Archive of SID

بررسی نفوذپذیری خاکهای گچی طی فرآیند آبشویی

امیر پویان نژادهاشمی، شهلا محمودی و حسن رحیمی
به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد ، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۸/۱۰/۱۵

خلاصه

تخمین مقدار جریان آب از درون خاکهای دست نخورده، نهشته‌های رسوبی و یا خاکهای متراکم شده از جمله مسائل مهم در عملیات خاکی است، اهمیت این مسئله هنگامی آشکارتر می‌شود که بر اثر پدیده تحکیم و یا انحلال مواد موجود در خاک، مقدار نفوذپذیری باگذشت زمان، تغییر کند. بنابراین لازم است یک روش مطمئن برای تعیین خصوصیات هیدرولیکی خاکهای انحلال‌پذیر و تغییرات آن طی فرآیند آبشویی بدست آید. در این تحقیق سه نمونه خاک از سه منطقه ایران که معروف به داشتن خاک گچی می‌باشند (دشت وفرقان در ساوه، دشت نکوآباد و آبشار در اصفهان ودشت قیروکارزین در استان فارس) تهیه شد. خاکهای مذکور به ترتیب حاوی (۲۲-۱۶)،(۳۲-۲۱) و (۱۰-۶) درصد گچ بودند. بر روی نمونه‌های فوق آزمایشهایی مشتمل بر سه قسمت، شامل آزمایشهای فیزیکی (دانه‌بندی، حدود آتربرگ، تعیین وزن مخصوص و تراکم)، آزمایشهای هیدرولیکی (نفوذپذیری) و آزمایشهای شیمیایی (تجزیه شیمیایی خاک، تعیین غلظت آب نشتی و تعیین درصد گچ) انجام گرفت. برای بررسی پدیده انحلال و تثبیت گچ در خاک، یک مدل فیزیکی ساخته شد و در آن، شرایط زیر روی نمونه‌های خاک متراکم شده (در رطوبت بهینه) اعمال گردید:

- شست و شو با آب مقطر به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۷۵ سانتی‌متر.
- شست و شو با آب مقطر به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۱۳۵ سانتی‌متر.
- شست و شو با آب مقطر به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۲۱۵ سانتی‌متر.
- شست و شو با آب مقطر به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۲۱۵ سانتی‌متر که در این تیمار به منظور تثبیت (جلوگیری از انحلال) گچ، از محلول (۱ به ۱۰۰) اگزالات سدیم، بجای آب اختلاط استفاده گردید.
- شست و شو با کلرور منیزیم (۰/۵ نرمال) بمنظور افزایش حلالیت گچ، به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۲۱۵ سانتی‌متر.

نتایج آزمایشها نشان داد که خاکهای اصفهان، ساوه و شیراز براساس طبقه‌بندی یونیفایددر گروههای SC , SM و CL قرار می‌گیرند. درصد آبشویی در این سه خاک به ترتیب (۴۳/۱-۱۳/۰)،(۳۰/۱-۴/۳) و (۹/۴-۲/۴) بوده است. همچنین مشاهده گردید که بین غلظت آب نشتی و ضریب نفوذپذیری رابطه معکوس برقرار است. آزمایشهای نفوذپذیری در این خاکها نشان داد که نفوذپذیری در خاکهای گچی باتوجه به بافت خاک و شکل بلورهای گچ متفاوت بوده و ممکن است طی آبشویی، یکی از سه روند صعودی، نزولی و یا ثابت را داشته باشند. همچنین تغییرات ضریب نفوذپذیری خاکهای گچی در مراحل اولیه، به دلیل حرکت ذرات خاک و شسته شدن گچ نسبتاً زیاد بوده اما تدریجاً کاهش می‌یابد و نهایتاً به مقدار ثابتی میل می‌کند. بعلاوه افزایش بار هیدرولیکی در این مدت می‌تواند دامنه این تغییرات را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی : نفوذپذیری ، خاکهای گچی ، آبشویی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خاک مجموعه‌ای از ذرات جامد و حفرات بین آنهاست. در نتیجه آب می‌تواند از یک نقطه با انرژی بیشتر به نقطه‌ای با انرژی کمتر جریان پیدا کند. مطالعه جریان آب در محیط متخلخل خاک دارای اهمیت، زیادی در مباحث مکانیک خاک می‌باشد. این مسئله از نقطه‌نظر تخمین مقدار جریانهای زیرزمینی در وضعیت های هیدرولیکی مختلف، پمپاژ آب نشتی در حین اجرای ساختمانها در داخل سفره‌های آب زیرزمینی، مطالعه پایداری سدهای خاکی و سازه‌های حائل خاک تحت نیروهای تراوشی و همچنین تحکیم خاکهای رسی، حائز اهمیت می‌باشد.بنابراین باتوجه به هدف این تحقیق که مطالعه تغییرات هدایت هیدرولیکی (k) طی فرآیند آبشویی است، در ادامه به مجموعه‌ای از تحقیقات انجام شده در این زمینه اشاره می‌شود.

موروزو(۱۹۵۳)از اولین کسانی بود که به ویژگیهای نشت طی پدیده نمک‌زدائی اشاره کرد. او همچنین مشاهده نمود که جریان نشت می‌تواند براساس نحوه پیدایش، ترکیب نمکها و خصوصیات ویژه خاک تغییر کند. در این رابطه، مطالعات بعدی بر طبیعت پیچیده و تغییر ضریب هدایت هیدرولیکی طی آبشویی نمکها صحه گذاشت. تحقیقات شوخونلیدز(۱۹۵۷) نشان داد که در صورت حضورنمکهای سدیم‌ومنیزیم، مقدار ضریب نفوذپذیری کاهش یافته اما در حضور نمکهای کلسیم، این روند برعکس خواهد بود(۱۳).

اورادوسکایا(۱۹۵۷) اظهار داشت که در حالت عدم وجود بار بر روی خاک، میزان نشت در خاکهای لومی گچدار طی فرآیند نمک زدایی بین ۲ تا ۱۰۰ برابر افزایش می‌یابد. همچنین تحقیقات شانیدزه (۱۹۶۷)روی خاکهای‌لسی بامیزان۱۶تا۲۰درصدگچ، مشخص نمود که مقدار افزایش نشت به ۱۸/۶ تا ۸۷ برابر می‌رسد(۱۳).

برطبق تحقیقات گروت(۱۹۵۷)، ظرفیت نشت خاکهای گچی در مراحل اولیه آبشویی زیاد می‌شود، اما بعدها کاهش یافته و به سمت مقدار ثابتی میل می‌کند. در این حالت با افزایش گرادیان هیدرولیکی می‌توان دوره تغییرات هدایت هیدرولیکی راکم نمود در حالی که در همین دوره حداکثر میزان این ضریب بدست می‌آید (۱۳).

در هر حال با صرفنظر کردن از روند عمومی افزایش نشت، در بعضی مواقع مشاهده شده است که طی آبشویی نمکها، ضریب نشت کاهش یافته است. به طور مثال در ابتدای اشباع شدن، این کاهش به علت یونهای تبادلی و بعدها به خاطر ضعیف شدن باندهای سیمانی، از هم پاشیدگی جزئی خاکدانه‌ها و نشست خاک تحت بار مرده رخ می‌دهد. به بیان دیگر، عامل غالب طی فرآیند نمک‌زدایی خاکهای سنگین، پراکنش بالای آنها است، اما در خاکهایی با پراکنش ضعیف، پیشرفت آبشویی، افزایش ضریب نشت را به دنبال دارد.

