



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

تأثیر شیمی آب حفره ای بر روی رفتار هیدرومکانیکی رس دریایی نرم

لیانیونگانگ

چکیده:

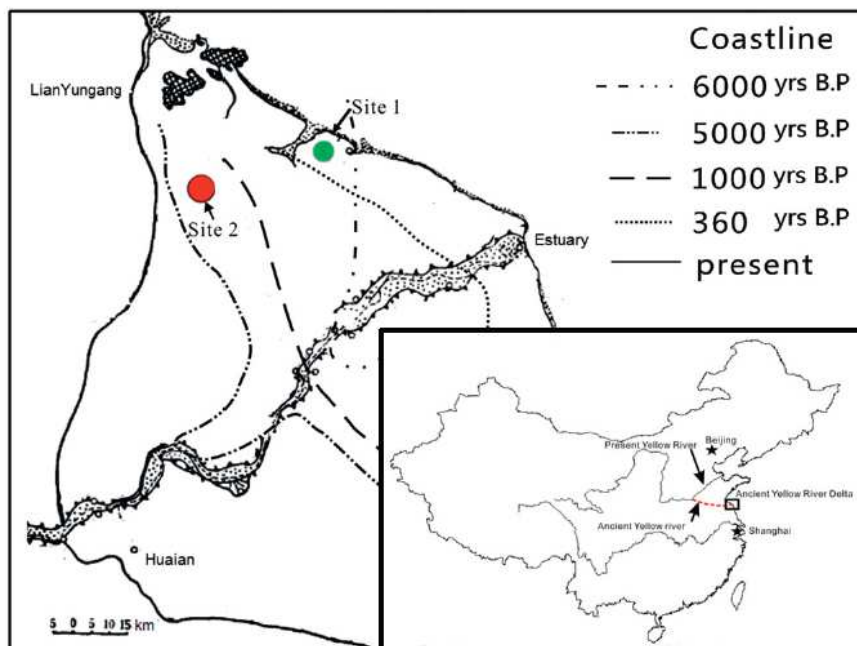
تأثیر شیمی آب حفره ای بر روی رفتار هیدرومکانیکی رس دریایی نرم لیانیونگانگ مورد بررسی قرار گرفت. تحقیقات صحرایی و آزمایشات نفوذ مخروط فشار در دو محل با شوری نسبی 0.56٪ و 4.91٪ انجام شد و تفاوت های چشم گیری در حدود اتربرگ (LL, PL)، چگالی، مقاومت خالص نوک، مقاومت بدنه و پارامتر فشار آب حفره ای مشاهده شد که نشان دهنده تأثیر زیاد شیمی آب حفره ای میباشد. جهت تأیید این مشاهدات، آزمایشات شناسایی بر اساس ترکیب کائولینیت-بنتونیت با شوری های متفاوت گسترش داده شدند. نتایج به دست آمده تأثیر شدید شیمی آب حفره ای را تأیید کردند. جهت شفاف سازی بیشتر تست ادومتر با هردو نوع آب در محل و آب یون زدایی شده انجام شد. نتایج نشان دادند که پدیده تراکم، نشانه تورم و ضریب تحکیم ثانویه در حالت آب یون زدایی شده بزرگ تر هستند، در حالی که مدول ادومتر، ضریب تحکیم و هدایت هیدرولیکی در حالت آب در محل بزرگ تر هستند. اگرچه نسبت بین ضریب تحکیم ثانویه و نشانه فشردگی (یا تورم) تأثیر چشم گیری از شوری آب حفره ای را نشان نمی دهند. بعد از تکمیل آزمایشات ادومتر ویژگی های ریزساختاری خاک با خلأسنجی انتشاری جیوه (MIP) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که آب یونیزه شده منجر به افزایش تخلخل میشود در حالی که آب محل منجر به کاهش تخلخل می شود.

1- معرفی

در شرق و جنوب چین نهشته های چهارگانه ای مانند رس نرم به وسیعی انباشته شده اند. نهشته های اطراف شهر لیانیونگانگ (LYG) در ایالت جیانگسو به طور کامل با نهشته های رس دریایی نرم انباشته شده در شمال دریای زرد مشترک است (نگاه کنید به شکل 1). شایان ذکر است که رس هایی که در شهر لیانیونگانگ توسط سیر قهقرایی طبیعت در حدود 4800 تا 6000 سال پیش در دریا انباشته شده اند. تقریباً 1000 سال پیش رودخانه باستانی زرد

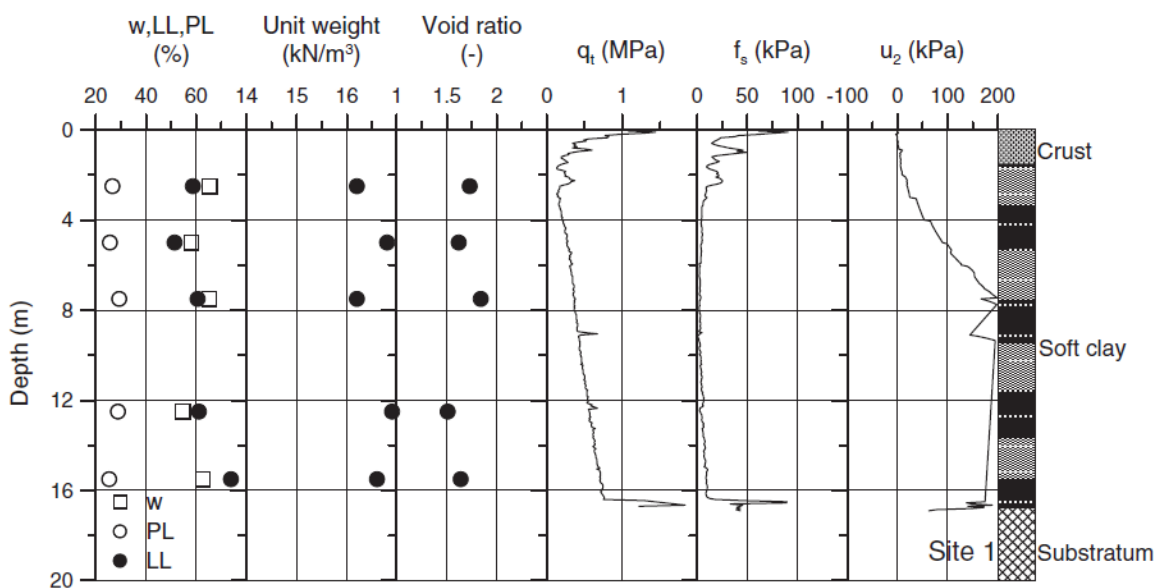
(با هوانگه) مسیر خود را تغییر داد و وارد دریای زرد در جنوب منطقه لیانیونگانگ شد که مقادیر زیادی رسوب از فلات لوئس در شمال غربی چین را با خود به همراه آورد. این اطلاعات توسط زمین شناسان و و جغرافی دانان تایید شده است. (برای نمونه به xue et al, 2003 نگاه کنید).

Y.F. Deng et al. / Applied Clay Science 95 (2014) 167–175



شکل 1

اخیرا تعداد زیادی سازه مانند بزرگراه، راه آهن و ساختمان در این منطقه ساخته شده اند و این باعث تشویق تعداد زیادی محقق جهت بررسی رفتار مکانیکی رس دریایی لیانیونگانگ در یک دهه ی اخیر شده است. Liu و همکاران در سال 2008 تعدادی آزمایش نفوذ مخروط فشار (CPTu) در محل انجام دادند و روش های کنونی تعیین پارامترهای خاک با استفاده از CPTu را تایید کردند. (Deng 2005) تعدادی آزمایش پره ی در محل انجام داد و نتایج را مقاومت برشی قبل و بعد از دست خوردگی مقایسه کرد. آنها نتیجه گرفتند که مقدار حساسیت خاک در رس دریایی لیانیونگانگ تقریبا 6 تا 8 می باشد. Hong و همکاران در سال 2010 رفتار تراکمی رس دریایی بازسازی شده را در صفحه $(1+e)$ و $\log(\sigma'_v)$ مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که فشار دستخوردگی طبیعی تابعی از نسبت میزان رطوبت اولیه بر میزان رطوبت (LL) است.



