داده‌های چاه پیمایی گاما -گاما و داده‌های آزمایشگاهی مغزه‌های گمانه A

در این نمودار ضریب همبستگی میان داده‌ها حدود ۰.۵۵ بود.

به دلیل عدم کیفیت مناسب داده‌های به دست آمده اولیه از این چاه مجدداً گمانه ای با همان عمق در فاصله کمتر از یک متری گمانه اول حفر شد (گمانه B) و مجدداً همه مراحل در آن گمانه انجام پذیرفت با این تفاوت که پر شدن جداره این چاه با ماسه ریز دانه تقریباً یکنواختی انجام پذیرفته بود و پرسنل حفاری با لرزاندن لوله جداری ماسه‌ها را به پایین می‌راندند و ۲۴ ساعت پس از انجام این کار داده برداری انجام شد. این فرصت خوبی ایجاد کرد تا بتوانیم درستی مراحل تصحیح داده‌ها و حذف اثر لوله جداری و پر شدن جداره و اثر پر شدن مناسب و یکنواخت جداره در نتایج آزمایش را بررسی کنیم.

Depth	Fields Den	Lab Den	
		Dry	soil
1,2	1.423		1.5
3.9	1.628		2.04
5.2	1.323		1.7
7.3	1.694		2.1
9.8	1.851		2.12
12.2	1.851		2.12
14.4	1.805		2.09
16.1	1.696		2.06
18.9	1.828		2.08
21.8	1.822		2.1
24.5	1.772		2.12
28.1	1.775		2.11
31.2	1.824		2.09



شکل ۲:همبستگی میان داده‌های چاه پیمایی گاما – گاما و داده‌های آزمایشگاهی مغزه‌های گمانه B

مشاهده می‌شود که در این گمانه ضریب همبستگی حدود ۰.۷۵ می‌باشد. افزایش ضریب همبستگی می‌تواند در اثر بهبود پر شدن جداره و یکنواختی آن و همچنین برداشت به موقع داده‌ها قبل از ریزش جداره به خاطر جذر و مد و امواج دریا باشد.

نتیجه گیری

با مقایسه نتایج در برداشت گاما -گاما و نتایج حاصل از مغزه‌ها، می‌توان به تأثیر لوله جداری و بک فیل در انحراف مقادیر حاصل از برداشت از مقادیر نتایج آزمایشگاه ژئوتکنیک پی برد.

تغییر جهت داده برداری اثر محسوسی بر داده برداری گاما- گاما ندارد به علاوه نمی‌توان مطمئن بود که سوند در داخل گمانه نچرخیده باشد (حتی با وجود باز شدن کالیپر).

به منظور بررسی تأثیر پر شدن جداره و لوله جداری در برداشت نگار گاما - گاما داده برداری در ۲ چاه انجام شد که در یکی پر شدن جداره به خوبی و با ماسه ریز به صورت یکنواخت انجام شده بود و دیگری با ماسه ریز و متوسط مخلوط پر شده بود.

می‌دانیم که بهترین حالت در برداشت نگار گاما-گاما به منظور نزدیکی نتایج به داده ژئوتکنیک درصورتی که چاه ریزشی نباشد،

برداشت در حالت بدون لوله جداری است؛ اما درصورتی که چاه دارای لوله جداری باشد طبق نتایج حاصل از شکل‌ها و مطالعات آماری نتیجه می‌گیریم نتایج حاصل درصورتی که پشت لوله دارای پر شدن جداره یکنواخت باشد نتیجه بهتری نسبت به حالتی دارد که این فضا به طور غیر یکنواخت پر شده باشد.

بنابراین همانطور که دیده می‌شود در مناطق ریزشی که امکان نمونه برداری مغزه ژئوتکنیک مناسبی در تمام عمق چاه وجود ندارد، برای استفاده از روش چاه پیمایی برای محاسبه چگالی باید برداشت در شرایط خاصی انجام شود تا نتایج به مقدار واقعی نزدیک شود و اثرات لوله جداری و پر شدن جداره لحاظ شود.

اگر بتوان عملیات پر کردن جداره را با ماده‌ای سیمانی با فرمول مشخص انجام داد که تاثیر آن بر داده‌های گاما -گاما در آزمایشگاه مشخص شده باشد می‌توان با اعمال یک تصحیح اثرلوله جداری و پر شدن جداره را رفع نمود.

استفاده از یک ویبراتور در هنگام عملیات پر شدن جداره می‌تواند باعث پر شدن یکنواخت ماسه‌ها و نتایج مطلوب‌تر داده برداری شود.

هرچه فاصله زمانی میان انجام عملیات تکمیل چاه و داده برداری در چاه پیمایی دریایی کمتر باشد اثرات جزر و مد و امواج دریا بر روی ریزش احتمالی دیواره‌ها کمتر بوده و نتایج داده برداری مناسب‌تر می‌باشد.

منابع

رضایی، م.، چهرازی، ع.، ۱۳۸۹، اصول برداشت و تفسیر نگارهای چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه تهران

کامیاب، م.، پرچه خواری، ش.، ۱۳۹۲، چاه نگاری اصول، ابزار و تفسیر پترو فیزیکی داده‌ها، نشر تر آوا

Hallenburg, J. K.,(1987) Geophysical Logging for Mineral and Engineering Applications.Penn Well Books, Tulsa, Oklahoma

Keys, W. S., (۱۹۹۰). Borehole Geophysics Applied to Ground-water Investigations. Techniques of Water-resources Investigations of the United States Geological Survey, Book 2 , Chapter E2 , Washington.

Welenco, (1996). Water and Environmental Geophysical Well Logs, Volume 7 , Technical Information and Data, 9 th Edition, Welenco, INC, Bakersfield, CA, 713 pp.

Owen, W.P., (2۰00). Selling Geophysics: Some Observations on Creating and Marketing a Geophysics Program in State Government, in Geophysics 2000 , The First International Conference on the Application of Geophysical Methodologies & NTD to Transportation Facilities and Infrastructure, St. Louis, MO, December 77 -71 , 2000 , 71 pp.

Twining, B.V., Hodges, M.K.V., and Orr, S.M., (2008). Construction diagrams, geophysical logs, and lithologic descriptions for boreholes USGS 721 a, 721 b, 721 , 729 , 728 , 731 , 737 , 732 , 733 , and 731 , Idaho National Laboratory, Idaho: U.S. Geological Survey Digital Series 311 , 29 p.