نمک‌زدایی یک خاک تحت باری مشابه با تنش اعمال شده در محل، باعث می‌شود تا ضریب نشت گاهی بین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر کاهش نشان دهد. در این حالت میزان تغییرات هدایت هیدرولیکی به عوامل متعددی از جمله مقدار اولیه و ترکیب نمکها، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک، شرایط نشت، ترکیب آب نشتی و فشار بستگی دارد (۷).

براساس تحقیقات مختلف، مشخص شده است که ظرفیت نشت خاکهای گچی تحت بار، در ابتدای آبشویی افزایش یافته، اما بعدها کاهش می‌یابد و به مقدار ثابتی میل می‌کند، همچنین کاهش هدایت هیدرولیکی در بعضی از حالات بسیار بطئی بوده و در مواقع دیگر ظرفیت نشت را بصورت متناوب کاهش و افزایش می‌دهد.(۷)

تحقیقات ششنیکوف(۱۹۸۳)بر روی خاکهای رسی با میزان ۳ تا ۴۳ درصد گچ، باعث تشخیص سه مرحله متمایز برای تغییر k طی پدیده آبشویی نمکها شد(۱۳) :

- در مرحله اول (۵ تا ۱۰ روز)، k برای کلیه خاکها به واسطه آبشویی گچ و زیاد شدن تخلخل موثر، افزایش می‌یابد. این افزایش ضریب نشت برای خاکهای لومی بین (۳-۱/۵) برابر و برای خاکهای لومی ماسه‌ای بین (۵-۳) برابر بوده است.

- در مرحله دوم (۱۰ تا ۱۰۰ روز)، مقدار k کاهشی بین (۵-۲) برابر برای خاکهای لومی و بین (۲-۱/۵) برابر برای خاکهای لومی ماسه‌ای، نشان می‌دهد. در این مرحله کاهش k با افزایش پراکنش خاک، همراه بوده است.

- در مرحله سوم (بعد از گذشت ۱۰۰ روز)، ضریب k برای کلیه خاکها بین ۲ تا ۴ برابر کاهش می‌یابد. البته ششنیکوف اظهار داشت که تفاوت مشخصی بین مرحله دوم و سوم وجود ندارد اما مرحله اول و دوم کاملاً قابل تمایز است.

مطالعات کرن و اوکونور(۱۹۸۲) در رابطه با اثر اندازه ذرات گچ بر هدایت هیدرولیکی خاکهای لومی ماسه‌ای و لومی نشان داد که افزایش ذرات گچ کوچکتر از ۴۴ میکرومتر باعث کاهش هدایت

www.SID.ir

Archive of SID

هیدرولیکی خاک می‌گردد اما حضور ذرات گچ با قطر ۰/۲۵ تا ۱ میلیمتر، بر هدایت هیدرولیکی خاک بی‌تأثیر است (۷).

نکته دیگری را که کرن و اوکونور به آن اشاره کرد، افزایش میزان هدایت هیدرولیکی در مدت زمان آبشویی است. اما گاهی در عمل، حالتی معکوس حادث شده، بدین معنی که هدایت هیدرولیکی خاکهای گچدار، کاهش یافته است که علت آن یک پدیده مکانیکی گرفتگی، ناشی از ذرات کوچک گچ می‌باشد.

بویادگیوف(۱۹۷۴) براساس مطالعاتی که روی اراضی گچی دشت فرات در سوریه انجام داد، به این نتیجه رسید که خاکهای حاوی ۱۰ الی ۳۵ درصد گچ، درمقایسه با خاکهای مشابه بدون گچ به مراتب نفوذپذیرترند. همچنین حرکت آب در خاکهای گچی نسبت به خاکهای مشابه سریعتر بوده و معمولاً در تقسیم‌بندی نفوذپذیری در کلاس متوسط تا سریع قرار می‌گیرند. بنابراین عموماً در این گونه خاکها مشکل ماندابی شدن، مشاهده نمی‌شود (۱).

این خاکها در بعضی از موارد، نفوذپذیریهای خیلی کمی را از خود نشان می‌دهند که معمولاً به علت وجود لایه‌های متراکم در پروفیل خاک است. این امر بعضاً در اراضی گچی تحت آبیاری مشاهده شده است. بدین صورت که گچ شسته شده به اعماق پایینتر انتقال می‌یابد و در شرایط خاص تشکیل افقهای گچی متراکم پتروجیپسیک را می‌دهد که بر کاهش هدایت هیدرولیکی خاک موثر است(۲).

مطالعات موسلی، مردود و کرن نشان داد که دامنه تغییرات هدایت هیدرولیکی در خاکهای گچی بسیار گسترده است و می‌تواند ۰/۱۲ تا ۱۰ متر در روز باشد. بعلاوه، وجود بلورهای درشت گچ سبب می‌شود که خاک از لحاظ نفوذپذیری، رفتاری مشابه با خاکهای ماسه‌ای داشته باشد(۱۲).

مواد و روشها

همانطور که قبلاً نیز اشاره شد، هدف از انجام این تحقیق بررسی رفتار انحلال‌پذیری گچ در خاکهای گچی و تأثیری است که در نهایت، این فرآیند بر ضریب نفوذپذیری خاک می‌گذارد. بدین منظور بعد از نمونه‌برداری و تهیه خاک از محل، آزمایشهای مختلفی برای تشخیص مشخصات عمومی اینگونه خاکها ترتیب یافت و دستگاهی نیز برای ایجاد شرایط آبشویی مصنوعی ساخته شد. همچنین در کنار آزمایشهای اصلی، بعضی از خصوصیات اینگونه خاکها نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد.

مراحل اصلی تحقیق حاضر را می‌توان در سه بخش، بشرح زیر خلاصه کرد:

- انتخاب نمونه‌های خاک برای انجام مطالعات
- ساخت مدل فیزیکی
- برنامه آزمایشها

انتخاب نمونه‌های خاک برای انجام مطالعات:

از آنجاکه خاک مهمترین ماده اولیه در انجام آزمایشهای این تحقیق می‌باشد، بنابراین انتخاب نوع خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و به طور مستقیم بر نتایج حاصله اثر می‌گذارد. لذا سعی شد که خاکهای انتخابی از لحاظ بافت، نحوه پراکنش، نوع و درصد گچ متفاوت باشند، تا حتی‌الامکان بتوان رفتار این گونه خاکها را در شرایط مختلف و در هنگام تراوش دائم آب، بررسی نمود. علاوه بر آن سعی شد تا نمونه‌ها از مناطقی انتخاب گردند که پروژه‌های در دست احداث یا انجام شده آبیاری و زهکشی نیز در آنجا موجود باشد تا بتوان علاوه بر نتایج آزمایشگاهی، در آینده تغییرات تراوش آب را در محل نیز بررسی نمود. بر این اساس تصمیم بر آن شد تا از سه منطقه معروف به داشتن خاک گچی، نمونه‌گیری انجام شود که نهایتاً سه منطقه زیر برای نمونه برداری مورد استفاده قرار گرفت.