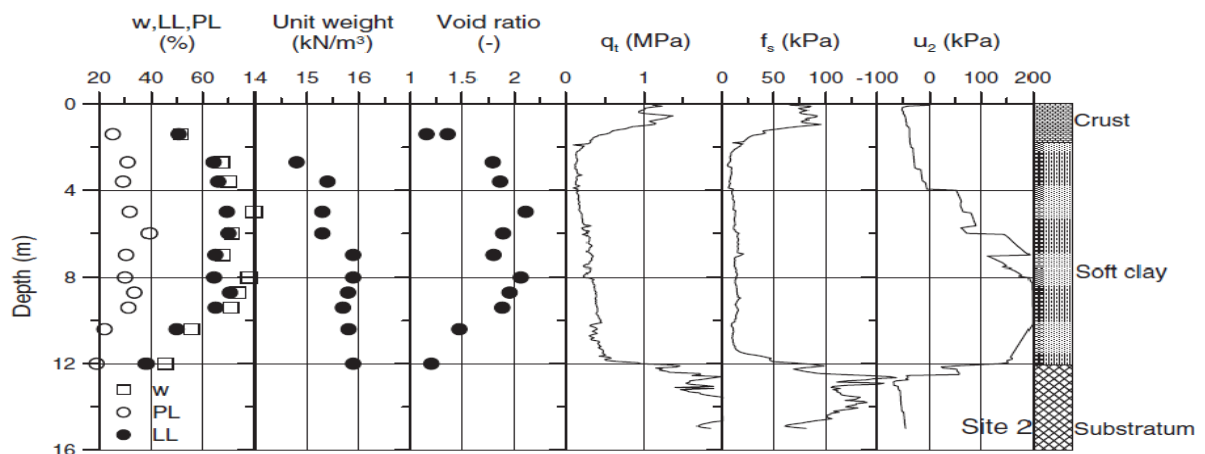
شکل 2

اگرچه تعدادی مطالعه روی رس دریایی لیانیونگانگ انجام شده است ولی تا حالا تاثیر شوری آب حفزای مورد بررسی قرار نگرفته است، اگرچه تشکیل آب حفره ای میتواند برای خطوط ساحلی مختلف متفاوت باشد و میتواند با نمک زدایی زمین ها به طور چشم گیری تغییر کند.

در واقع خاک های نزدیک دریاها و کارخانه های نمک به ناچار توسط آب تازه دچار خوردگی می شوند و این منجر به نمک زدایی میشود و به نوبه خود رفتار خاک را تغییر می دهد و باعث ضرر رساندن به سازه های بزرگ مانند بزرگراه ها و خاکریزها میشوند.

چندین نویسنده گزارش های در مورد تاثیر خیلی زیاد شیمی آب حفره ای بر روی رفتار هیدرو مکانیکی خاک ها ارائه کرده اند. چن و آنادراجاه (1998) و سریهاران و پراکاش (1999) و کایا و همکاران (2006) تاثیر شیمی آب حفره ای را بر روی رسوب گذاری و و دوغاب های با $\text{NaCl}, \text{CaCl}_2, \text{AlCl}_3$ و سیالات اورگانیک مورد مطالعه قرار دادند و مشاهده کردند که رفتار رسوب گذاری و حجم نهایی بستگی به والانس یون، غلظت، مقدار PH و ثابت عایق سیال بستگی دارد. آنها تلاش کردند که مکانیزم استفاده از پارامترهایی مانند ثابت عایق و پتانسیل زتا را با استفاده بسط تئوری لایه دوگانه توصیف کنند. کایا و فانگ (2000)، سریهاران و همکاران (2002)، دی مایو و

همکاران(2004)، گاجو و مینز(2007) و یوکسلن و آکسوی(2008) با استفاده از تئوری لایه دوگانه تاثیر والانس کاتیون، غلظت یون، PH آب حفره ای و رس معدنی را روی حدود اتربرگ (LL, PL) مورد بررسی قرار دادند. آنها ذکر کردند که وقتی LL رس ها از 110٪ کمتر می باشد تاثیر نمکی حدود اتربرگ چشمگیر نیست. گاجو و مینز(2007) مشاهده کردند که LL بنتونیت-سدیم ایتالیا ابتدا با افزایش غلظت یون اندکی از 436٪ تا 500٪ افزایش می یابد و سپس با افزایش بیشتر غلظت یون به یکباره تا 100٪ کاهش می یابد(آستانه غلظت یون 0.1 mol/dm^3 می باشد). عبدالله و همکاران(1997)، سربهاران و پراکاش(1999)، اورن و کایا(2003)، دی مایو و همکاران(2004)، عبدالله و همکاران(1997) و گاجو و مینز(2003) تاثیر شوری آب حفره ای را روی رفتار تراکم پذیری و خاک های متراکم شده مورد مطالعه قرار دادند. اورن و کایا (2003) مشاهده کردند که تراکم پذیری رس های تقویت شده با $\text{Na}^+, \text{Ca}^{+2}$ و محلول Al^{+3} همگن شده ، با موارد دیگر متفاوت است و نشانه فشردگی به ترتیب زیر است: $\text{Al}^- > \text{Ca-clay} > \text{Na-clay}$. عبدالله و همکاران (1997) مشاهده کردند که ، رس به شدت پلاستیک اردن با رس معدنی معمول مانند ایلیت و لایه ترکیب شده ایلیت-سمکتیت تقویت شده با $\text{K}^+, \text{Ca}^{+2}$ و محلول Na^+ ، دارای چگالی خشک متفاوت هستند. در همه موارد کاهش شدید در پتانسیل تورم و نسبت ضریب تحکیم ثانویه بر نشانه فشردگی مشاهده شد. گاجو و مینز(2007) تاثیر شیمی آب حفره ای را بر روی مقاومت برشی خاک های دست خورده و متراکم شده مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که با آب یون زدایی شده زاویه اصطکاک پسماند دارای کمترین مقدار است و با تغلیظ HCl یا NaOH افزایش می یابد. اسمایلز(2008) تاثیر آب حفره ای را روی هدایت هدرولیکی مورد بررسی قرار داد و رابطه ای بین هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) و پتانسیل شیمیایی آب پیشنهاد کرد.



شکل 3

مطالعاتی که در بالا به آنها اشاره شد با هردونوع خاک دست خورده و خاک متراکم شده یا دوغاب مرتبط می باشد. تعدادی از محققین خاک سفت طبیعی را مورد بررسی قرار دادند. واکیم (2005) نمونه های رس طبیعی را در یک محیط نمکی کنترل شده قرار داد تا اثر شوری را مورد بررسی قرار داد.

دنگ (2011a) آزمایشات ادومتر را با آب یون زدایی شده و آب محل روی رس بوم طبیعی انجام داد. در آزمایش هایش تکمیل جایگزینی آب حفره ای مورد تایید قرار نگرفت و شک برانگیز بود.

طبق اطلاعات نویسنده تا کنون شیمی آب حفره ای برای رس دریایی نرم مورد بررسی قرار نگرفته است. در این مطالعه CPTu در محل و بررسی های گمانه زنی در دو محل انجام شد (سایت 1 و سایت 2 در شکل 1). سایت 1 در یک معدن نمک در 50 متری خط ساحلی دریای زرد قرار دارد و دارای رس با 4.91٪ شوری آب حفره ای میباشد. سایت 2 در 30 کیلومتری خط ساحلی دریای زرد قرار دارد و دارای رس با 0.56٪ شوری آب حفره ای میباشد. در آزمایشگاه یک دستگاه ادومتر (تحکیم تک محوری) مخصوص مورد استفاده قرار گرفت که اثر شوری را روی رفتار تغییر حجم رس سایت 1 مورد بررسی قرار می داد. آزمایش هم MIP جهت مشاهدات ریزساختاری مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر این جهت بررسی های بیشتر تاثیر شیمی آب حفره ای بر روی حدود انتربرگ مورد بررسی قرار گرفت.

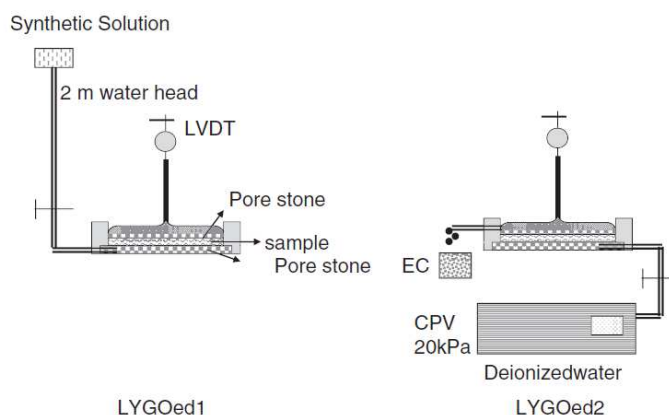
2- مواد و روش ها

نتایج CPTu برای سایت 1 و سایت 2 به ترتیب در شکل های 2 و 3 نشان داده شده است. برای هردو محل عمق کاوش 20 متری به سه لایه پوسته، رس نرم و لایه زیرین تقسیم می شود. ضخامت پوسته و رس نرم در سایت 1 به ترتیب در حدود 0.5 متر و 16 متر و در سایت 2 به ترتیب 1.5 متر و 10.5 متر میباشند.

