

بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های گچی و پهنه‌بندی خاک‌های گچی دشت شوش استان خوزستان

سید محمد آهوئی^۱، پیوند پاپن^{۲*}، عبدالله درزی^۳

۱- مدیرکل دفتر اقتصاد و بهره‌وری آب شرکت مدیریت منابع آب ایران.

۲- کارشناس سازمان آب و برق خوزستان

۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

نویسنده مسئول: payvand_p2006@yahoo.com

چکیده:

کمبود دانش کافی در زمینه‌ی خاک‌های گچی باعث بروز مشکلات زیادی در عرصه سازه‌های مرتبط با آبیاری و زهکشی بر روی بستر این خاک‌ها شده است. تمام خاک‌های مشکل‌آفرین همانند خاک‌های گچی می‌توانند باعث ایجاد مشکلاتی در سازه‌های آبی نظیر کانال‌ها و سایر سازه‌های تنظیمی شوند. در این تحقیق به بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های گچی پرداخته شده و نقشه پهنه‌بندی خاک‌های گچی اراضی دشت شوش استان خوزستان تهیه گردیده است. دشت شوش به مساحت ۵۱۷۳ هکتار در استان خوزستان واقع شده است. جهت شناسایی و رده‌بندی خاک‌های گچی منطقه مطالعاتی تعداد ۱۸۱ پروفیل و مته حفاری، تشریح و نمونه‌برداری شد. خاک‌های منطقه مطالعاتی در سیزده سری قرار گرفتند که این خاک‌ها به لحاظ رده‌بندی در سه رده اینتی و اینسپتی و اریدی سول رده‌بندی می‌شوند. با توجه به کافی بودن میزان بارش‌های منطقه می‌توان شستشوی گچ و در قسمت‌هایی آهک را از افق‌های سطحی به سوی لایه‌های عمقی‌تر و تجمع در این لایه‌ها را مشاهده نمود. شیب اراضی که در میزان نفوذ آب در خاک مؤثر بوده، باعث گردیده که عمق تجمع گچ و در بخش‌های کمی آهک در خاک متغیر باشد.

کلید واژگان: خاک‌های گچی، پهنه‌بندی، شوش.

۱-مقدمه

در دهه‌های اخیر به دنبال رشد بی‌رویه جمعیت دنیا، استفاده بشر از منابع طبیعی خصوصاً اراضی کشاورزی نه بر مبنای قابلیت و استعداد آن‌ها، بلکه بر اساس نیازهای آبی و تکنولوژی عصر خود برنامه‌ریزی شده است که باعث وارد آمدن خسارات جدی به این منابع گردیده است. تنزل کیفیت و تخریب اراضی به‌طور عمده نتیجه استفاده نادرست و مدیریت نامطلوب از اراضی و یا به عبارتی استفاده از اراضی به‌صورت نامتناسب با قابلیت و پتانسیل آن‌ها می‌باشد که باعث می‌گردد اراضی از منابعی ابدی و قابل تجدید به منابعی موقتی و آسیب‌پذیر تبدیل شوند. لذا جهت پیشگیری از تخریب بیشتر بایستی قابلیت و استعداد این منابع به‌خصوص اراضی کشاورزی برای استفاده‌های موردنظر مطالعه گردد.

به‌عنوان نقطه شروع هر کشوری می‌بایست فهرستی از منابع خاکی خود تهیه کند که در اغلب کشورها این اطلاعات به‌صورت نقشه‌های خاک، و یا اطلاعات استفاده از اراضی و یا امثال آن یافت می‌شوند. که برای بهره‌وری مناسب می‌بایست تمامی اطلاعات موردنیاز گردآوری شوند. با بهره‌گیری از روش‌های جدید مانند سنجش‌ازدور و یا سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان داده‌های موردنیاز را جمع‌آوری و تبیین کرد تا تصویری مشخص از منابع خاکی هر کشور و درعین حال پتانسیل و محدودیت‌های آن رسم گردد سپس در مناطقی که در آن‌ها نحوه استفاده از اراضی باید تغییر یابد به‌آسانی قابل تشخیص خواهد بود.

در مناطق خشک نیمه‌خشک خصوصاً ایران خاک‌ها با مشکلات مختلف مواجه هستند که بایستی مورد مطالعه قرار گیرند تا با توجه به روند افزایش جمعیت ایران و جهت رفع نیاز غذایی مردم (با نرخ رشد مواد غذایی سالیانه ۳/۲ درصد) از آن‌ها استفاده بهینه به عمل آید

(Blake & Bell, 2001) در ایران ۳۲/۵ میلیون هکتار از اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک با پتانسیل تولید وجود دارند که بلااستفاده باقی مانده اند (تومانیان، ۱۳۷۴).

شناسایی خاک اولین گام برای پی بردن به خصوصیات خاک می باشد که از این طریق ویژگی ها و ارزش اراضی برای کاربری های مختلف مشخص می شود در عمل بدون توجه به شناسایی خاک، دستیابی به این هدف کاری مشکل و شاید بتوان گفت غیرممکن می باشد. بنابراین توجه به شناسایی خاک به عنوان روشی برای تعیین الگوی پراکنش خاک توصیف و نمایش آن به شکل قابل فهم و تفسیر برای کاربران مختلف در این راستا ضروری است (محمودی، ۱۳۹۷).

از آنجایی که خاک محیطی دینامیک و پویاست لذا به روز بودن مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی آن ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به طور کلی خاک های گچی، خاک هایی هستند که حاوی مقدار قابل توجهی گچ (سولفات کلسیم آبدار) در افق ها باشند. خاک های حاوی گچ پدوژنیک به طور کلی در نواحی با رژیم رطوبتی یوستیک، زیریک و اریدیک یافت می شوند. این خاک ها معمولاً در مناطق با شیب کمتر از ۸٪ وجود دارند و حدود ۴٫۲ کیلومتر مربع از خاک های ایران گچی هستند. عوامل متعددی مانند حاصلخیزی کم، ظرفیت کم نگهداری آب، عمق کم خاک به دلیل وجود سخت لایه، سله های عمودی و شوری از جمله عوامل محدودکننده این خاک ها به شمار می رود. همچنین شکل گیری گودال های فرورفتگی در ارتباط با سیستم های زهکشی، آبیاری و دیگر ساختمان ها از دیگر خطرهای شمرده شده در این خاک ها می باشند. به طور کلی ۴ منبع اصلی برای تجمع گچ در خاک ها پیشنهاد شده است:

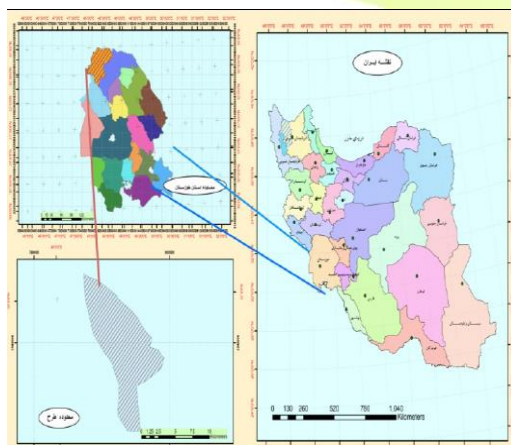
۱. هوا دیدگی در جای مواد مادری
۲. منبع اقیانوسی و حضور رسوبات غنی از سولفات
۳. افزوده شدن رسوبات بادی و یا آبی از رسوبات غنی از سولفات
۴. اکسیداسیون در جای کانی های سولفاته

هدف این تحقیق رده بندی و پهنه بندی میزان گچ خاک های دشت شوش و بررسی کلی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک های گچی است. نتایج حاصل از مطالعه، در طرح و ساخت شبکه های زهکشی زیرزمینی، مدیریت خاک های گچی و عدم تسطیح در اراضی و کنترل شوری مؤثر می باشد و می تواند نقشه راه برای مشاوران و پیمانکاران در جهت طراحی بهینه در شبکه آبیاری و زهکشی با محدودیت گچ باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

دشت شوش به وسعت ۵۱۷۳ هکتار خالص بین عرض جغرافیایی ۰۱° ۳۲ تا ۰۳° ۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ۰۶° ۴۸ تا ۰۶° ۴۸ شرقی قرار دارد. این دشت از شمال به دشت دوسالقی، از طرف جنوب به دشت باغه، از طرف شرق به رودخانه کرخه، از طرف غرب به کانال اصلی دشت های پای پل محدود می باشد. تپه های لخیضر نیز در سطح وسیعی، این دشت را از دشت دوسالقی جدا می سازد. دشت شوش در جنوب غربی ایران واقع در دشت خوزستان می باشد. این دشت در جنوب شهر اندیمشک و در ساحل راست رودخانه کرخه و جاده اهواز اندیمشک (حداصل پل ناجیان و پل عبدالخان) قرار گرفته و برای دسترسی به آن باید از رودخانه کرخه عبور کرد. در حال حاضر از طریق پل های ناجیان (در مسیر جاده شوش - فکه) و عبدالخان (واقع در منتهی الیه بخش جنوبی اراضی) امکان عبور از رودخانه کرخه و دسترسی به اراضی دشت شوش فراهم می باشد. به علاوه در حوالی پل ناجیان و به موازات رودخانه کرخه جاده خاکی بین روستایی دشت های دوسالقی و اراضی احداث گردیده که در مسیر شمال به جنوب امتداد داشته و در انتها به جاده عبدالخان منتهی می گردد. طول آن حدود ۹۰ کیلومتر می باشد که در حال حاضر بخشی از آن آسفالت شده است. شکل شماره ۱ موقعیت محدوده اراضی دشت شوش در کشور، استان را نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی

به طور کلی منطقه خوزستان از جمله دشت شوش منطقه‌ای خشک است که از دمای نسبتاً بالایی در طول سال برخوردار بوده و به ندرت دمای آن به زیر صفر می‌رسد. حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت هوا در گرم‌ترین روز سال (تیرماه) به ۵۰ درجه سانتی‌گراد بالای صفر و در سردترین روز سال (دی‌ماه) به ۲ درجه زیر صفر می‌رسد. برای برآورد تبخیر از تشتک در دشت از اطلاعات ایستگاه عبدالخان استفاده شده است. متوسط تبخیر سالانه از تشتک تبخیر ۳۵۷۵ میلی‌متر در یک دوره آماری متغیر ۱۶ ساله اندازه‌گیری شده و حداکثر تبخیر در مردادماه حدود ۵۹۵ میلی‌متر بوده است و متوسط بارندگی ۲۵۶/۸ میلی‌متر می‌باشد. آب سطحی مورد استفاده در شرایط موجود طرح رودخانه کرخه است. آب این رودخانه در سد مخزنی کرخه ذخیره و به وسیله سد تنظیمی، جریان آب تنظیم شده توسط کانال اصلی به دشت‌های پای پل از جمله شوش انتقال می‌یابد. منطقه مورد مطالعه دارای تنوع پوشش گیاهی می‌باشد و گیاهان طبیعی غالب منطقه عبارتند از: گرامینه‌ها، خارشتر، کنگر وحشی، کاسنی، شیرین بیان، تلخ بیان، گون، بومادران و کنار. هدف مطالعات حاضر بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های گچی، تعیین پتانسیل منابع خاک و اراضی و شناسایی دقیق حدود خاک‌های منطقه و تهیه نقشه پهنه‌بندی میزان گچ در اعماق مختلف خاک در محیط GIS است.

۲-۲- بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های گچی

در مناطق خشک و نیمه‌خشک کانی گچی یکی از مهم‌ترین اجزاء خاک به حساب آمده و مقدار آن تحت تأثیر اقلیم، فیزیوگرافی و منشأ از مقادیر خیلی کم تا نزدیک به صد در صد تغییر می‌یابد. اقله‌های گچی در مناطق مرطوب در اعماق پائین تر و در مناطق خشک و نیمه‌خشک در لایه‌های بالای خاک ظاهر می‌گردند. این گونه خاک‌ها عموماً در مناطق با بارندگی کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر در سال دیده می‌شوند (FAO, 1990) و لایه‌های گچی بیشتر به صورت موضعی در بیابان‌های گرم با بارندگی سالیانه کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر دیده می‌شوند.