۱ – منطقه ساوه: این منطقه از لحاظ موقعیت جغرافیایی در طرح آبیاری و زهکشی وفرقان و ساوه و در مختصات (۵۰°,۰۸) تا (۵۰°,۳۰) طول شرقی و (۳۰°,۴۵) تا (۳۵°,۰) عرض شمالی واقع است. از لحاظ تقسیم‌بندی فیزیوگرافی، محدوده طرح در دشتی آبرفتی واقع گردیده و در هنگام حفاریهای ژئوتکنیکی، رگه‌های گچی و نمکی به وفور در منطقه طرح گزارش شده است. با توجه به مشاهدات صحرایی به عمل آمده، دو نوع گچ در محل مشاهده گردید. نوع اول شامل رسوبات ثانویه گچ می‌باشد که به فرم لکه‌های سفید رنگ در اعماق ۱/۷ الی ۲/۳ متری قرار دارد و نوع دوم به صورت رگه‌های گچی (رسوبات اولیه) در اعماق ۳ متری به بعد در سنگهای مارنی مشاهده شده است. همچنین انواع مختلفی از رخنمون گچ از جمله رزت‌های بیابانی، سنگ گچ و گچ تبخیر شده روی

www.SID.ir

Archive of SID

سطح خاک یافت شد (۴).

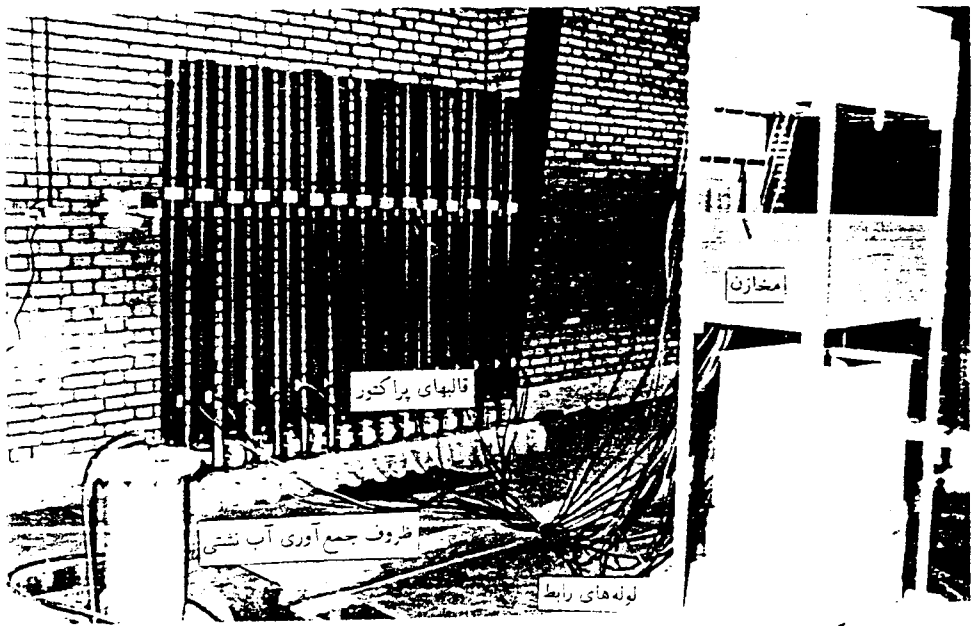
۲- منطقه اصفهان: این منطقه از لحاظ موقعیت جغرافیایی در طرح آبیاری و زهکشی نکوآباد و آبشار و در مختصات (َ۵۱°,۳۰) تا (َ۵۱°,۴۷) طول شرقی و (َ۳۲°,۲۰) تا (َ۳۲°,۴۵) عرض شمالی واقع شده است. براساس مشاهدات محلی مشخص شد که خاک این منطقه نسبت به خاک دو منطقه مطالعاتی دیگر دارای بافت درشت‌تری است وحضور گچ در محل به واسطه انحلال از لایه‌های بالاتر و انتقال به اعماق پایین‌تر صورت گرفته است. بنابراین خاک، ساختمانی بسیار متخلخل و ضعیف را پیدا کرده و در میان آن بلورهای درشت و متبلور گچ دیده می‌شود (۶).

۳- منطقه شیراز: این منطقه از لحاظ موقعیت جغرافیایی در طرح آبیاری و زهکشی قیر و کارزین و در طول شرقی (َ۵۲°,۵۰) تا (َ۵۳°,۲۰) و عرض شمالی (َ۲۸°,۰) تا (َ۲۸°,۳۰) واقع گردیده است. در این منطقه فرم گچ به صورت رسوبات ثانویه بوده و گچ در نتیجه فعالیتهای کشاورزی (انجام آبیاری) از قسمت فوقانی پروفیل خاک به قسمتهای تحتانی انتقال یافته است. همچنین در بررسی‌های صحرایی از محل، بلورهای بسیار ریز گچ مشاهده شده است (۵).

مدل فیزیکی انحلال گچ در خاک:

به منظور شبیه‌سازی فرآیند آبشویی در آزمایشگاه، مدل فیزیکی انحلال گچ در خاک تهیه شد. در ساخت مدل فرض بر آن بود که خاک منطقه مورد مطالعه، گچی بوده و پراکنش گچ در آن بصورت یکنواخت است. به دلیل ساخت سازه آبی یا تراوش از منابع طبیعی (رودخانه، دریاچه،...) خاک تحت آبشویی قرار گرفته و گچ به علت تراوش مداوم آب انحلال می‌یابد. در این حالت برخلاف حالتهای مشابه آبشویی در طبیعت، گچ فرصت تبلور مجدد را به صورت تبخیر یا ترسیب ندارد. این امر سبب می‌شود که خلل و فرج، در پروفیل خاک افزایش یافته و در نتیجه بر میزان نشت تأثیر بگذارد.

بر این اساس، سه نوع خاک با خصوصیات مختلف از لحاظ درصد گچ و نیز بافت خاک از سه منطقه ذکر شده، تهیه شد. در ادامه نمونه‌های دست خورده (تهیه شده از اعماق ۱ الی ۳ متر) به صورت مجزا کاملاً مخلوط گردیدند تا توزیع گچ حتی‌الامکان یکنواخت باشد. سپس نمونه‌ها در شرایط استاندارد از لحاظ مقدار رطوبت و انرژی تراکمی، در قالبهای پراکتور، متراکم گردیدند. به منظور بررسی و ارزیابی اثر شیب هیدرولیکی بر فرآیند آبشویی و هدایت هیدرولیکی، سه مخزن با ظرفیت تقریبی ۱۵۰ لیتر در سه ارتفاع مختلف قرار گرفت و توسط لوله‌های پلاستیکی به نمونه‌های خاک در قالبهای استاندارد پراکتور متصل شد. همچنین آب نشت یافته از خاک نیز در ظرفهای پلاستیکی سرپوش‌دار جمع‌آوری گردید (شکل ۱). علاوه بر شستشوی نمونه‌ها با آب مقطر، دو تیمار دیگر نیز در این مدل مورد بررسی قرار گرفت که در یکی از آنها از محلول ۰/۰۵ نرمال کلرور منیزیم برای تسریع در فرآیند انحلال و در دیگری از محلول ۱ به ۱۰۰ اگزالات سدیم برای تثبیت گچ در



شکل ۱ - نمایی از مدل فیزیکی تهیه شده برای اعمال شرایط آبشویی بر خاک

www.SID.ir

Archive of SID

خاک استفاده شد.