حدود میزان رطوبت، LL، چگالی و نسبت تخلخل اولیه (e_0) در این دو محل در جدول 1 نمایش داده شده است. شایان ذکر است که LL و PL با استفاده از آب یون زدایی شده به ترتیب توسط روش گاساگرانده و روش غلتاندن اندازه گیری شده اند. W در سایت 1 در حدود 54.7 تا 65.4٪ و LL در حدود 51.4 تا 73.9٪ و PL در حدود 25.3 تا 29.3٪ و چگالی در حدود 16.2 تا 16.9 KN/m³ می باشد در حالی که این حدود برای سایت 2 برای W در حدود 67.5 تا 79.6٪ و برای LL در حدود 64.2 تا 79.6٪ و برای PL در حدود 29.4 تا 33.8٪ و چگالی در حدود 14.8 تا 15.9 KN/m³ میباشند. با مقدار 2.7 برای وزن ویژه، مقدار e_0 برای سایت 1 در حدود 1.51 تا 1.84 و برای سایت 2 1.79 تا 2.11 می باشد. تفاوت های واضحی بین دو محل مشاهده شد و گمان می رفت که شیمی آب حفره ای اصلی باشد. جهت بررسی این نقطه آزمایشات تعیین صحت ویژه ای انجام شدند. رس دریایی لیانیونگانگ سایت 1 برای دستیابی به شوری آب حفره ای پایین با آب شیر مخلوط شد و در همانجا هدایت الکتریکی (EC) قسمت رویی نظارت می شد. وقتی مقدار EC اندازه گیری شده 0.3mS/cm (مطابق شوری تقریبی = 0.03٪ برای محلول) اندازه گیری شد دز نزدیکی شیر آب قسمت رویی حذف شد و جهت آزمایشات شناسایی با آب با شوری های متفاوت رس به طور خالص خشک شده و خورد شد. نتایج نشان دادند که LL و PL با آب یون زدایی شده به ترتیب 54.1٪ و 27.2٪ می باشند آنها با شوری 4.91٪ (همان شوری سایت 2) به ترتیب 50.9٪ و 29.4٪ می باشند. این تاثیر عظیم شیمی آب حفره ای را نشان می دهد. آنالیزهای معدنی نیمه مادی توسط آزمایشات انکسار اشعه ایکس بر روی نمونه های گرفته شده از عمق 5 متری هردو محل انجام شد و نتایج در جدول 1 لیست شده اند. رس سایت 1 دارای 45.0٪ رس معدنی، 23.2٪ کوارتز، 15.6٪ پلاژیوکلیس، 4.1٪ فلدسپار و 12.1٪ کلسیت است. نسبت رس معدنی (کمتر از 2 میکرومتر) نشان می دهد هردو محل یک نوع رس معدنی دارند مانند کائولینیت، ایلیت، کلریت و شاخص میانی ایلیت/سمکتیت.

مقدار شاخص میانی ایلیت/سمکتیت، کائولینیت، ایلیت و کلریت در سایت 1 به ترتیب 44؛ 13؛ 29؛ و 14٪ می باشند و این مقادیر در سایت 2 به ترتیب برابر 57؛ 5؛ 32٪ و 6٪ هستند. صرف نظر از مجموع معدنی ها یا رس های معدنی اجزاء معدنی در هر دو محل تقریباً یکسان بودند (تفاوت بین آنها کمتر از 10٪ است). خاک در هر دو محل دارای نسبت رس بالا در حدود 50٪ و دارای مقدار شاخص ایلیت/سمکتیت نزدیک 50٪ بود که نشان دهنده طبیعت غنی آن بود. غلظت یون آب حفره ای که در جدول 1 نشان داده شده است برای آبی است که از گمانه ای در عمق 2 متری در سایت یک و مقدار میانگین آب از عمق 4 متر تا 12 متر در سایت 2 است. جدول نشان می دهد که مجموع شوری آب حفره ای سایت 1 تقریباً 8.8 برابر سایت 2 میباشد (4.91٪ در برابر 0.56٪). یون های اصلی که توسط طیف نمایی یافت شدند Na^+ و Cl^- بودند. این نکته هم باید اشاره شود که هنگامی که مقایسه بیشتری بین یون تکی و نسبت شوری در دو سایت بالا انجام شد پدیده ی حل شدگی نامتعادل هم مشاهده شد. غلظت کاتیون های تک ظرفیتی (Na^+) و آنیون های تک ظرفیتی (Cl^-) در سایت یک تقریباً 5 و 11.1 برابر بزرگتر از مقادیر سایت 2 می باشند و مورد کاتیون دو ظرفیتی (Ca^{2+}, Mg^{2+}) و آنیون دو ظرفیتی (SO_4^{2-}) در سایت 1 تقریباً 8.3 و 58.5 برابر بیشتر از سایت 2 می باشد. علاوه بر این مقادیر Na^+ و Cl^- تقریباً 5 برابر بیشتر از Ca^{2+}, Mg^{2+} و SO_4^{2-} در هر دو سایت می باشد. مقادیر Na^+ و Cl^- در سایت 1 تقریباً 7.7 برابر بیشتر از سایت 2 است در حالی که Ca^{2+}, Mg^{2+} و SO_4^{2-} تقریباً 16.3 برابر بیشتر است. این نتایج نشان می دهند که Mg^{2+} و SO_4^{2-} نسبت به Na^+ و Ca^{2+} راحت تر شسته می شوند. از بررسی های بالا می توان نتیجه گرفت که ویژگی های فیزیکی (مثلاً LL, PL, w, e_0) در سایت 2 دارای مقادیر بیشتری نسبت به سایت 1 هستند. رس ها در سایت 1 دارای دانسیته بالاتر و e_0 بالاتری هستند در حالی که دارای همان مقادیر معدنی مشابه سایت 2 می باشند. این به طور مشکوکی با تاریخچه تحکیم و انباشته سازی در تضاد است. جهت شفاف سازی این تفاوت و همچنین جهت بررسی تاثیر آب حفره ای روی رفتار هیدرومکانیکی خاک، آزمایشات CPTu در محل در دو سایت و آزمایش اودومتر انجام شده با آب در محل و آب یون زدایی شده برای سایت 1 انجام شدند. در CPTu در محل، مخروط دارای مقطع پایینی 10 سانتی متر و زاویه توک مخروط 60 درجه و قطر پایینی 35.7 میلیمتر بود. در خلال مدت نفوذ مخروط با سرعت 20mm/s مقاومت

نوک مخروط، فشار حفره ای u_2 در پشت مخروط و اصطکاک جداری f_s اندازه گیری شد. شایان ذکر است که مقاومت نوک مخروط q_t توسط نسبت محیط (α) تصحیح شد و فشار حفره ای، پارامتر فشار حفره ای B_q و نسبت اصطکاک f_s/q_t به طور متداول جهت مشخصه بندی محیط استفاده شدند. در این بررسی q_t با استفاده از فورمول $q_t = q_c + u_2(1 - \alpha)$ که در آن α ثابت مشخصی برای هر کاوش است که در این مطالعه برابر 0.8 بود. B_q با استفاده از $(u_2 - u_0)/(q_t - u_0)$ محاسبه می شود که در آن σ'_{v0} مجموع تنش سربار با استفاده از چگالی طبیعی خاک (در این مطالعه 16.5 kN/m^3 بود) و u_0 فشار حفره ای اولیه است (تراز سفره آب زیرزمینی در سطح زمین در نظر گرفته شده است). با توجه به مقادیر اندازه گیری شده، مشخصه بندی محیط و مقایسه بین دو سایت انجام شد که در قسمت های بعدی روی آن بحث می شود. جهت بررسی تاثیر آب حفره ای بر روی رفتار خاک آزمایش ادومتر بعد از عبور دادن از آب در محل و آب یون زدایی شده انجام شد. شکل 4 شرح مختصری از تجهیزات جهت نفوذ دوجبهته موازی و آزمایشات ادومتر را نشان می دهد که در آن LYGOed1 جهت نفوذ با آب در محل است (4.91 درصد شوری با همان نمکی که در سایت 1 بود) و LYGOed2 آزمایش با استفاده از آب یون زدایی شده است.



شکل 4

در آزمایش LYGOed1 آب در محل با ارتفاع دومار بالای مرکز دستگاه ادومتر قرار گرفت زیرا کنترل کننده های فشار و حجم (CPV) نمیتوانند در محیط نمکی کارکنند. در طول کدت نفوذ فشار پیش بارگذاری 20kpa برای LYGOed2 بود (معادل ارتفاع دومتر آب). مایع خروجی از بالای LYGOed2 جمع آوری شد و جهت واریسی

فرآیند تکمیل تبادل یون با استفاده از سنسور EC مورد سنجش قرار گرفتند. پس از نصب نمونه های خاک در سلول دستگاه اودومتر ، بارهای متوالی ای (0.125kpa, 25kpa, 50kpa) جهت اطمینان از تماس خوب بین نمونه، سنگ متخلخل و سلول و همچنین حذف اثرات دستخوردگی ناشی از انتقال، پدیده کهولت و آماده سازی نمونه؛ به نمونه وارد شد. هر مرحله از بارگذاری به مدت 24 ساعت اعمال می شد (BS:1377-5, 1990). از آزمایشات قبل تنش عمودی 50kpa به عنوان پیش بارگذاری به نمونه وارد شد. هنگامی خروجی زهکشی آب به یک حالت پایدار رسید فرض می شود نمونه به طور کامل اشباع شده است. پس از آن فشار آب حفره ای از پایه دستگاه اودومتر حذف شد. برای بررسی رفتار فشردگی پذیری بعد از مرحله اشباع سازی، نمونه از تنش (1) 50kpa به تنش (2) 12.5kpa باربرداری شد سپس تا (3) 1600kpa بارگذاری و تا (4) 12.5kpa باربرداری شد و هر مرحله 24 ساعته بود (BS:1377-5, 1999).