پراکنش خاک‌های گچی در ایران به دلیل عدم مطالعه دقیق کاملاً مشخص نبوده و فقط در چند گزارش اشاره‌ای به وجود آن‌ها شده است. کانی گچ با داشتن خصوصیات منحصر به فرد تأثیرات منفی زیادی روی فعل و انفعالات فیزیکی شیمیایی خاک‌ها، عملکرد و راندمان محصولات، حاصلخیزی، قابلیت تبدلی کاتیونی خاک‌ها، تعیین بافت، اندازه‌گیری کلاس اندازه ذرات، قابلیت نگهداری آب و ساختمان دارد. انحلال این کانی در لایه‌های زیرین خاک در اراضی فاریاب یا محل تأسیسات عمرانی، فرورفتگی‌های موضعی ایجاد نموده و در اثر خاصیت خوردگی و یا افزایش حجم (متبلور شدن دوباره) پی ساختمان‌های بتنی و خطوط آبرسانی و جاده‌هایی که از اراضی گچی عبور می‌نمایند را از بین می‌برد.

از طرف دیگر کانی گچ در خاک موجب افزایش شوری اراضی کشاورزی و آب‌های تحت الارض شده، فرسایش‌پذیری آبی و بادی خاک‌ها را افزایش داده، محدودیت‌های زیادی را در خاک باعث می‌گردد. برخلاف واقعیات فوق، مجامع علمی و تحقیقاتی اهمیت کمتری برای این‌گونه خاک‌ها قائل شده و توجه کمتری در مقایسه با خاک‌های دیگر به آن‌ها معطوف داشته‌اند ولی اخیراً به دلایل زیر این خاک‌ها موضوع تحقیق دانشمندان مختلف قرار گرفته است و مطالعه خاک‌های گچی از زوایای مختلف مورد توجه قرار گرفته‌اند.

۱- استقرار بیشتر جوامع انسانی در این مناطق

۲- گستردگی زیاد سطح خاک‌های مزبور در سطح جهان

۳- افزایش جمعیت جهان و نیاز به مواد غذایی بیشتر

۴- افزایش سطح علمی جوامع ساکن در این مناطق و احتیاج به کسب اطلاعات بیشتر برای استفاده بهینه از اراضی

۵- محدود بودن سطح اراضی کشاورزی و نیاز مبرم به افزایش سطح زیر کشت برای تولید هرچه بیشتر محصولات زراعی

۶- اجبار در استفاده از این اراضی

گسترش زیاد خاک‌های گچی در کشور، اشکالات و محدودیت‌های زیادی که در زمینه‌های مختلف پیش می‌آورد، امکان استفاده از اراضی گچی در کشاورزی فاریاب و نیاز به کسب اطلاعات ما را بر آن می‌دارد که تحقیق جامع در مورد این خاک‌ها را ضروری بدانیم. خاک‌های گچی در ایران گسترش فراوانی دارند به‌گونه‌ای که تقریباً تمام استان‌های کشور (به جز استان‌های گیلان، اردبیل و قسمتی از مازندران) از وجود این کانی بی‌نصیب نمانده‌اند.

دشت خوزستان ادامه دشت بین‌النهرین بوده و دارای میانگین سالانه بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد و محدوده‌ای است کوچک متشکل از شهرهای اهواز، آبادان، خرمشهر و اراضی بین که گاهی دارای مقادیر زیادی گچ می‌باشند. سازندهایی که در این ناحیه منتشرکننده گچ هستند عبارتند از: ۱- سازند فارس (ادامه سازند فارس کشور عراق) ۲- ادامه سازند آغاچاری گزارشات زیادی مبنی بر تأثیر گچ بر خصوصیات خاک منتشر گردیده است. گچ بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، حاصلخیزی، رشد ریشه گیاهان، مدیریت زراعی و مهندسی و مکانیک خاک را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد.

۱- خواص فیزیکی خاک‌های گچی

در صورتیکه افق ژئوسپیک در عمق کم خاک تشکیل شود و یا اینکه مقدار گچ در منطقه ریشه از ۲۵ درصد بیشتر شود تأثیر شدیدی بر خواص فیزیکی خاک زراعی خواهد گذاشت. در این حالت مقاومت مکانیکی خاک افزایش یافته و مانع نفوذ ریشه می‌گردد و ظرفیت نگهداری آب در خاک کاهش می‌یابد. بافت خاک در خاک‌های گچی متغیر است و بستگی زیادی به مقدار گچ خاک دارد. سرعت نفوذ آب و هوا در خاک‌هایی که بیش از ۲۵ درصد گچ دارند ضعیف است و همین امر در محدود کردن رشد ریشه گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است. ساختمان خاک نیز از خصوصیات فیزیکی دیگری است که به شدت وابسته به مقدار گچ در خاک‌های گچی است. در خاک‌های گچی نیروهای چسبندگی خاکدانه‌ها ضعیف هستند و به همین دلیل فرسایش‌پذیری خاک‌های گچی زیاد است. (Abdelgavad, 2012).

الف - وزن مخصوص: خاک‌های گچی دارای وزن مخصوص ظاهری کم می‌باشند که دلیل آن کم بودن وزن مخصوص حقیقی گچ (۲/۳ گرم بر سانتیمتر مکعب) می‌باشد. خاک‌های گچی دارای وزن مخصوص کمتر و هدایت آبی بالاتری نسبت به خاک‌های معمولی هستند (Al-Dabbas et al. 2010). این به دلیل خلل و فرج زیاد و پائین بودن وزن مخصوص ویژه می‌باشد که باعث کاهش مقاومت مکانیکی و ظرفیت تحمل خاک می‌شود.

ب - هدایت آبی و آبگذری: جریان آب در داخل خاک‌های گچی معمولاً متوسط تا سریع است، البته موقعی که لایه سخت شده از حرکت عمقی جلوگیری ننماید. به‌طور کلی نفوذپذیری در خاک‌های گچی عامل محدودکننده برای طراحی شبکه‌های آبیاری و سیستم‌های زهکشی و کنترل شوری خاک محسوب نمی‌شود. در طراحی این‌گونه موارد باید آگاهی کاملی از میزان آبگذری افقی و عمق

لایه نفوذناپذیر وجود داشته باشد، چون گچ موجود در خاک با آب آبیاری جابجا و دوباره متبلور می‌شود و با پر کردن خلل و فرج خاک ممکن است لایه‌هایی تشکیل گردد که هدایت آبی را کاهش دهد.