برنامه آزمایشها:

در این تحقیق، آزمایشها در سه بخش به شرح زیر انجام گرفت:

۱ - آزمایشهای فیزیکی: شامل دانه بندی، تعیین وزن مخصوص، تعیین حدود آتربرگ و تراکم.

۲ - آزمایشهای هیدرولیکی: شامل آزمایش نفوذپذیری با بار ثابت.

۳ - آزمایشهای شیمیایی: شامل تجزیه شیمیایی خاک، تعیین درصد گچ و تعیین غلظت آب نشتی طی فرآیند آبشویی.

باتوجه به تجربیات و تحقیقات قبلی، در کلیه آزمایشهای انجام شده، برای تعیین درصد رطوبت از دمای ۶۰ درجه سانتیگراد برای خشک کردن نمونه‌های خاک گچی استفاده و سپس با کاربرد روابط موجود، برای دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد تصحیح گردید(۹).

آزمایشهای فیزیکی: آزمایشهای فیزیکی برای تعیین مشخصات عمومی خاکها و همچنین تعیین خصوصیات اولیه مهندسی انجام می‌گیرد. در این قسمت، کلیه آزمایشها مطابق با استاندارد **ASTM** روی نمونه‌های خاک، قبل از آبشویی انجام گرفت، بجز آزمایش دانه‌بندی که به خاطر مشکل فلوکوله شدن ذرات کوچکتر از ۰/۰۷۵ میلیمتر (طی آزمایش هیدرومتری)، روش (هس،۱۹۷۶) بکار گرفته شد(۱۱و۸).

آزمایشهای هیدرولیکی: بمنظور بررسی تغییرات میزان آب نشت یافته از خاک با زمان، آزمایش نفوذپذیری تحت بار ثابت، انجام شد. در این آزمون، میزان آب خروجی از نمونه‌های خاک تحت بار هیدرولیکی مختلف (مشابه با بارهای اعمال شده در کانالهای انتقال آب)، اندازه‌گیری شد و بعلاوه در آزمایشهای مربوطه به منظور دقت بیشتر، آب نشتی در هر ۲۴ ساعت جمع‌آوری و به عنوان نشت روزانه، تلقی گردید.

تیمارهای بکار رفته در این آزمایش بشرح زیر می‌باشد:

تیمار اول: خاک متراکم شده در رطوبت بهینه - شستشو با آب مقطر به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۷۵ سانتی‌متر.

تیمار دوم: خاک متراکم شده در رطوبت بهینه - شستشو با آب مقطر به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۱۳۵ سانتی‌متر.

تیمار سوم: خاک متراکم شده در رطوبت بهینه - شستشو با آب مقطر به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۲۱۵ سانتی‌متر.

به منظور بررسی اثرات شستشوی گچ و بار هیدرولیکی بر تغییر ضریب نفوذپذیری، تیمارهای اول، دوم و سوم، مدنظر قرار گرفتند. این تیمارها از لحاظ شرایط تراکمی مشابه یکدیگر بوده، تنها تحت بارهای هیدرولیکی متفاوت قرار گرفتند. در هر سه تیمار، به منظور به حداکثر رساندن میزان آبشویی و همچنین برای جلوگیری از امکان به وجود آمدن شرایط غیرقابل کنترل از لحاظ انحلال و یا ترسیب، از آب مقطر استفاده شد.

تیمار چهارم: خاک متراکم شده در رطوبت بهینه - آب اختلاط حاوی اگزالات سدیم به نسبت (۱/۱۰۰) - شستشو با آب مقطر به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۲۱۵ سانتی‌متر.

این تیمار به منظور بررسی اثر اگزالات سدیم در تثبیت گچ خاک اعمال گردید. بنابر مراجع موجود، این ماده در هنگام تماس با ذرات گچ تشکیل سولفات سدیم و اگزالات کلسیم را می‌دهد، سولفات سدیم، محلول بوده و می‌تواند در آب حل گردد، اما اگزالات کلسیم غیرقابل حل است(۲).

باتوجه به قیمت بالای اگزالات سدیم، استفاده از این ماده، مطابق با روش سایق (غرقاب خاک به مدت یک هفته با محلول ۱ به ۱۰۰ اگزالات سدیم به آب (۱۰)) از لحاظ عملیات ژئوتکنیکی غیرقابل توجیه است،بنابراین تصمیم بر آن شد تا در این تیمار ابتدا محلول فوق‌الذکر (به میزان رطوبت بهینه) با خاک مخلوط شده و سپس به مدت ۲۴ ساعت درداخل کیسه نایلونی سربسته نگهداری شود تا خاک فرصت انجام واکنش با محلول را داشته باشد و در ادامه کار، داخل قالب پراکتور در شرایط استاندارد متراکم گردد.

تیمار پنجم: خاک متراکم شده در رطوبت بهینه - شستشو با کلرور منیزیم ۰/۰۵ نرمال به مدت ۹۰ روز تحت بار هیدرولیکی ۲۱۵ سانتی‌متر.

دلیل انتخاب این تیمار آن بود تااثر شستشو با این محلول در افزایش میزان انحلال و در نتیجه تسریع در تغییر ضریب هدایت هیدرولیکی، مورد بررسی قرار گیرد. در مورد شستشوی خاک گچی با کلرور منیزیم، دو نظر متضاد وجود دارد. یکی نظریه تانجی، در مورد استفاده از محلول ۰/۰۵ نرمال کلرور منیزیم به منظور افزایش انحلال گچ تا حدود ۴ برابر، نسبت به آب مقطر و دیگری نظریه یوزر در مورد کاربرد این ماده برای کاهش نشت و بستن درز و شکافهای سنگهای آنهیدریتی می‌باشد که با توجه به موارد فوق، تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

پنجم. یعنی شستشو بااین ماده انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفت (۱۶و۱۵).

آزمایشهای شیمیایی: در این بخش از تحقیق، خصوصیات شیمیایی خاک و آب به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت:

- تعیین درصد گچ: برای بررسی اثر شستشوی گچ بر تغییرات هدایت هیدرولیکی خاکها، آزمایش تعیین درصد گچ (مطابق روش استون) برای کلیه تیمارها در دو حالت قبل و بعد از آبشویی و در سه تکرار انجام شد(۱۴).

- تجزیه شیمیایی نمونه‌ها: برای بررسی مشخصات شیمیایی نمونه‌های خاک و اثر احتمالی عناصر آن بر میزان انحلال گچ، نمونه‌های مناطق مختلف مورد تجزیه شیمیایی از لحاظ اسیدیته، هدایت الکتریکی، آنیونها و کاتیونهای محلول، مقدار آهک، درصد اشباع و درصد مواد آلی قرار گرفتند(۱۴).

- تغییرات غلظت آب نشتی: در این سری از آزمایشها بمنظور ارزیابی مراحل شستشوی گچ و تغییرات احتمالی آن، نمونه‌برداریهایی از آب نشت یافته از تیمارسوم طی دوره آبشویی، صورت گرفت. نحوه برداشت نمونه‌هابدین صورت بود که در ابتدا پنج نمونه در پنج روز متوالی از سه منطقه گرفته شد، سپس مدت برداشت به دو روز افزایش یافت و پنج نمونه دیگر نیز بدین گونه تهیه گردید و در ادامه، نمونه‌گیریها، هفته‌ای یکبار تا پایان دوره آبشویی ادامه یافت.