Table 1
Characterisation comparison at the two sites.

		w (%)	LL (%)	PL (%)	γ (kN/m ³)	e_0 (-)	q_t (MPa)	f_s (kPa)	u_2 (kPa)	
Geotechnical properties	Site 1	54.7-65.4	51.4-73.9	25.3-29.3	16.2-16.9	1.51-1.84	0.13-0.75	2.2-18.0	5.4-518.0	
	Site 2	67.5-79.6	64.2-79.6	29.4-33.8	14.8-15.9	1.79-2.11	0.13-0.68	9.6-49.6	- 54.2-309.0	
		Total mineral				Clay mineral				
		Quartz	Feldspar	Plagioclase	Calcite	Clay content	Illite	Kaolinite	Chlorite	Illite/smectite
Mineral	Site 1	23.2	4.1	15.6	12.1	45.0	29.0	13.0	14.0	44.0
	Site 2	30.0	4.0	13.0		53.0	32.0	5.0	6.0	57.0
		Ion concentration (g/L)					Total salinity (%)			
				SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
Ion concentrations of pore water	Site 1			3.51	25.53	0.57	2.1	14	49.1	
	Site 2			0.06	2.31	0.19	0.13	2.81	5.6	
	Site 1/Site 2			58.5	11.1	3.0	16.2	5.0	8.8	

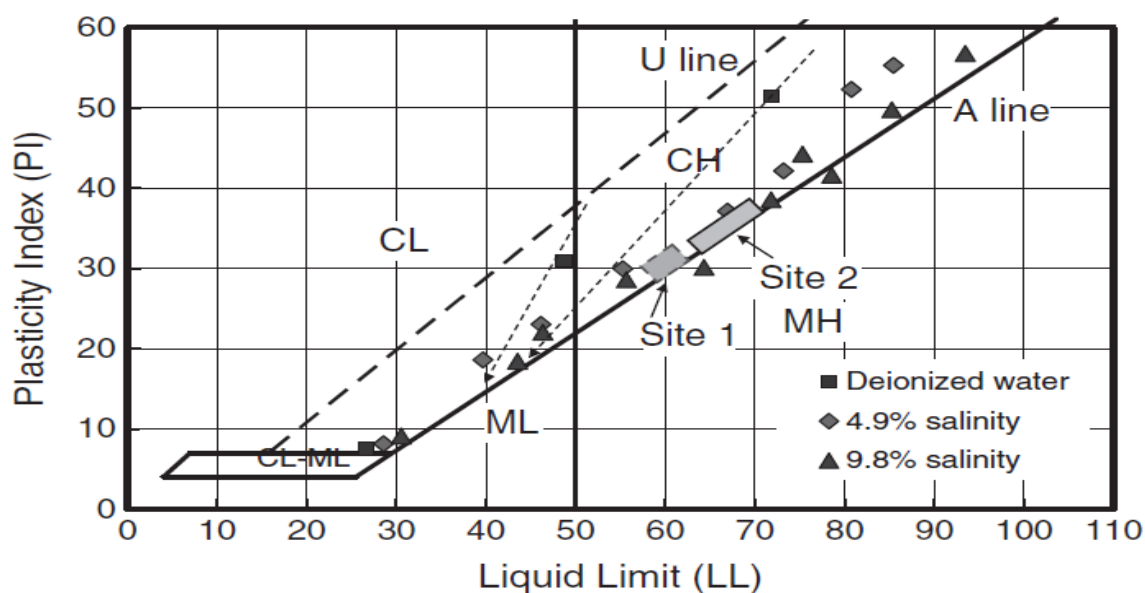
جدول 1

3-نتایج و بحث

3-1-شناسایی خاک

به علت مشاهده تاثیر شیمی آب حفره ای روی حد پلاستیک رس دریایی لیانیونگانگ ، یک کاتولینیت تجاری، بنتونیت تجاری و ترکیبی از آن دو جهت بررسی بیشتر تاثیر شیمی آب حفره ای روی پارامترهای شناسای خاک مورد استفاده

قرار گرفت. در این آزمایشات ترکیبی از کائولینیت تجاری و بنتونیت با مقدار کائولینیت 0٪، 10٪، 20٪ و 100٪ تهیه شد. محلول با همان نمک های سایت 1 (جدول 1 را نگاه کنید) تهیه شد و غلظت های آن روی 0٪ (آب یون زدایی شده)، 4.9٪ آب محل و 9.8٪ (دوبرابر غلظت آب سایت) تعیین شد. برای ترکیبات و محلول ها، مقادیر LL و PL به دست آمدند و در شکل 5 نشان داده شده اند. علاوه بر این اطلاعات رس دریایی لیانیونگانگ در سایت 1 و 2 در نمودار خمیری گزارش شدند. مقادیر LL و PL بنتونیت با آب یون زدایی شده به ترتیب 301.4٪ و 37.7٪ هستند اینها با 4.9٪ شوری محلول برابر 114.7٪ و 36٪ هستند و اینها با 9.8٪ شوری محلول برابر 99.4٪ و 36.6٪ هستند. این مقادیر برای کائولینیت برابر 26.6٪ و 19.1٪ برای آب یون زدایی شده، 28.6٪ و 20.4٪ برای 4.9٪ شوری محلول و 30.6٪ و 21.5٪ برای شوری محلول 9.8٪ هستند. از نمودار خمیری می توان نتایج زیر را استنتاج کرد (1) رابطه بین LL و PL در بنتونیت و کائولینیت خطی است (2) با افزایش غلظتترین رابطه به سمت خط A حرکت می کند و وقتی شوری به 9.8٪ می رسد خاک خیلی به خط A نزدیک می شود. (3) تاثیر شیمی آب حفره ای روی کائولینیت و بنتونیت معکوس هم است به این صورت که LL بنتونیت با افزایش شوری آب حفره ای به شدت کاهش می یابد در حالی که کائولینیت خالص با افزایش شیمی آب حفره ای اندکی LL افزایش می یابد (4) LL از PL نسبت شیمی آب حفره ای حساس تر است