ج-بافت: در خاک‌های گچی تنوع بافتی زیادی دیده می‌شود. بافت خاک‌های گچی وابستگی شدیدی به طبیعت مواد مادری و میزان گچ تداخلی دارد (Abdelgavad, 2012). تخمین بافت صحرایی به صورت لمسی ممکن است منحرف‌کننده باشد و به دلیل وجود بلورهای گچ در اندازه‌های مختلف شن، عمدتاً نسبت به اندازه‌گیری آزمایشگاهی بافت درشت‌تر تخمین زده شود. (Al-Dabbas et al. 2010) گفته می‌شود که وجود گچ تا ۱۰ درصد تأثیر منفی بر ساختمان، استحکام و ظرفیت نگهداری آب ندارد ولی با افزایش میزان گچ تا ۲۵ درصد، بلورهای گچ ارتباط اجزای جامد خاک را قطع نموده و مواد جامد چسبندگی و شکل‌پذیری خود را از دست داده و فرآیند تشکیل خاکدانه‌ها به دلیل استحکام و پایداری کامل نمی‌گردد.

۲- خواص شیمیایی خاک‌های گچی

کانی گچ معمول‌ترین شکل از سولفات‌های موجود در خاک است و حلالیت آن بارزترین خصوصیت آن است و برابر $۲/۶$ گرم در لیتر آب خالص در ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. حلالیت این کانی بین حلالیت آهک و نمک‌های محلول‌تر از قبیل نمک طعام می‌باشد. حلالیت گچ، با افزایش غلظت یونی محلول، زیاد شده و تابع حضور نمک‌های دیگر است. حلالیت این کانی در حضور کلریدها به‌ویژه کلرید سدیم و منیزیم افزایش یافته ولی وجود یون‌های سولفات و کلسیم در محیط باعث کاهش حلالیت زیاد این کانی می‌شود. به‌واسطه حلالیت زیاد گچ و تأثیر آن بر سازه‌های آبی مشکلات متعددی به وجود می‌آید. حلالیت گچ موجب کاهش هیدرولیک آب‌گذری و مقاومت مکانیکی و ظرفیت تحمل خاک می‌شود. خوردگی و یا فرورانشست سازه‌های آبی و خاک و تشکیل سوراخ‌های انحلالی در سطح مزرعه از مشکلاتی است که به‌واسطه انحلال گچ ظاهر می‌شوند (Abdelgavad, 2012).

تبلور جدید کانی گچ و تشکیل پوشش سخت در اطراف ریشه موجب قطع ارتباط ریشه با محلول خاک و انسداد مسیر نفوذ و جذب مواد غذایی و عناصر مختلف به گیاه می‌شود. احتمال تشکیل این پوشش گچی در شرایطی که خاک حاوی گچ زیاد باشد و آب آبیاری بیش از مقدار موردنیاز به خاک وارد و به عمق نفوذ یابد، بیشتر می‌شود.

الف-شوری

میزان هدایت الکتریکی در محلول اشباع خاک‌ها میزان شوری آن‌ها را مشخص می‌کند. معلوم شده است که در خاک‌های گچی غیر شور (۱ تا ۸۵ درصد گچ) هدایت الکتریکی (محلول عصاره ۱ به ۵) برابر $۱/۷$ تا $۲/۲$ دسی‌زیمنس بر متر و هدایت الکتریکی مؤثر (ECe) در آن‌ها بین $۲/۲$ تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر نوسان است. به دلیل حلالیت ثابت گچ در محلول خاک، میزان ثابتی از املاح وارد محلول خاک گشته و در خاک‌های خیلی گچی نیز هدایت الکتریکی مؤثر امکان افزایش شدید پیدا نمی‌کند و شوری موجود در بعضی خاک‌های گچی حاصل از کاتیون‌های دیگری می‌باشد (Azizi et al. 2010). مفاهیم و اصول زهکشی و کنترل شوری در خاک‌های گچی مانند خاک‌های معمولی است (Abdelgavad, 2012).

ب-ظرفیت تبادل کاتیونی

ظرفیت تبادل کاتیونی به مقدار مواد آلی، بافت و نوع کانی‌های رسی خاک بستگی تام دارد. بیشتر خاک‌های گچی از نظر مواد آلی فقیر بوده و اثر کمتری در افزایش CEC کل خاک دارند و میزان رس خاک‌های گچی نیز به تکامل خاک‌ها بستگی دارد. ظرفیت تبادل کاتیونی با میزان گچ در خاک همبستگی منفی داشته و با افزایش گچ کاهش می‌یابد با این توصیف، خاک‌هایی با گچ کم نسبتاً حاصلخیز محسوب و اراضی حاوی ۲۵ درصد یا بیشتر گچ برای کشت دیم توصیه نمی‌شود. به نظر می‌رسد که مقدار ۲۵ درصد گچ مشخصه مناسبی برای تفکیک اراضی گچی با پتانسیل متوسط از اراضی نامناسب برای مقاصد کشاورزی است. (Baydaa, 2004) چون ذرات گچ هیچ‌گونه بار الکتریکی ندارند لذا با افزایش مقدار گچ در خاک مقدار CEC کاهش می‌یابد. از طرف دیگر با افزایش درصد گچ در خاک از درصد اجزای دیگر مانند رس‌ها کاسته شده و تأثیر شدیدتری بر مقدار CEC می‌گذارد.

ج- اسیدیته خاک

خاک‌های گچی خصوصیت کمی قلیایی تا نسبتاً قلیایی دارند. اسیدیته خاک‌های گچی بیشتر به وجود یا عدم وجود یون‌های بازی بستگی دارد. به‌طور کلی در خاک‌هایی که نسبت گچ به آهک در آن‌ها از یک بیشتر است، اسیدیته با تجمع $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ کاهش می‌یابد (قلیایی تر می‌شود) در حالیکه در خاک‌های با گچ کم و کربنات بیشتر اسیدیته خاک توسط کربنات‌ها اطراف 8.2 ثابت می‌شود (Herro and Porta, 2000) به علت اینکه در موارد معدودی وجود گچ در خاک‌های با اسیدیته خنثی نیز گزارش شده است بنابراین PH خاک نمی‌تواند معیار ژنتیکی مناسبی، برای تفکیک خاک‌های گچی باشد.