نتایج

آزمایشهای فیزیکی: نتایج آزمایشهای فیزیکی به صورت خلاصه در جدول ۱، ارائه شده است.

آزمایشهای هیدرولیکی: در این قسمت، تیمارهای اول تا پنجم مورد آزمون نفوذپذیری قرار گرفتند که خلاصه نتایج مربوط به هدایت هیدرولیکی (حداکثر، حداقل و میانگین دوره)، برای تیمارهای مختلف در جدول ۲ و نمودارهای مربوط به تغییرات آن در طول دوره در شکلهای ۲ الی ۷ آمده است.

آزمایشهای شیمیایی: نتایج حاصل از آزمونهای تعیین درصد گچ (آبشویی) و تجزیه شیمیایی خاک در جداول ۳ و ۴ و منحنی تغییرات غلظت آب نشتی و ضریب نفوذپذیری با زمان برای تیمار سوم در شکلهای ۸ الی ۱۰ آورده شده است.

بحث

با توجه به آنکه، یکی از اهداف این تحقیق بررسی تغییرات هدایت هیدرولیکی طی دوره آبشویی و اثرات احتمالی انحلال گچ بر این ضریب می‌باشد. لذا در ادامه به بررسی نتایج آزمایش نفوذپذیری و تأثیر تغییرات غلظت آب نشتی بر آن پرداخته می‌شود.

ارزیابی نتایج آزمایش نفوذپذیری: همانطور که قبلاً نیز ذکر گردید، در این سری از آزمایشها تأثیر ترکیبات مختلف بر حلالیت یا تثبیت گچ مورد ارزیابی قرار گرفته است:

الف) تاثیر آب مقطر: همانطور که از شکل ۲ استنباط می‌شود، در خاک اصفهان، در ابتدا هدایت هیدرولیکی بالا بوده و سپس کاهش سریع در ضریب مشاهده شد که در نهایت به مقدار ثابتی میل کرده است. همچنین با افزایش بار هیدرولیکی از ۷۵ به ۲۱۵ سانتی‌متر، مدت زمان این تغییرات از ۳۰ روز به ۳ روز کاهش یافته است. نتایج بدست آمده از این قسمت با تحقیقات گروت، مطابقت دارد. نتایج تحقیقات وی در این رابطه نشان می‌دهد که ظرفیت نشت خاکهای گچی در مراحل اولیه آبشویی زیاد می‌شود اما این ظرفیت بعداً کاهش یافته و به سمت مقدار ثابتی میل می‌کند. در این حالت با

جدول ۱ - خلاصه نتایج آزمایشهای فیزیکی

وزن مخصوص	رطوبت بهینه	حداکثر وزن واحد حجم خشک	حد خمیری	حد روانی	نوع خاک (یونیفاید)	منطقه مطالعاتی
	(%)	(Mg/m^3)	(%)	(%)		
۲/۶۵	۱۵/۵۰	۱/۶۷۸	۲۷/۳۰	۳۸/۰۹	SM	اصفهان
۲/۶۰	۱۲/۷۵	۱/۸۲۰	۱۶/۷۰	۲۳/۱۲	SC	ساوه
۲/۵۲	۱۹/۲۵	۱/۶۸۱	۲۲/۷۵	۳۰/۵۷	CL	شیراز

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ - خلاصه نتایج آزمایش نفوذپذیری - طی دوره آبشویی

تیمار	منطقه	k حداقل (cm/sec)	k حداکثر (cm/sec)	k میانگین (cm/sec)
اول	شیراز	$۵/۱۲۲۴\times۱۰^{-۸}$	$۲/۳۹۰۵\times۱۰^{-۶}$	$۴/۶۵۲۹\times۱۰^{-۷}$
اول	اصفهان	$۱/۲۴۵۳\times۱۰^{-۵}$	$۱/۶۷۴۴\times۱۰^{-۳}$	$۱/۳۵۵۱\times۱۰^{-۴}$
اول	ساوه	$۱/۸۲۱۳\times۱۰^{-۷}$	$۶/۸۲۹۸\times۱۰^{-۷}$	$۴/۱۰۷۵\times۱۰^{-۷}$
دوم	شیراز	۰/۰۰۰۰	$۶/۳۷۵۰\times۱۰^{-۷}$	$۹/۸۶۴۶\times۱۰^{-۸}$
دوم	اصفهان	$۹/۵۰۰۰\times۱۰^{-۶}$	$۶/۲۹۰۰\times۱۰^{-۵}$	$۳/۱۱۶۸\times۱۰^{-۵}$
دوم	ساوه	$۵/۳۷۵۰\times۱۰^{-۷}$	$۴/۰۹۳۸\times۱۰^{-۶}$	$۲/۲۰۰۴\times۱۰^{-۶}$
سوم	شیراز	$۳/۱۲۰۴\times۱۰^{-۸}$	$۷/۴۱۰۹\times۱۰^{-۷}$	$۱/۲۱۵۰\times۱۰^{-۷}$
سوم	اصفهان	$۷/۶۰۵۹\times۱۰^{-۶}$	$۱/۸۷۲۲\times۱۰^{-۴}$	$۲/۱۱۶۸\times۱۰^{-۵}$
سوم	ساوه	$۲/۸۰۸۳\times۱۰^{-۶}$	$۱/۱۷۰۱\times۱۰^{-۵}$	$۵/۶۵۰۵\times۱۰^{-۶}$
چهارم	شیراز	۰/۰۰۰۰	$۲/۳۴۰۳\times۱۰^{-۶}$	$۱/۳۶۷۳\times۱۰^{-۷}$
چهارم	اصفهان	$۴/۵۶۳۵\times۱۰^{-۶}$	$۱/۹۵۰۲\times۱۰^{-۴}$	$۲/۰۰۸۶\times۱۰^{-۵}$
چهارم	ساوه	$۹/۷۵۱۱\times۱۰^{-۷}$	$۱/۳۲۶۲\times۱۰^{-۵}$	$۶/۳۶۹۲\times۱۰^{-۶}$
پنجم	شیراز	$۱/۶۷۷۲\times۱۰^{-۷}$	$۱/۰۵۳۱\times۱۰^{-۵}$	$۵/۴۸۶۱\times۱۰^{-۷}$
پنجم	اصفهان	$۳/۵۸۸۴\times۱۰^{-۶}$	$۱/۱۷۰۰\times۱۰^{-۴}$	$۸/۱۴۴۵\times۱۰^{-۶}$
پنجم	ساوه	$۲/۱۸۴۳\times۱۰^{-۷}$	$۲/۰۲۸۲\times۱۰^{-۶}$	$۳/۴۳۱۱\times۱۰^{-۷}$

افزایش شیب هیدرولیکی می‌توان دوره تغییرات k را کاهش داد(۱۳).

علل مختلفی برای کاهش سریع میزان نشت، ارائه شده است. به عنوان مثال، در ابتدای اشباع شدن، این کاهش به علت تغییر نسبت یونهای تبادلی و در نتیجه انتشار ذرات و بعدها به خاطر ایجاد ضعف در باندهای سیمانی، از هم پاشیدگی جزئی خاکدانه‌ها و نشست خاک تحت بار مرده رخ می‌دهد.