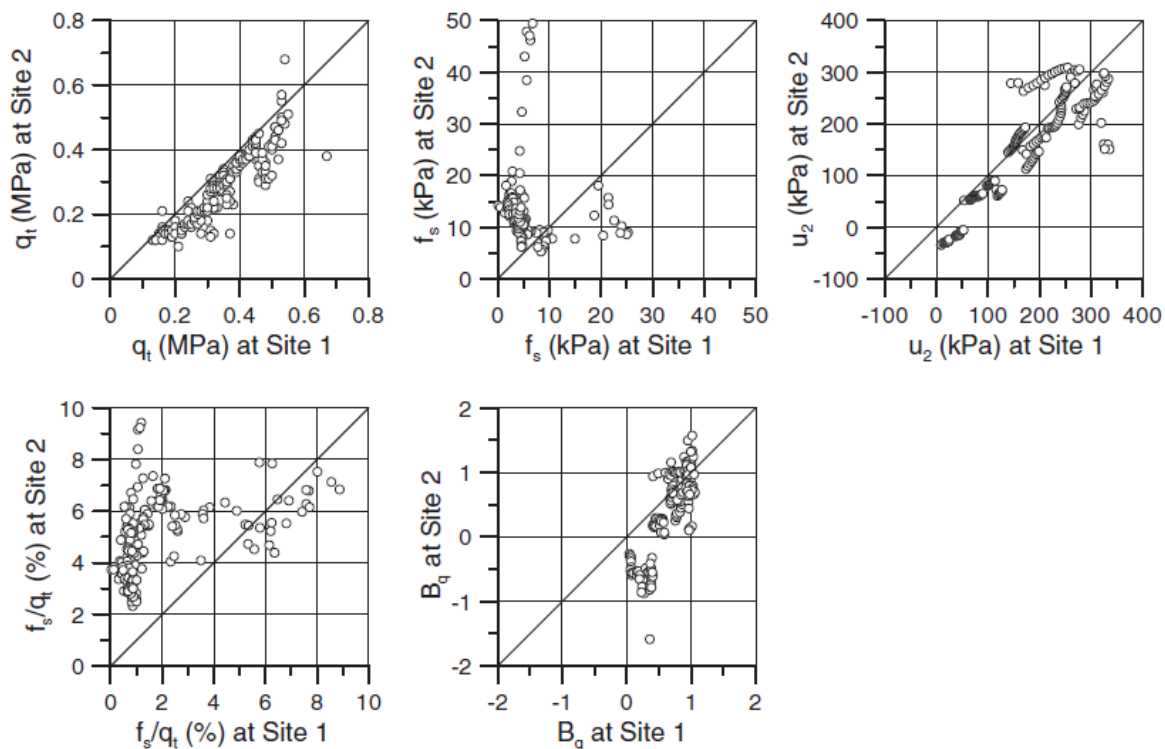


شکل 5

روند مقادیر رس های دریای لیانیونگانگ در نمودار خمیری در سایت 1 در زیر سایت 2 قرار دارد که این با نهشته های معدنی با اندازه شاخص ایلیت/سمکتیت در سایت 2 سازگار است. یوکسلن و آکسوی (2008) پیشنهاد دادند که تاثیر شیمی آب حفره ای هنگامی که LL کمتر از 110٪ است نادیده گرفته شود. اما آنها اطلاعاتی در مورد نهشته های معدنی خاک ارائه نکردند و آیا شوری اولیه خاک اصلاح شده بود. این اطلاعات ممکن است به فهم مقدار بحرانی (آستانه $LL=110\%$) کمک کند.

2-3 آزمایشات CPTu

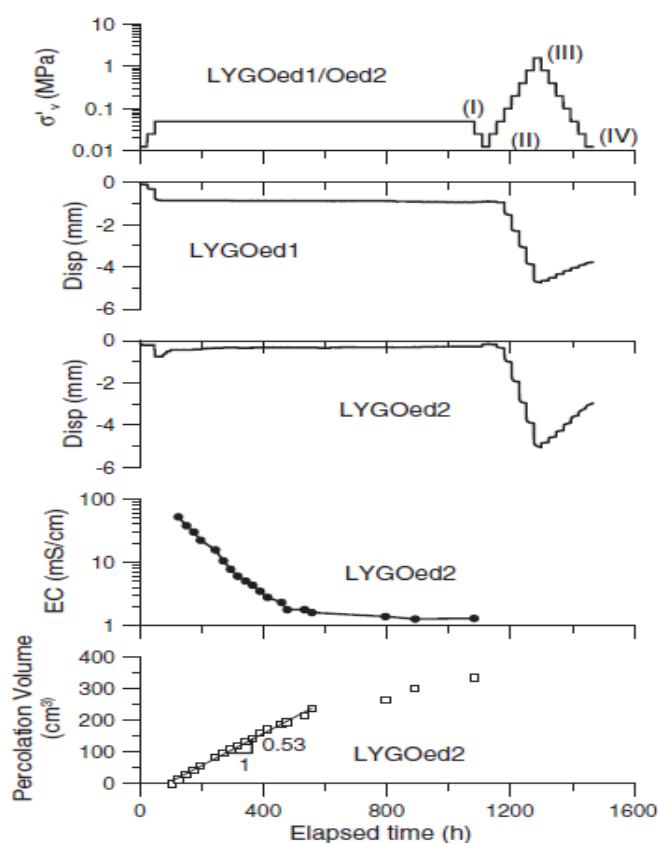
برای بررسی بیشتر تفاوت بین رس های نرم بین سایت 1 و 2، اطلاعات CPTu بین 3 تا متری در نظر گرفته شد، به دلیل اینکه خاک این ناحیه یکنواخت تر است رابطه بین q_t و B_q خطی می باشد. در شکل 6 مشاهده شد که q_t و B_q در سایت 1 بزرگتر از سایت 2 می باشند در حالی که اصطکاک جداری و نسبت اصطکاک در در سایت 1 کوچک تر هستند. این مشاهدات را می شود به صورت زیر توضیح داد: (1) اگرچه رس در سایت 2 مدت زمان بیشتری از انباشته شدنش نسبت به سایت 1 گذشته بود ولی مقدار q_t سایت 1 بیشتر بود و (2) رفتار خاک سایت 1 نسبت به سایت 2 بیشتر به سیلت نزدیک است، طبق طبقه بندی خاک ها توسط روبرتسون و همکاران 1986 رس سایت 2 دارای q_t بالاتر، f_s کمتر و B_q کمتر است. علاوه بر این شایان ذکر است که ممکن است که اصطکاک جداری بالاتر و مقاومت نوک کمتر سایت 2 با تغییر LL و PL و طبقه بندی خاک مطابق با سیستم طبقه بندی جهانی خاک برای خاک CH به CL یا MH که در آن گفته شده که ماسه یا سیلت اصطکاک جداری کمتر و مقاومت نوک بیشتری نسبت به رس دارند، سازگار باشد.



شکل 6

3-3 آزمایشات ادومتر (تحکیم تک محوری)

شکل 7 نتایج آزمایش نفوذ دو طرفه موازی و ادومتر را نشان می دهد. آزمایش ها حدود 1470 ساعت طول کشید (61 روز)، مرحله نفوذ 1000 ساعت طول کشید (43 روز). در خلال روش نفوذ خاک LYGOed1 تنها تحکیم ثانویه کوچکی با محلول سایت مشاهده شد در حالی که برای خاک LYGOed2 با آب یون زدایی شده تورم بزرگی اتفاق افتاد که علت آن وجود ایلیت/سمکتیت بالا در نسبت رس بود. آب زهکشی شده از قسمت بالای سلول ادومتر جمع آوری شد و مقدار EC آن اندازه گیری شد. نتایج نشان می دهند که EC با زمان کاهش می یابد و معمولا بعد از 43 روز در 1.29 mS/cm به یک اندازه پایدار می رسد (معادل EC محلول با غلظت 0.1٪ با نمک موجود در محل). علاوه بر این تغییر EC با گذشت 8 روز (به عبارت دیگر از روز 36 تا 43 ام) تنها فقط 24 میکرومتر بر ثانیه بود. مقدار آب تزریق شده به LYGOed2 با گذشت زمان کاهش یافت و حجم کل آب یون زدایی شده تزریق شده برابر 334 cm^3 بود که 5.6 برابر حجم نمونه اولیه یا 11.5 برابر حجم فضای خالی اولیه خاک بود.