د- حاصلخیزی خاک‌های گچی

لایه سطحی خاک‌های گچی از نظر ازت و فسفر فقیر هستند (Mordout (2005) اذعان می‌دارد که خاک‌های گچی از نظر میزان منگنز، مس، روی و مولیبدن ضعیف می‌باشند. (Abdelgavad (2012) خاطرنشان نموده است که تجمع گچ در خاک‌ها باعث کاهش شدید حاصلخیزی خاک می‌گردد و تولید آن‌ها در اراضی فاریاب حتی در مواقعی که از کود شیمیایی و آلی استفاده شود نیز کمتر از خاک‌های معمولی خواهد بود. مقدار تولید محصولات در خاک‌های گچی بستگی به عمقی دارد که لایه گچی در آن قرار می‌گیرد. در خاک‌هایی که لایه گچی پائین تر از ۶۰ سانتیمتری سطح خاک باشد ریشه‌ها به‌خوبی رشد کرده، عناصر غذایی به‌اندازه کافی به گیاه می‌رسد و کود دهی این خاک‌ها باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود. در خاک‌های کم‌عمق با لایه گچی در سطح خاک، کود دهی اهمیت بسیار زیادی برای رشد گیاهان پیدا می‌نماید و به‌جز در خاک‌هایی که لایه گچی آن‌ها در سطح یا نزدیک خاک است، به شرطی که خاک‌ها از نظر تکاملی دارای فرایند واحدی باشند، از نظر حاصلخیزی هیچ تفاوتی با خاک‌های معمولی ندارند. (Barzanji, 2013) در مورد نیاز خاک‌های گچی به میکروالمنتهای و تشخیص نوع کمبود، در ۲۵ سال گذشته به‌جز موارد نادر مطالعه‌ای انجام نگرفته و اطلاعات زیادی در مورد نیاز گیاهان مختلف به عناصر میکرو در شرایط متفاوت اگر و کولوژیکی و انواع خاک‌ها در دست نمی‌باشد. در حاصلخیزی خاک‌های گچی عوامل زیر اهمیت بسزائی دارند:

-میزان و نوع رس موجود در خاک

-تهویه و میزان آب در دسترس ریشه

-روش آبیاری و میزان و تواتر آبیاری

-زهکشی اراضی

۲-۳- رشد گیاهان در خاک‌های گچی

در صورتیکه خاک‌های گچی دقیقاً مورد مطالعه قرار گیرند و خصوصیات و محدودیت‌ها و استعداد آن‌ها شناسایی شود، می‌توانند پتانسیل تولید بالا و سوددهی مناسب داشته باشند (Mashali (2014) چنین اظهار نظر می‌نمایند که تا دو درصد گچ برای رشد گیاهان مفید است و بین ۲ تا ۲۵ درصد گچ پودری تأثیر منفی ناچیزی بر رشد گیاهان می‌گذارد. اما بیش از ۲۵ درصد گچ می‌تواند عامل کاهش‌دهنده در عملکرد به حساب آید که علت آن را عدم توازن یون‌ها به‌ویژه Mg/Ca و نسبت K/Ca می‌دانند خصوصیات شیمیایی خاک‌های گچی می‌تواند مثل خصوصیات فیزیکی روی رشد گیاهان تأثیر منفی داشته باشد و ترکیب کانی‌های داخل گیاه را دستخوش تغییرات اساسی نماید (Fao, 1990). (Baydaa and Abd Farhan (2009) طی مطالعه‌ای در خاک‌های عراق اعلام نموده‌اند که رشد ریشه گیاهان در خاک‌های با بیش از ۱۰ درصد گچ محدود شده و در خاک‌های با بیش از ۲۵ درصد گچ موجب ضعف شدن رشد ریشه‌ها می‌شود. این مسئله ظاهراً به دلیل عدم انتقال آب و هوا از طریق توده متراکم خاک‌های بدون ساختمان می‌باشد. ریشه گیاهان حتی موقعی که این لایه گچی کاملاً خیس باشد نیز به داخل لایه گچی نفوذ نمی‌کنند. به‌طور کلی ویژگی‌هایی از خاک‌های گچی که بر رشد و عملکرد محصولات گیاهان مختلف تأثیر می‌گذارد عبارتند از:

۱- مقدار یا درصد گچ موجود در خاک به‌عنوان اصلی‌ترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد

۲- ضخامت لایه سطحی قرار گرفته روی لایه گچ دار (عمق شروع لایه گچی در مقطع خاک)

۳- سختی یا درجه تبلور لایه گچی

۴- مقدار کل کربنات کلسیم فعال موجود در خاک

۵- قابلیت دسترسی مواد غذایی برای رشد ریشه

۶- نوع گیاهان مورد استفاده و میزان مقاومت آن‌ها به گچ

۷- شرایط زهکش و شوری خاک‌های گچی

۸- ضخامت لایه گچی در پروفیل خاک

۹- ریز یا درشت بودن ذرات گچ در پروفیل خاک

سازگاری، عملکرد و کیفیت محصولات زراعی تولید شده در خاک‌های گچی هنوز به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته است ولی می‌توان شمایی کلی در مورد مقاومت محصولات اصلی کشاورزی را به صورت جدول شماره ۱ گروه‌بندی نمود (Fao, 1990). بیشتر محققان اذعان داشته‌اند که بعد از مقدار گچ در لایه سطحی و توزیع آن در پروفیل خاک، سختی و درجه سیمانی شدن لایه گچی اهمیت بسزایی در موفقیت درختان مثمر (باغات) و غیر مثمر (جنگل‌ها) دارد. یک لایه سیمانی موجود در عمق کم خاک به واسطه مقاومت فیزیکی می‌تواند از پخش شدن سیستم ریشه جلوگیری نموده باعث محدود نمودن رشد و عملکرد گیاهان شود.