در خاک ساوه، به طور کلی روند تغییرات مقدار نشت، صعودی می‌باشد که نهایتاً به مقدار ثابت میل کرده است. برای این رفتار می‌توان دلایلی از جمله حاکم بودن عامل انحلال گچ بر سایر عوامل مؤثر در تغییرهدایت هیدرولیکی و خاصیت پراکندگی ضعیف خاک اشاره نمود. بنابراین با افزایش درجه آبشویی، ظرفیت نشت در این خاک افزایش می‌یابد.

در خاک شیراز در ابتداکاهش سریع در میزان نشت و بعد از گذشت مدت زمانی (حدود ۵۰ تا ۹۰ روز) افزایش آن مشاهده شده است. علت این امر با پدیده «گرفتگی» توجیه می‌شود. بدین صورت که ذرات کوچک گچ در مراحل اولیه آبشویی موجب گرفتگی خلل و فرج خاک شده و میزان نشت را به سرعت کاهش می‌دهند اما بعد از گذشت مدتی، با انحلال ذرات ریز گچ، میزان نشت افزایش می‌یابد.

ب) تاثیر اگزالات سدیم: برای تفسیر اثر اگزالات سدیم بر نفوذپذیری خاکهای گچی اشکال ۵ الی ۷ ارائه شده است. در خاک اصفهان، روند تغییرات مشابه تیمار سوم بوده و تأثیر محسوسی از بکارگیری اگزالات مشاهده نگردید. در خاک ساوه، روند تغییرات شبیه تیمار سوم می‌باشد با این تفاوت که متوسط مقدار آب نشت یافته در تیمار چهارم بیشتر بوده است علت آن هم احتمالاً این است که اگزالات سدیم تا حدی ساختمان خاک را حفظ و مانع پراکنده شدن ذرات خاک گردیده است. در خاک شیراز نیز، استفاده از این ماده تأثیر محسوسی در تغییر ضریب هدایت هیدرولیکی‌ایجاد نکرده است. بنابراین نتایج فوق، مؤید تأثیر بسیار ناچیز این ماده در تغییر میزان نشت خاکهای گچی مذکور می‌باشد.

ج)تأثیر کلرور منیزیم: در خاک اصفهان، شستشو با این ماده سبب کاهش ضریب هدایت هیدرولیکی نسبت به تیمارهای سوم و چهارم شده است. در خاک ساوه نیز این ماده اثر کاهنده بر ضریب

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ - درصد آبشویی نمونه‌های خاک مورد مطالعه

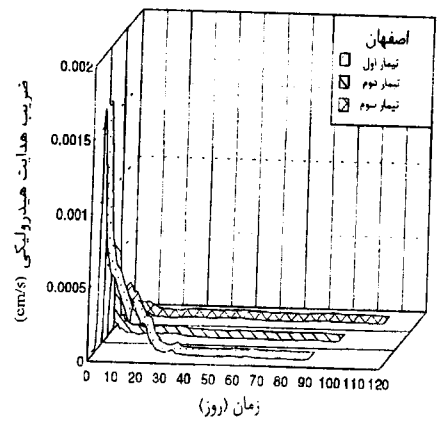
منطقه / تیمار	اصفهان	ساوه	شیراز
اول	۱۳/۰۲	۴/۶۱	۲/۴۲
دوم	۲۴/۱۷	۸/۴۹	۶/۶۷
سوم	۴۳/۱۲	۲۹/۷۱	۹/۴۴
چهارم	۱۵/۲۴	۱۲/۵۰	۷/۶۹
پنجم	۴/۱۰	۱۴/۰۰	۸/۸۶

جدول ۴ - نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های مورد مطالعه

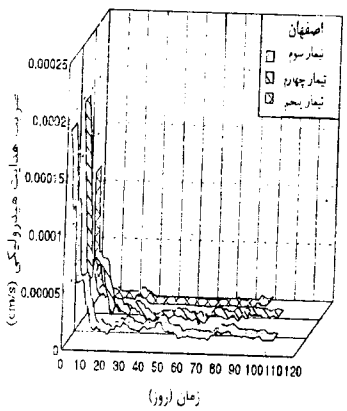
نام منطقه	S.P %	O.C %	$CaCO_3$ %	pH گل اشباع	EC dS/m	کاتیون و آنیون محلول meq/lit									
						مجموع کاتیونها	K^+	Na^{+1}	Mg^{+2}	Ca^{+2}	مجموع آنیونها	SO_4^{-2}	Cl^{-1}	HCO_3^{-1}	CO_3^{-2}
شیراز	۳۶/۴۱	۰/۵۳	۴۸/۵	۸/۶	۲۰/۹	۲۳۴/۰	Tr	۱۵۰/۰	۷۰/۰	۱۲/۰	۲۳۰/۶	۸۰/۰۰	۱۴۹/۴	۰/۴	۰/۸
اصفهان	۳۹/۸۹	۰/۳۳	۲۴/۵	۸/۰	۲۵/۰	۲۴۹/۹	Tr	۱۷۷/۹	۳۸/۰	۳۴/۰	۲۴۸/۹	۵۸/۸۸	۱۸۸/۰	۲/۰	-
ساوه	۲۹/۳۷	۰/۰۹	۲۰/۷	۸/۲	۲/۸۵	۳۰/۸	Tr	۱۰/۸	۴/۰	۱۶/۰	۲۷/۴	۲۲/۵۴	۴/۰	۰/۸	-

www.SID.ir

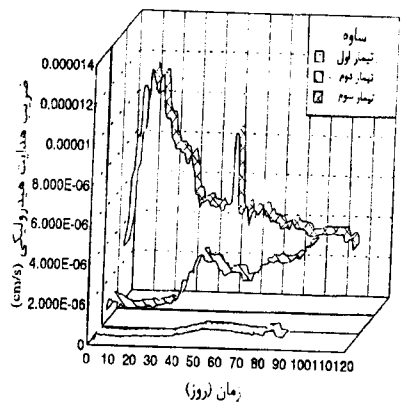
Archive of SID



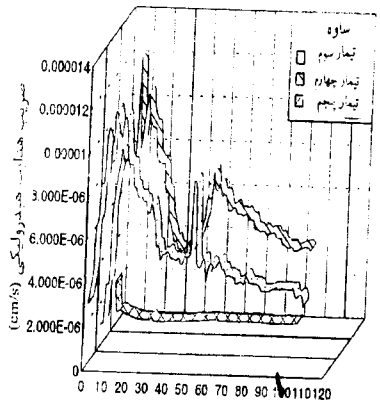
شکل ۲- تغییرات ضریب هدایت هیدرولیکی طی دوره آبشویی- تیمارهای اول الی سوم - خاک اصفهان



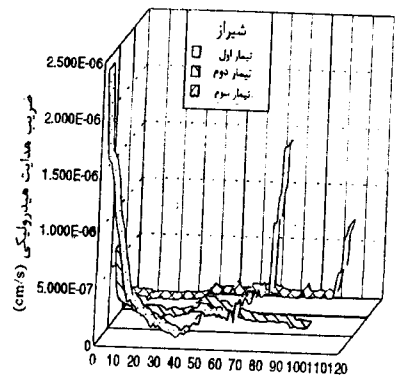
شکل ۵- تغییرات ضریب هدایت هیدرولیکی طی دوره آبشویی- تیمارهای سوم الی پنجم خاک اصفهان