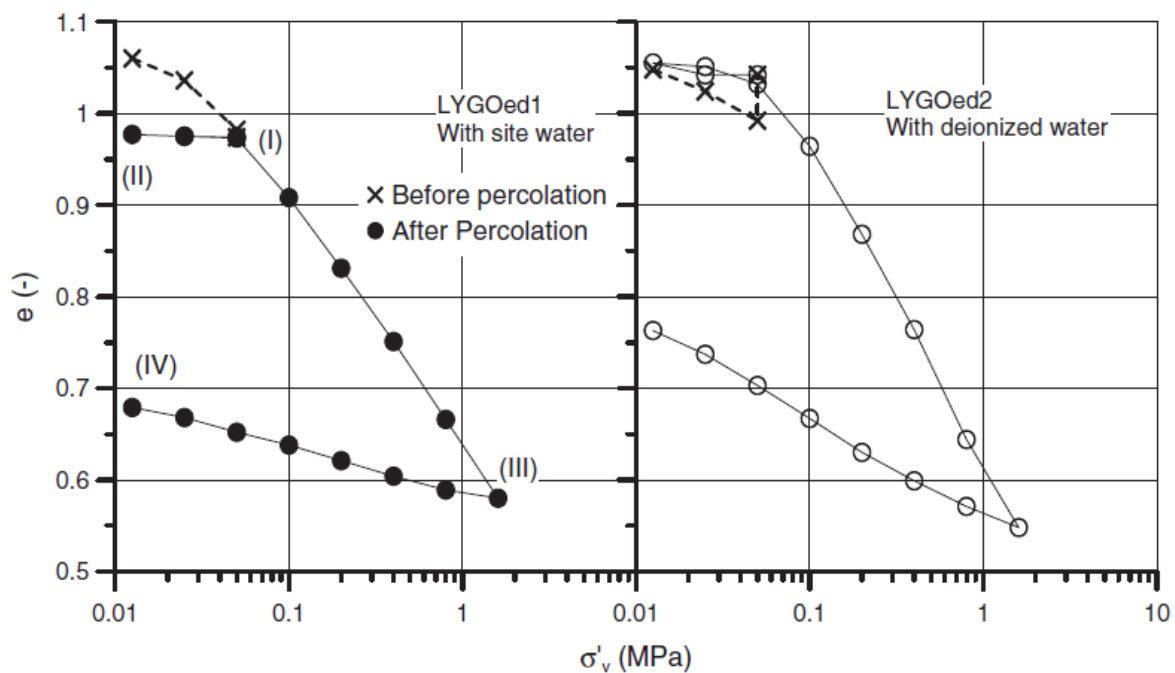
شکل 7

در شکل 8 نسبت تخلخل در برابر تنش عمودی موثر برای هر دو نمونه رسم شده است. اولین مرحله بارگذاری (σ'_v) از 12.5kpa به 50kpa افزایش یافت) باعث تغییر بسیار کوچک در نسبت تخلخل در دو نمونه شد. در طول نفوذ تحت فشار عمودی 50kpa خاک LYGOed1 (با آب سایت) تغییر محسوسی در نسبت تخلخل نداشت بر خلاف آن LYGOed2 (با آب یون زدایی شده) دچار تورم بزرگی شد. بعد از مرحله نفوذ و زهکشی باربرداری از 50kpa به 12.5kpa باعث هیچ تورمی در LYGOed1 نشد و در حالی که یک تورم کوچک در LYGOed2 مشاهده شد (نسبت تخلخل از 1.04 به 1.05 رسید). در طول مسیر بارگذاری از 12.5kpa به 1600kpa منحنی LYGOed1 دوخطی شد و نقطه عطف براساس فشار پیش بارگذاری برابر 50kpa است. برخلاف آن یک رفتار تراکمی با یک حلقه هیستریس غیرخطی برای LYGOed2 شناسایی شد. در نقطه (3) (معادل تنش 1600kpa) نسبت تخلخل LYGOed2 از نسبت تخلخل LYGOed1 کوچک تر است (0.548 در برابر 0.580). در نقطه

4 (تنش معادل 12.5kpa)، نسبت تخلخل LYGOed2 از نسبت تخلخل LYGOed1 بزرگ تر است (0.763

در برابر 0.679). نتیجه می شود که شستن نمونه با آب یون زدایی شده تراکم پذیری و تورم خاک را افزایش می

دهد).



شکل 8

جهت بررسی بیشتر رفتار خاک، نمودارهای فشردگی که بعد از مرحله اشباع سازی به دست آمدند جهت تعیین

پارامترهای فشردگی مانند نشانه فشردگی (C_c)، نشانه تورم (C_s) و مدول ادومتر E_{oed} که به صورت

$E_{oed} = h_i (d\sigma'_v / dh)$ که ارتفاع اولیه نمونه است و dh و هم ارتفاعی است که با افزایش $d\sigma'_v$ تغییر می کند. در

این بررسی نشانه فشردگی C_c و نشانه تورم C_s برای هر مرحله بارگذاری و باربرداری جدا تعریف می شوند چون نشانه

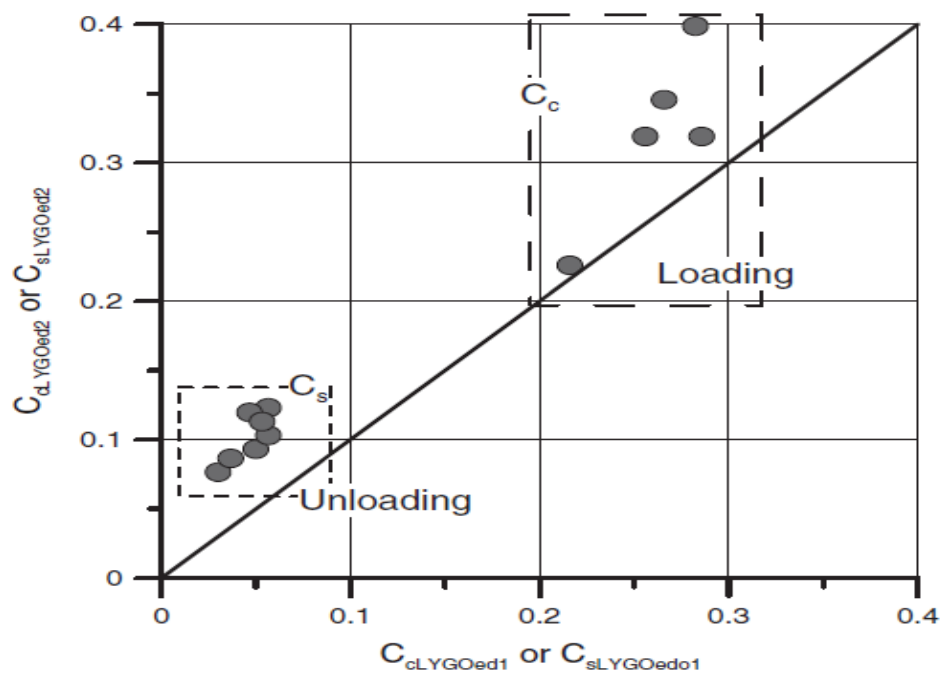
های فشردگی و تورم از هر مرحله به مرحله دیگر تغییر میکنند. این روش تعیین C_c و C_s و E_{oed} مورد قبول دنگ

و همکاران (2011a) نیز است.

طبق اطلاعات شکل 7 نسبت تخلخلی که با زمان تغییر می کند تنها می تواند برای یک مرحله بارگذاری رسم شود. از

این منحنی همچنین می توان ضریب تحکیم C_v را طبق روش کاساگرانده تعیین کرد.

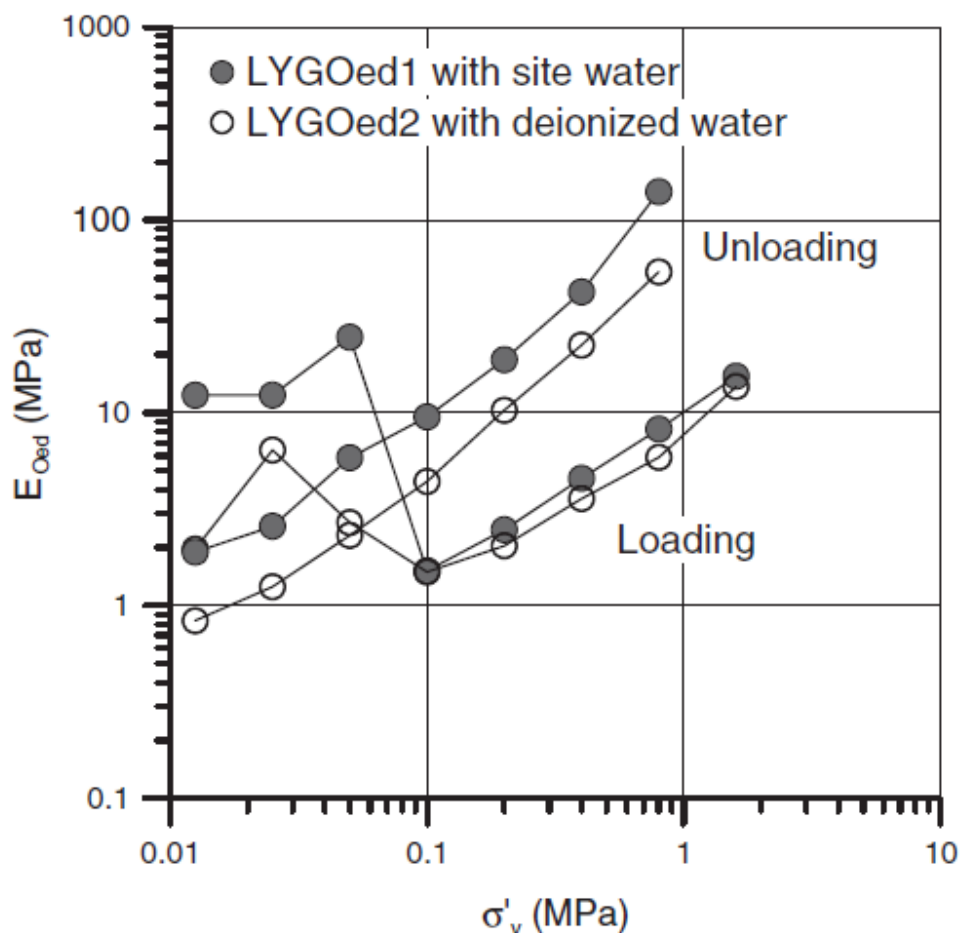
ضریب هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) را می توان از فرمول $k=C_v\rho_w/ Eo_{ed}$ که در آن ρ_w وزن واحد آب و g شتاب جاذبه زمین است. علاوه بر این از منحنی می توان برای تعیین ضریب تحکیم ثانویه C_α که براساس شیب نمودار $de/d\log t$ بعد از پایان تحکیم اولیه به دست می آید استفاده کرد. نشانه فشردگی، نشانه تورم و ضریب ادومتر بین LYGOed1 و LYGOed2 در شکل 9 و 10 مقایسه شده اند.



شکل 9

صرف نظر از مسیر بارگذاری و باربرداری نقاط C_c و C_s در LYGOed2 با آب یون زدایی شده روی نقاط LYGOed1 با آب سایت قرار می گیرند. در مقابل Eo_{ed} یک روند معکوس را نشان می دهد به این صورت که تاثیر تضعیف کننده آب یون زدایی را نشان می دهد. این تاثیر در هنگام بارگذاری و باربرداری هنگامی که σ'_v کمتر 50kpa بیشتر می باشد.