جدول شماره ۱- گروه‌بندی مقاومت گیاهان به گچ

گروه	درجه مقاومت	گچ موجود در خاک (درصد)	نام گیاهان
یک	مقاوم	۴۰	یونجه، شبدر، گندم، جو، عدس، چاودار، گوجه‌فرنگی، پیاز
دو	نیمه مقاوم	۲۰	نوعی لوبیا، چغندر قند، سورگو، ذرت، سویا، کنجد
سه	نیمه حساس	۱۰	آفتابگردان، بادام زمینی، سیب زمینی، پنبه
چهار	حساس	کمتر از ۱۰	تنباکو

۲-۴- اصلاح خاک‌های گچی

اخیراً مطالعاتی در ارتباط با اصلاح خاک‌های گچی در کشورهای مختلف شروع شده که طی آن‌ها سعی بر بهبود وضعیت شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی و حاصلخیزی این گونه خاک‌ها شده است. مواد شیمیایی و آلی متفاوتی برای اصلاح خاک‌های گچی توصیه شده است بطوریکه (Barzanji, 2013) بقایای گیاهی را برای افزایش حاصلخیزی و بهبود خواص فیزیکی خاک و جلوگیری از سفت شدن لایه گچی توصیه کرده‌اند که موجب افزایش معنی‌داری در مقدار ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده گیاه در خاک می‌شود. افزودن کلرور باریم را برای کاهش حلالیت بلورهای گچ و کلرید باریم و اکسالات آمونیوم را برای کاهش حلالیت گچ و افزایش رشد گیاه توصیه نموده‌اند. (Florea, 2003)

۲-۵- مدیریت خاک‌های گچی

اساس اصلاح و مدیریت خاک‌های گچی، داشتن اطلاعات زیر بنائی از وضعیت توپوگرافی و ژئومورفیک اراضی، کسب داده و اطلاعات دقیق از توزیع مقادیر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها می‌باشد که نیاز به اجرای مطالعات سیستمیک خاکشناسی با دقت بالا را مسجل می‌نماید. در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک، خاک‌های خوب و مناسب برای کشاورزی کمیاب هستند و به‌طور کلی این اراضی تولید کمتری نسبت به اراضی دیگر دارند و این به دلیل عدم مدیریت مناسب خاک‌ها، آب، فعالیت‌های زراعی و تخلیه شدن خاک‌های زراعی از نظر آب و مواد غذایی است. خاک‌های گچی قابلیت بازدهی قابل قبولی دارند مشروط بر اینکه به‌طور کامل شناسایی شده و

مدیریت صحیحی بر آن‌ها اعمال شود. مدیریت خاک‌های گچی ترکیبی از فعالیتهای زراعی می‌باشد که برای اعمال مدیریت موفق مطالعات زیر نیاز است:

- الف - مطالعه دقیق توپوگرافی و پستی و بلندی اراضی برای اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار
 - ب - تعیین خصوصیات خاک از قبیل بافت و ساختمان خاک، قدرت نگهداری آب در خاک، لایه‌های محدودکننده گچ‌دار، شوری خاک، زهکشی و درصد گچ موجود در لایه‌های مختلف، سختی، شکل و اندازه بلورهای گچی و ضخامت لایه گچی
 - ج - مطالعه اقلیم، نوع محصولات و شرایط اقتصادی-اجتماعی-سیاسی-فرهنگی در منطقه موردنظر
 - د - مطالعه دقیق انواع سیستم‌های زراعی قابل استفاده در خاک‌های گچی
- استفاده از توصیه‌های زیر در تدوین برنامه‌های زراعی بهره‌برداري پایدار از اراضی گچ‌دار را امکان‌پذیر می‌نماید.

۲-۶- روش‌های فیزیکی

الف - تسطیح اراضی : تسطیح مناسب سطوح، کار آبی استفاده از آب آبیاری را بهبود بخشیده موجب جلوگیری از نفوذ اضافی آب به لایه‌های گچی، مخصوصاً در روش آبیاری کرتی و نشتی می‌شود. با تسطیح متوالی، مخصوصاً در خاک‌های کم‌عمق، موجب ظاهر شدن لایه‌های گچ‌دار عمقی خاک شده و محدودیت‌های دیگر رخ می‌دهد. وجود یک مطالعه تفصیلی توپوگرافی و خاک‌شناسی می‌تواند برای جلوگیری از تخریب خصوصیات خاک و جابجایی بی‌مورد لایه‌های سطحی خیلی مفید باشد. آبیاری تحت فشار برای محدوده‌های شیب‌دار یا پست و بلند و یا برای نقاطی که کمیت و کیفیت آب آبیاری مسئله‌ساز است خیلی مفید است. این روش‌های آبیاری برای جلوگیری از نفوذ عمقی آب و کاهش دفعات تسطیح خیلی مناسب‌تر است. توصیه می‌شود که عملیات تسطیح همراه با زیرشکنی انجام شود تا تراکم کمتری بر خاک وارد گردد. تسطیح نمودن سطح خاک به صورت فصلی (در اراضی مسطح) برای اجرای آبیاری سطحی مطلوب ولی در اراضی شیب‌دار و مرتعی موجب از دست رفتن خاک مناسب رویی می‌شود. لذا باید با انجام آبیاری تحت فشار کوشید که خاک سطحی حفظ شود. (Birkland, 2001).

ب - خاک‌ورزی و شخم عمیق : در خاک‌های حاوی گچ فراوان که احتمال تشکیل سخت لایه گچی زیاد است، باید به امر خاک‌ورزی توجه بسیار معطوف نمود. خاک‌ورزی برای تهیه بستر کشت، شکستن لایه گچی سطحی به هدف افزایش نفوذ آب از سطح خاک انجام می‌شود. اما اگر تهیه زمین در خاک‌های گچی به‌خوبی انجام نشود منجر به تشکیل لایه نفوذناپذیر می‌شود. برای بهبود توسعه و رشد ریشه در این خاک‌ها، سخت لایه‌های ایجادشده با عملیات زیرشکنی تخریب می‌شوند. در زمان زیرشکنی باید توجه کرد که گچ لایه‌های زیرین به سطح آورده نشود.

ج - جانمایی بذور: در خاک‌های کم‌عمق یا خاک‌هایی که لایه گچی در سطح می‌باشد، درصد جوانه‌زنی پائین و استقرار گیاهان در کشاورزی آبی مشکل دارد. برای غلبه بر این مشکل تهیه بهترین بستر از لحاظ شکل و جانمایی مناسب برای بذر است. برای مثال، محصولات می‌توانند در داخل پشته‌های آماده‌شده در خاک سطحی، جایی که گچ کمتری وجود دارد و محیط مناسب‌تری برای رشد و استقرار گیاه است کاشته شوند.