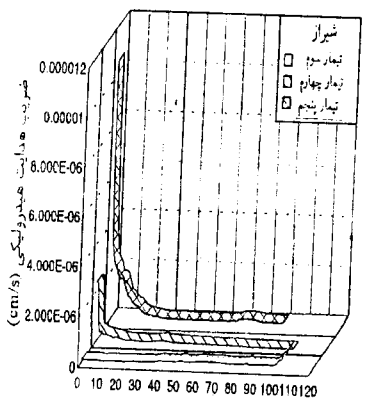
شکل ۳- تغییرات ضریب هدایت هیدرولیکی طی دوره آبشویی- تیمارهای اول الی سوم - خاک ساوه



شکل ۶- تغییرات ضریب هدایت هیدرولیکی طی دوره آبشویی- تیمارهای سوم الی پنجم - خاک ساوه



شکل ۴- تغییرات ضریب هدایت هیدرولیکی طی دوره آبشویی- تیمارهای اول الی سوم - خاک شیراز



شکل ۷- تغییرات ضریب هدایت هیدرولیکی طی دوره آبشویی- تیمارهای سوم الی پنجم - خاک شیراز

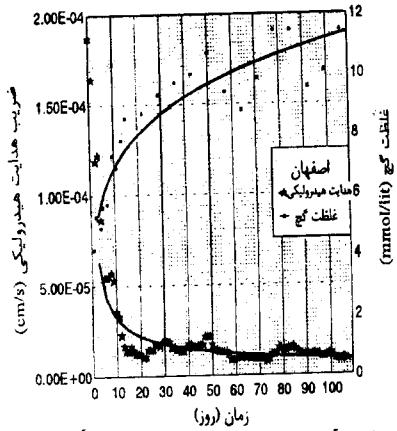
www.SID.ir

Archive of SID

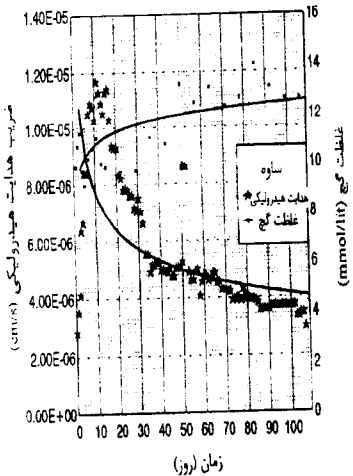
نشت داشته و به طوری که از شکل ٦ استنباط می‌شود، این تأثیر بسیار زیاد بوده است. در خاک شیراز، به علت خاصیت این ماده در افزایش انحلال ذرات ریز گچ نسبت به آب مقطر، به طور متوسط میزان نشت در این تیمار نسبت به دو تیمار سوم و چهارم بیشتر بوده است.

از این آزمایشها می‌توان نتیجه گرفت که در خاکهای درشت دانه، با کاهش اندازه ذرات، تأثیر کلرور منیزیم در کاهش ضریب هدایت هیدرولیکی بیشتر می‌شود. اما در خاکهای ریز دانه به علت افزایش میزان انحلال ذرات گچ، این اثر حالت معکوس پیدا کرده و میزان نشت نسبت به تیمارهای مشابه افزایش یافته است. در واقع برای آنکه نتیجه مطلوب از کاربرد این ماده حاصل آید، باید نقش تثبیت کنندگی این ماده بر میزان انحلال آن (در خاک گچی مورد نظر) برتری داشته باشد.

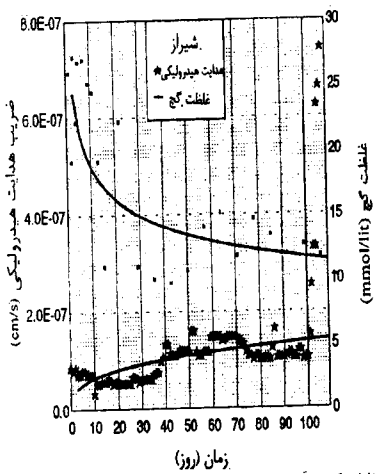
ارزیابی نتایج آزمایش تعیین غلظت آب نشتی: در این سری آزمایشها، از آب نشت یافته تحت بار هیدرولیکی ۲۱۵ سانتی‌متر (تیمار سوم) نمونه‌گیری به عمل آمد و غلظت گچ در آب اندازه گیری شد. همانطور که انتظار می‌رفت، تغییرات غلظت گچ در آب نشتی در کلیه نمونه‌های خاک، دارای روندی معکوس با تغییرات ضریب نفوذپذیری است (اشکال ۸ الی ۱۰). بدین ترتیب که با افزایش این ضریب، غلظت کاهش می‌یافت و بالعکس. براساس نتایج بدست آمده، دامنه تغییرات غلظت گچ در آب نشت یافته از خاکهای اصفهان ساوه و شیراز به ترتیب (۴/۲ تا ۱۱/۴۵)، (۹/۱ تا ۱۳/۳) و (۱۰ تا ۲٦) میلی مول در لیتر بوده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، در خاک شیراز، میزان انحلال گچ در آب نشتی تقریباً دو برابر میزان انحلال گچ در خاک اصفهان می‌باشد. از این قرائن، تأثیر سرعت جریان آب و اندازه و احتمالاً شکل بلور بر میزان انحلال گچ مشخص می‌شود. در خاک شیراز با توجه به آنکه سرعت جریان آب کمتر است، تأثیر عامل مدت زمان آبشویی بر انحلال بلورهای گچ بارزتر است زیرا بلور گچ این خاک از نوع ریز و عدسی شکل بوده که نسبت به بلورهای گچ دو نمونه دیگر دارای سطح ویژه بیشتری می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در مطالعات خاکهای گچی ارائه یک رقم معین برای میزان و یا سرعت انحلال گچ نمی‌تواند صحیح باشد و باتوجه به نتایج تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین، باید عواملی از جمله : اندازه ذرات، قدرت یونی، یونهای مشترک، زوج یونی، دما، سرعت جریان، قلیائیت، شکل بلور، بافت



شکل ۸- تغییرات غلظت گچ در آب نشتی و ضریب هدایت هیدرولیکی طی مدت آبشویی- تیمار سوم-خاک اصفهان



شکل ۹- تغییرات غلظت گچ در آب نشتی و ضریب هدایت هیدرولیکی طی مدت آبشویی- تیمار سوم - خاک ساوه



شکل ۱۰- تغییرات غلظت گچ در آب نشتی و ضریب هدایت هیدرولیکی طی مدت آبشویی- تیمار سوم - خاک شیراز

www.SID.ir

Archive of SID

و ساختمان خاک، کیفیت آب نشتی و درجه تکامل بلور را در این ارتباط مد نظر قرار داد(۳).

باتوجه به مطالب عنوان شده، می‌توان نتایج تحقیق را بشرح زیر خلاصه نمود:

۱ - درخاکهای گچی، شرایط محیطی در نحوه ایجاد بلور گچ، تشکیل اتصالات سیمانی ذرات و ساختار فاز جامد خاک نقش بسزایی دارد. آبشویی نمکها همراه با تغییر کمپلکس یونی نمکها باعث پراکندگی و تغییر در ظرفیت نگهداری آب در خاک شده و در نهایت، این عوامل نه تنها بر ویژگیهای نشت، بلکه بر کلیه پارامترهای فیزیکی خاک موثر است.