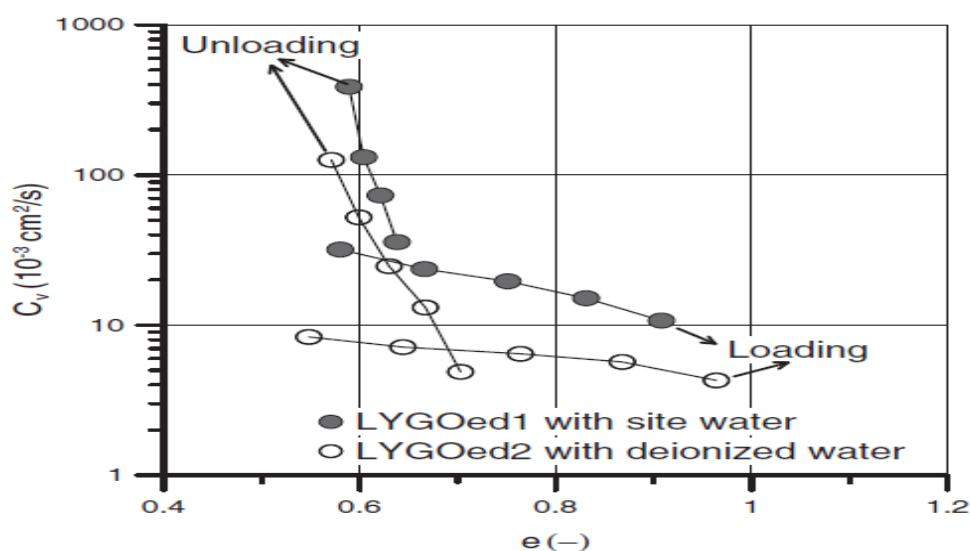
نتایج C_v در شکل 11 نشان داده شده اند. به نظر می رسد که مقادیر C_v در LYGOed2 با آب یون زدایی شده کمتر از LYGOed1 با آب سایت می باشد (مخصوصا در هنگام بارگذاری).



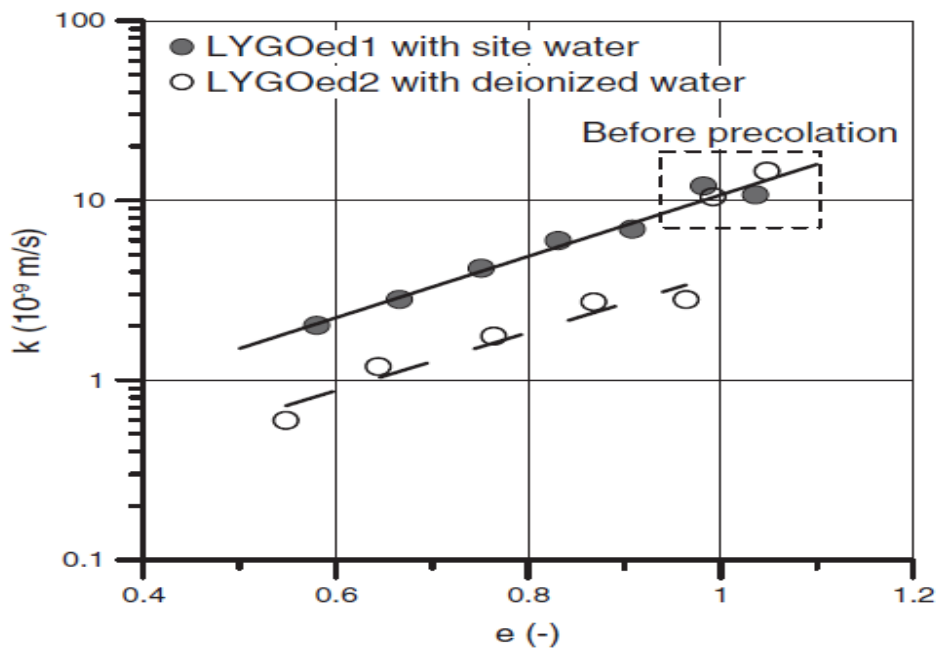
شکل 10

شکل 12 ضریب هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) k در مقابل نسبت تخلخل را نشان می دهد. مشاهده می شود که قبل از فرآیند نفوذ ضریب هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) تقریباً همان مقدار بعد از فرآیند نفوذ با آب سایت را دارا می باشد. بعد از فرآیند نفوذ نمودار ضریب هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) در برابر نسبت تخلخل برای LYGOed1 و LYGOed2 و موازی میباشند و LYGOed2 با آب یون زدایی شده پایین تر از LYGOed1 با آب سایت قرار می گیرد. به عبارت دیگر ضریب هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) با آب سایت و آب یون زدایی شده عرض از مبدا را تغییر می دهد و که عرض از مبدا حالت یون زدایی شده کمتر است ولی شیب هردو یکسان می باشد. این نتایجی به دست آمده اند با نتایج تیلور (1948) و تاواناس (1983) همخوانی دارند که یک شیب $0.5e0$ پیشنهاد نموده بودند. در نتیجه اگر نسبت تخلخل اولیه یکسان باشد شوری آب حفره ای نمی تواند روی

شیب تاثیری بگذارد. از طرف دیگر تابع KC که توسط کوزنی (1927) و کارمن (1956) پیشنهاد شد نشان می دهد که ضریب هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) در یک نسبت تخلخل خاص با توجه به SSA نمونه ها (مساحت سطح ویژه) تعیین می شود و می تواند به حد مایع مرتبط شود. در نتیجه دنگ و همکاران (2011a) تلاش کردند رابطه ای بین هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) و نسبت تخلخل و LL رس بوم کشف کنند و نتیجه گرفتند که عرض از مبدا تابعی از LL در مختصات نیمه لگاریتمی می باشد. چون که LL با آب یون زدایی شده بیشتر از حالت با آب سایت است (به ترتیب 54.1٪ و 50.9٪)، در نتیجه منطقی است که خط بعد از فرآیند نفوذ با آب یون زدایی شده در زیر حالت با آب سایت قرار گیرد.

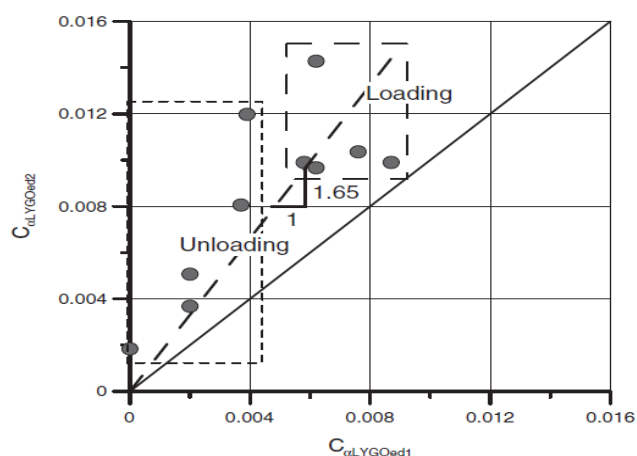


شکل 11

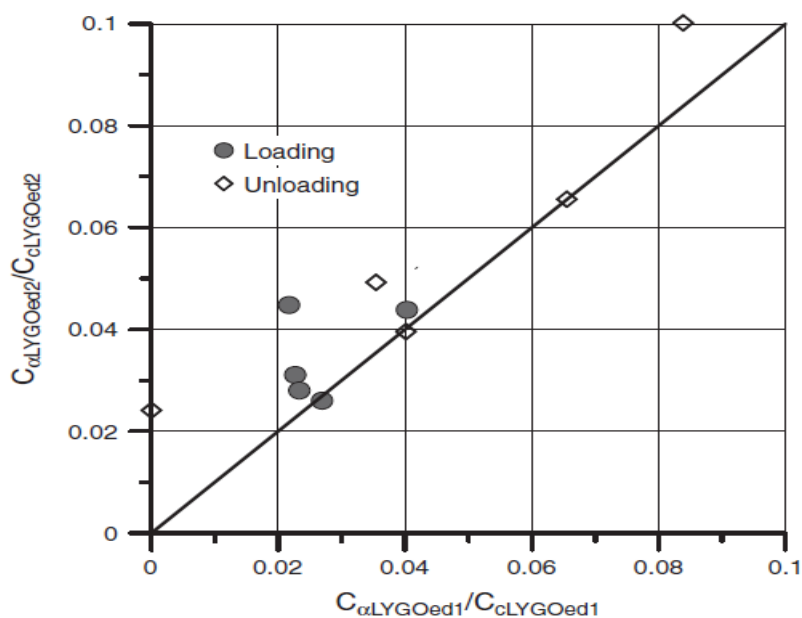


شکل 12

مقایسه C_α در شکل 13 نمایش داده شده است. مشهود است که مقدار حالت LYGOed2 با آب یون زدایی شده بزرگ تر از حالت LYGOed1 با آب سایت می باشد و نسبت بین آنها برای هر دو حالت بارگذاری و باربرداری برابر 1.65 می باشد. این نتایج یک تاثیر ضعیف کننده و تغییر شکل ثانویه آب یون زدایی شده را مشهود می سازند. در شکل 14 مشاهده می شود که نسبت C_a/C_s در طول بارگذاری در محدوده 0.02 تا 0.04 و در طول باربرداری در محدوده 0.04 تا 0.08 می باشد و نشان می دهد که تغییرات C_a/C_s نسبت به تغییرات C_a/C_c برای رس دریای لیانیونگانگ بیشتر است. علاوه بر این C_a/C_c یا C_a/C_s بین LYGOed1 و LYGOed2 تفاوت خیلی بزرگی ندارند.