۲-۷- روش‌های هیدرو تکنیک

الف - شوری زدایی و زهکشی : خاک‌های گچی عمدتاً با درجات متفاوت شوری توأم می‌باشند ولی بندرت شوری خاک‌های سطحی از ۱۶ دسی زیمنس بر متر تجاوز می‌کند. این ویژگی می‌تواند به این دلیل باشد که عمده خاک‌های گچی آبیاری نشده و به دلیل پائین بودن عمق آب زیرزمینی شوری به سطح خاک منتقل نمی‌شود. ولی وجود لایه نفوذناپذیر گچی یا گچ آهکی اثر مستقیم برافزایش شوری دارند. به دلیل انحلال‌پذیری کانی گچ امکان شوری زدایی و آبشویی خاک‌های گچی مثل خاک‌های شور معمولی وجود ندارد و باید بر اساس نتیجه تحقیقات عمل شود در غیر این صورت موجب تخریب اراضی خواهد شد. نسبت بالای یون‌های کلسیم به سدیم در محلول خاک همواره از سدیمی شدن خاک‌های گچی جلوگیری می‌کند. وقتی شبکه زهکشی کارایی احداث شده باشد، امکان شستشو و حذف کانی گچ به مقادیر کم وجود دارد. (Chen, 2012)

ب- آبیاری خاک‌های گچی: در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، تناسب خاک‌های گچی برای کشاورزی بیشتر بستگی به عواملی از قبیل توپوگرافی و پستی‌وبلندی، بافت و ساختمان خاک، ظرفیت نگهداری آب، عمق و نوع لایه محدودکننده گچی، درصد، شکل و اندازه بلورهای گچی موجود در لایه‌های گچی، میزان و نوع خلل و فرج، میزان شوری، سیستم زهکشی و مقاومت گیاهان به شوری و کانی گچ دارند. آبیاری تحت فشار در تکرارهای بیشتر و مقادیر کمتر بر آبیاری‌های عمیق و سطحی در خاک‌های گچی‌دار برتری دارد. بر اساس مطالعات (Al-Dabbas and Yassen, 2010) مقدار گچ حل و جابجا شده توسط آبیاری غرقابی بیشتر از آبیاری قطره‌ای است. خاک‌های کم‌عمق حاوی کمتر از ۱۵ درصد گچ در ۳۰ سانتیمتری سطح خاک و حداکثر ۴۰ درصد گچ در حفاصل اعماق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری می‌تواند برای کشت گیاهان ریشه‌سطحی با کمی حفاظت و استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در خاک‌های گچی عمق متوسط (عمق افق پتروژنیک بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر)، کشت آبی بیشتر محصولات می‌تواند به صورت نرمال انجام شود. خاک‌های عمیق (عمق افق پتروژنیک بیشتر از ۲۰۰ سانتی‌متر) مناسب کاشت کلیه محصولات زراعی و باغی می‌باشند (Fao, 1990)

بر اساس مطالعات مقدار گچ حل و جابجا شده توسط آبیاری غرقابی بیشتر از روش آبیاری قطره‌ای است. همچنین درصد جوانه‌زنی با آبیاری قطره‌ای بیشتر از آبیاری غرقابی است که این به دلیل سخت شدن لایه سطحی در روش دوم است. استفاده از آب کمی شور که حاوی یون‌های کلسیم یا سولفات باشد باعث کاهش حلالیت کانی گچ موجود در خاک می‌شود همچنین استفاده از آب چاهی که یون‌های کلرید و سدیم فراوان نیز دارد، می‌تواند منجر به عدم فرونشینی خاک‌های گچی شود و بهتر است از بتن تقویت‌شده و خرپاهای قوی و عمیق استفاده نماییم (Al-Dabbas and Yassen, 2010).

۲-۸- روش‌های شیمیایی

افزایش کودهای شیمیایی حاوی عناصر میکرو و ماکرو در بالا بردن سطح تولید محصولات کشاورزی در این‌گونه خاک‌ها به شدت مؤثر است. افزایش عنصر روی به خاک‌های گچی میزان جذب مس و منگنز و آهن را (بسته به رقابت یونی) موجود کاهش می‌دهد. در تحقیقی برای کاهش حلالیت کانی گچ و رفع مشکلات ناشی از آن سعی گردید که سطح بلورها با ترکیبات کم محلول‌تری پوشانیده شود. به همین منظور نمک‌هایی از قبیل باریم کلراید، اکسالات پتاسیم، اکسالات آمونیوم و کربنات آمونیوم به خاک‌های گچی افزوده شد. نتایج این افزایش نشان داد که ضریب حلالیت گچ با اجرای تیمارهای فوق کاهش یافت ولی نیاز به تحقیقات بیشتری برای استفاده اقتصادی این فرایند می‌باشد (Birkland, 1999).

۲-۹- روش‌های بیولوژیکی

افزایش مواد آلی یا کود آلی به خاک‌های گچی بهترین گزینه در مسیر اصلاح آن‌ها می‌باشد. افزایش مواد آلی موجب فراهم آمدن مواد غذایی، بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک‌های گچی می‌شود و همچنین تشکیل ساختمان خاک و ظرفیت نگهداری آب در خاک افزوده می‌شود، خاکدانه‌ها مقاوم شده و از تشکیل سخت لایه گچی جلوگیری می‌شود. کود آلی موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نیز می‌شود. مطالعات نشان داده است که مقدار ۱۲ تا ۲۴ تن در هکتار کود آلی باعث بهبود خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک‌های گچی شده و عملکرد محصولات را افزایش می‌دهد. آن‌ها اعلام نمودند که کود مرغی اثر بهتری روی رشد سبزینه‌ای دارد در حالی که کود گاوی بیشتر روی خصوصیات فیزیکی و رشد ریشه اثر می‌گذارد. هر دو این کودهای آلی تأثیر بهتری نسبت به کمپوست شهری و کودهای شیمیایی دارند. افزایش کود آلی باعث کاهش حلالیت گچ می‌شود (Holliday, 2008).