۲ - تغییر ضریب نفوذپذیری خاکهای گچی در مراحل اولیه به دلیل حرکت ذرات و پراکنش خاک نسبتاً زیاد بوده اما به تدریج کاهش یافته و نهایتاً به مقدار ثابتی میل می‌کند. در این حالت افزایش بار هیدرولیکی می‌تواند دامنه این تغییرات را کاهش دهد.

۳ - نتایج آزمایشها نشان داد که استفاده از اگزالات سدیم، اثر قابل ملاحظه‌ای بر شرایط نفوذپذیری خاکها نداشته است. همچنین، آبشویی با کلرور منیزیم، علیرغم اینکه باعث تسریع فرآیند آبشویی گچ (به علت انحلال ذرات ریز گچ)در مراحل اولیه شد، اما به علت تأثیر دوگانه این ماده و رسوب مجدد ذرات گچ ، عملاً مقدار نفوذ پذیری را کاهش داد.

۴ - باتوجه به مجموعه نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که کمیت گچ دریک خاک به تنهایی نمی‌تواند تعیین کننده کیفیت ورفتار خاک باشد. لذا برای هر پروژه، لازم است ضمن تعیین کمیت و کیفیت گچ خاک، اثر بافت و در نتیجه سرعت آب نشتی بر نحوه انحلال و رفتار هیدرولیکی آن مطابق شرایط طرح مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

نظر به اینکه اعتبارات مالی این تحقیق توسط حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه تهران و دانشکده کشاورزی تأمین شده است. لذا مؤلفین مراتب قدردانی خود را از مساعدتهای مذکور اعلام می‌دارند.

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱ - الرفاعی، ن. ۱۳۵۵. مسائل ایجاد شده در شبکه آبیاری و زمینهای گچدار حوزه رودخانه فرات در سوریه. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. نشریه شماره ۱۶.

۲ - تاتلاری، س. ۱۳۷۵. بررسی رفتار خاکهای گچی در مجاورت سازه‌های آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۳ - حیدری، آ. ۱۳۷۴. بررسی چگونگی پیدایش و طبقه‌بندی خاکهای گچی جنوب غربی گیلان غرب - کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۴ - شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس. ۱۳۶۷، طرح آبیاری و زهکشی و فرقان و ساوه. گزارش مکانیک خاک مسیر کانالهای آبیاری، واحد عمرانی شماره ۱، سازمان آب منطقه‌ای.

۵ - شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس. ۱۳۷۵. طرح آبیاری و زهکشی دشتهای پایاب سد سلمان فارسی. گزارش وضع موجود آبیاری، سازمان آب منطقه‌ای فارس.

۶ - مهندسین مشاور سوگراه. ۱۳۵۳. استفاده از غشاءهای پلاستیکی نفوذ ناپذیر برای عایق بندی کانالهای اصلی اصفهان واقع در اراضی گچدار. نشریه کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

۷ - نژادهاشمی، ا. پ. ۱۳۷۶. تهیه مدل فیزیکی و ریاضی انحلال گچ در خاکها و اثر آن بر تحکیم‌پذیری خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

8. American Society for Testing and Materials. 1993 . Soil and rock. ASTM standards. Section 4, Vol. 04.08

www.SID.ir

Archive of SID

9. Arakelvan, E.A. 1986 . Characteristics of the determination of the physical properties of gypsum soils. Soil Mech. & Found. Eng. , Vol. 23(1): 27-29

10. FAO. 1990. Managment of gypsiferous soils. Soils Bulletin, Rome, No. 62

11. Hesse, P.R. 1976 . Particle size distribution in gypsic Soils. Plant and Soil Jour. 44: 241-247

12. Keren, R. & G.A. O'Connor. 1982 . Gypsum dissolution and sodic soil reclamation as affected by water flow velocity. Soil Sci. Soc. Am. Journal, Vol. 46: 726-732

13. Petrukhin, V.P. 1993 . Construction of structures on saline soils. Balkema Pub. : 252 pp

14. SCS. 1972 . Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Soil Survey Investigation Report No. 1: 63 pp

15. Tanji, K.K. 1969 . Solubility of gypsum in aqueous electrolytes as affected by ion association & ionic strengths up to 0.15 M at 20°C. Enviromental Science & Technology, Vol. 3: 656-661

16. Yuzer, E. 1981 . Engineering properties of evaporites & evaporitic formations of Turkey. Symp. on Eng. Geology, Istanbol-Turkey: 107-110

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of Permeability of Gypsiferous Soils During Leaching Process

A. P. NEJADHASHEMI , Sh. MAHMOODI AND H. RAHIMI

Former Graduate Student, Associate Professor and Professor , Faculty of Agriculture, University of Tehran Karaj, Iran.

Accepted, Jun. 5, 2000

SUMMARY

Prediction of the rate of flow through the natural soils, sediments, or compacted soils is a common practical problem. It is even more serious when permeability changes with time due to consolidation and / or solubilization of soil materials. Therefore, a reliable method for determination of hydraulic .characteristics and Their changes during leaching is necessary. First, the relevant information about properties of gypsiferous soils, particularly their hydraulic conductivity were collected. Next, three disturbed samples were taken each from a different province of Iran with gypsiferous soil, namely, Vafraghan plains in Saveh, Nekoo-Abad and Abshar plain in Isfahan, and Ghir-Karzin Plain in Fars Province. The samples contained (16-22), (21-32) and (6-10) percent gypsum, respectively. The samples were analysed for physical (size distribution, Atterberg limits, specific gravity and compaction), Hydraulic (permeability) and chemical (gypsum content of soil and leachates, soluble salts in soil) properties. To investigate the process of solution and fixation of gypsum in soils, a physical model was devised and tested under the following conditions:

- leaching by distilled water under 75 cm. hydraulic head for a period of 90 days.
-leaching by distilled water under 135 cm. hydraulic head for a period of 90 days.
- leaching by distilled water under 215 cm. hydraulic head for a period of 90 days.
- leaching the sodium oxalate stabilized soil samples, by distilled water under 215cm. hydraulic head for a period of 90 days.
- leaching by magnesium chloride solute (5% normal) in order to increase the soulbility of gypsum, under 215 cm. hydraulic head for a period of 90 days.

The results showed that the soil samples from Isfahan, Saveh and Shiraz were classified as SM, SC and CL according to UNIFIED soil classification system, respectively. Degree of leaching for three samples were (13.0-43.1), (4.3-30.1)

www.SID.ir

Archive of SID

and (2.9-9.4) percent, respectively.An inverse relationship was observed between hydraulic conductivity and gypsum concentration in leachate. Permeability test showed that in gypsiferous soils, this parameter is a function of soil texture and gypsum crystal forms, where it may however decrease, increase or remain constant during leaching. Due to the movement of soil particles and solubilization of gypsum at the beginning, the range of permeability coefficient was relatively high, while gradually decreased to a constant value. By increasing hydraulic head, range in variation decreased.

Key words: Permeability, Gypsiferous soils, Leaching

www.SID.ir