شکل 13

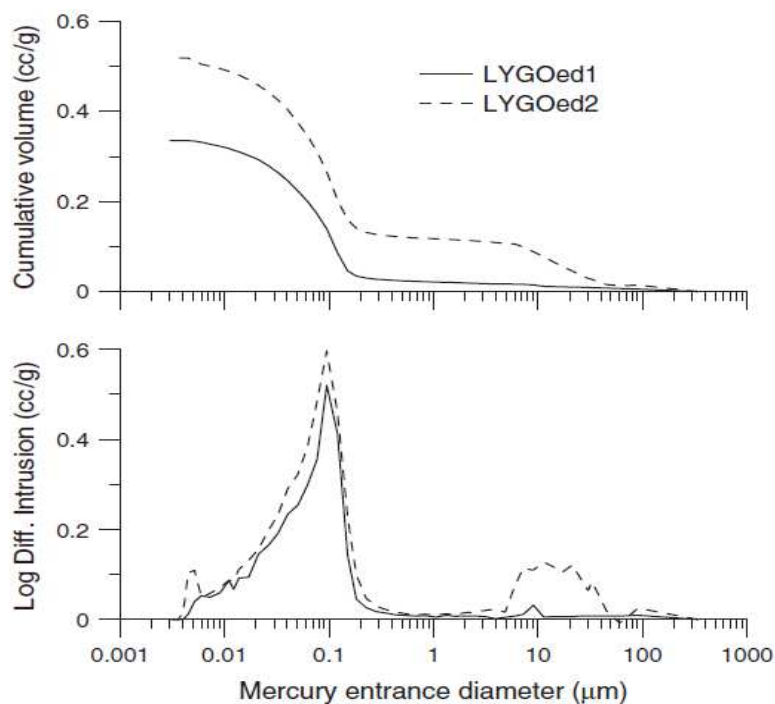


شکل 14

4-3 آزمایشات MIP

جهت درک بهتر تاثیر شوری آب حفره ای در هنگام باربرداری و پیاده کردن دستگاه ادومتر روی رفتار خاک، نمونه های کوچکی از از دو ادومتر بزرگ جهت انجام آزمایش MIP گرفته شده و خشک و فریز شدند. نتایج آزمایش MIP در شکل 15 نشان داده شده اند. مشاهده شد که اندازه حفره ای LYGOed1 در محدوده 0.05 تا 1 میکرومتر قرار دارد. اندازه حفره ای LYGOed2 به دو قسمت قابل تقسیم است به عبارت دیگر شامل قطر حفره ای کوچک که در

محدوده 0.05 تا 1 میکرومتر قرار دارد(همانند LYGOed1) و قطر حفره ای بزرگ تر که در محدوده 5 تا 50 میکرومتر می باشد(که این اندازه در LYGOed1 وجود ندارد).به عبارت دیگر LYGOed1 دارای توزیع اندازه حفره ای تکی است در حالی که LYGOed2 دارای حالت دوگانه است.این نشان می دهد که فرآیند نفوذ با آب یون زدایی شده با ایجاد خانواده ای از حفرات بزرگ خواص ریزساختاری خاک را تغییر می دهد.قابل ذکر است که با وجود وجود حفرات بزرگ نمونه های با آب یون زدایی بعد از رها شدن از تنش اما هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) این نمونه ها هنوز از آب سایت کمتر است(شکل 12 را مشاهده کنید).این نشان می دهد که رفتار هیدرولیکی تنها توسط حجم حفرات بزرگ کنترل نمی شود بلکه سایر پارامترهای فیزیکی مانند (SSA یا LL) طبق تابع KC و یا بیانی که توسط دنگ و همکاران(2011b) پیشنهاد می کنند هم تاثیر گذار هستند (زیرا LL و SSA با نوع و غلظت شوری آب حفره ای تغییر می کنند(شکا 5 را نگاه کنید)).



شکل 15

در این مقاله تاثیر شیمی آب حفره ای بر روی رس دریایی نرم لیانیونگانگ مورد بررسی قرار گرفت. شناسایی های صحرائی و آزمایشات نفوذ مخروط فشار (piezocone tests) در دو سایت انجام شد: سایت 1 دارای شوری آب حفره ای 4.91٪ و سایت 2 دارای شوری آب حفره ای 0.56٪ بود. تاثیر آب حفره ای بر روی خواص ژئوتکنیکی خاک با اطلاعات به دست آمده از رس دریایی لیانیونگانگ و ترکیبات کائولینیت و بنتونیت تجاری که در نمودار خمیری نمایش داده شدند مورد بحث قرار گرفتند. آزمایشات ادومتر (آزمایش تحکیم تک محوری) بعد از انجام فرآیند نفوذ و اشباع سازی با آب در محل و آب یون زدایی شده، با بارگذاری و باربرداری بر روی نمونه ها انجام شدند. پارامترهای مانند نشانه فشردگی C_c ، نشانه تورم C_s ؛ مدول ادومتر E_{oed} ، ضریب تحکیم C_v ، هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذ پذیری) k و ضریب تحکیم ثانویه C_α تعیین شدند. جهت بررسی تاثیر شیمی آب حفره ای مقادیر به دست آمده در حالت با آب مقطر با مقادیر حالت آب در محل مقایسه شدند. جهت بررسی تاثیر شیمی آب حفره ای روی توزیع اندازه حفرات از مشاهدات ریزساختاری به کمک آزمایش MIP استفاده شد. به کمک نتایج به دست آمده میتوان استنتاج های زیر را انجام داد:

- (1) چون که رس دریایی نرم لیانیونگانگ توسط سیر قهقرایی دریا از مصالحی که از تغییر مسیر رودخانه ی باستانی زرد انباشته شده، تشکیل شده است به همین دلیل قسمت هایی که به دریا نزدیک تر هستند مدت زمان کمتری توسط مواد رسوبی فلات لوئس در شمال غربی چین تحکیم شده اند و همچنین شوری آب حفره ای آنها بیشتر است. تعیین مشخصه های محل نشان دادند که رسی که به دریا نزدیک تر است دارای w_{LL} و e_0 کمتر و دانسیته بیشتر است.
- (2) آزمایشات شناسایی انجام شده روی ترکیبات کائولینیت و بنتونیت نشان دادند که شیمی آب حفره ای روی بنتونیت تاثیر گذاشت ولی روی کائولینیت بی تاثیر بود. LL بنتونیت با تغلیظ نمک کاهش یافت و کائولینت اندکی افزایش یافت. علاوه بر این LL نسبت به PL نسبت به شیمی آب حفره ای حساس تر است. در مجموع نتایج به دست آمده از ترکیبات و رس دریایی لیانیونگانگ خبر از وجود تاثیر بسیار زیاد شیمی آب حفره ای روی مشخصات ژئوتکنیکی خاک می دهد.

(3) نتایج CPTu در محل نشان دادند که شوری آب حفره ای روی خواص هیدرومکانیکی رس های نرم دریایی به شکل زیر تاثیر می گذارد: افزایش شوری باعث افزایش مقاومت خالص نوک q_t ، افزایش پارامتر فشار حفره ای B_q و اصطکاک جداری کمتر f_s می شود. به عبارت دیگر رس با درجه شوری بالاتر رفتار سیلت مانند آن بیشتر می شود.

(4) با نفوذ و تراوش آب یون زدایی شده اندکی تورم مشاهده شد در حالی که با آب محل تورمی مشاهده نشد و فقط تحکیم ثانویه داشتیم. پارامترهای C_c, C_s, E_{oed}, C_v و k در حالت با آب محل نسبت به حالت آب یون زدایی شده بزرگ تر بودند در حالی که C_α روند متضادی را نشان داد. علیرغم وجود حفرات بزرگ در نمونه های با آب یون زدایی شده، هدایت هیدرولیکی آنها نسبت به حالت با آب در محل هنوز پایین بود و این نشان دهنده رفتار هیدرولیکی تنها توسط توزیع اندازه حفرات کنترل نمی شود و به پارامترهای فیزیکی دیگری مانند SSA یا LL نیز بستگی دارد.



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