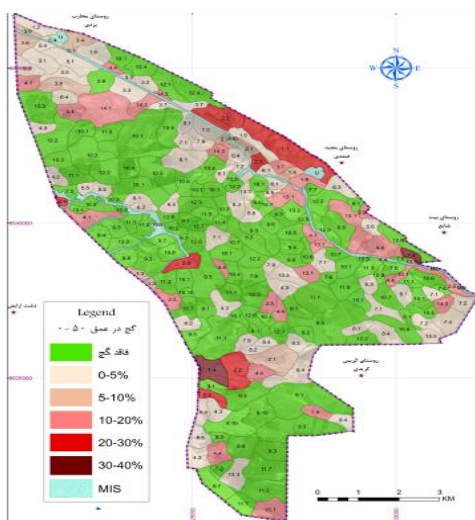
در خاک‌های گچی توصیه بر استفاده از مالچ است. مالچ مواد گیاهی از تبخیر سطحی کاسته، مانع حرکت رو به بالای گچ و املاح دیگر شده، از شوری و تشکیل سخت لایه سطحی جلوگیری می‌نماید. در مدیریت زراعی این خاک‌ها، انتخاب گونه و وارپته‌های مقاوم به گچ، نقش خیلی مهمی دارد. به جز میزان گچ عوامل دیگری نیز هستند که بر رشد و تداوم عملکرد محصولات مختلف تأثیر دارند، از این ویژگی‌ها می‌توان به ضخامت، عمق و سختی لایه‌های گچی، فرم و اندازه و درجه تبلور بلورهای گچ، شوری همراه، ظرفیت نگهداری و آب قابل دسترس و نوع گیاهان متحمل و یا مقاوم به گچ را نام برد.

گیاهان نسبت به وجود گچ تا ۱۰ درصد هیچ واکنشی نشان نمی‌دهند ولی ریشه‌ها در لایه‌ای با مقدار ۲۵ درصد گچ نفوذ نمی‌نمایند گچ بیشتر از ۳۰ درصد اثر سمی بر رشد گیاهان دارد. بر اساس اظهارات گیاهانی که در خاک‌های حاوی گچ پودری هستند و هیچ محدودیت مکانیکی برای رشد ریشه‌ها ایجاد نمی‌نمایند، تولید و عملکرد بالائی دارند. (Birkland, 1999)

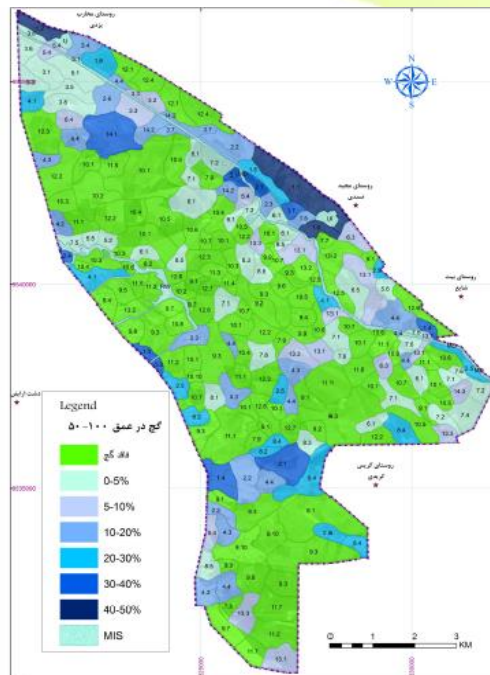
یونجه در درجات مختلف گچ و گیاه انگور حتی در خاک‌های گچی سطحی نیز عملکرد خوبی دارند. زردآلو، گندم و یونجه در خاک‌های گچی نسبتاً عمیق تولید خوبی دارند. ریشه درختان کاج و اکالیپتوس توان نفوذ به لایه‌ای حاوی گچ بیشتر از ۶۰ درصد را ندارند و با رشد افقی درختان ضعیف باقی می‌مانند.

با نتیجه‌گیری از مطالعات (Faو, 2005) می‌توان گفت که، گیاهان متحمل به گچ گیاهانی مثل یونجه، گندم، جو، یولاف، گوجه، پیاز و عدس هستند که در خاک‌هایی حاوی ۴۰ درصد گچ تولید خوبی دارند. گیاهان نیمه متحمل به گچ گیاهانی مثل ذرت، چغندر قند، سورگوم، باقلا و سویا هستند که در خاک‌هایی حاوی ۲۰ درصد گچ تولید مناسبی دارند. گیاهان نیمه حساس به گچ گیاهانی مثل پنبه، گوجه، بادام زمینی و آفتاب‌گردان هستند که در خاک‌هایی حاوی ۱۰ درصد گچ تولید قابل قبولی دارند. از انواع گیاهان حساس به گچ می‌توان تنباکو را نام برد.

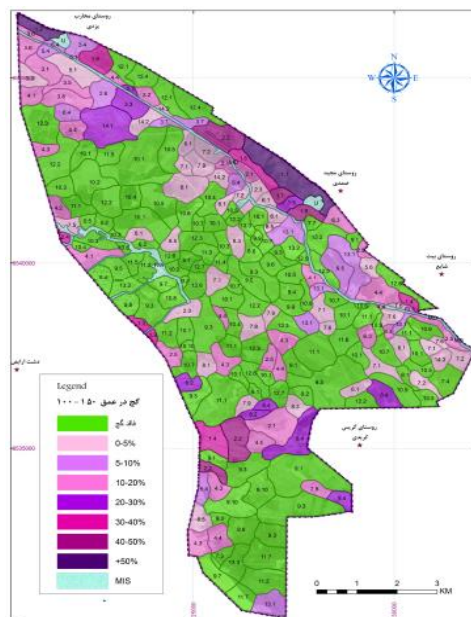
بر اساس مطالعات خاکشناسی انجام‌شده در محدوده اراضی دشت شوش استان خوزستان، اقدام به پهنه‌بندی گچ در سه عمق خاک گردید که نتایج آن در اشکال شماره ۲، پهنه‌بندی گچ در عمق ۰-۵۰ سانتیمتری، شماره ۳ پهنه‌بندی گچ در عمق ۵۰-۱۰۰ سانتیمتری و شماره ۴ پهنه‌بندی گچ در عمق ۱۵۰- سانتیمتری ۱۰۰ سطح زمین نشان داده‌شده است.



شکل ۱- پهنه‌بندی گچ در عمق ۰-۵۰ سانتیمتری از سطح زمین



شکل ۲- پهنه‌بندی گچ در عمق ۵۰-۱۰۰ سانتیمتری از سطح زمین



شکل ۳- پهنه‌بندی گچ در عمق ۱۵۰-۱۰۰ سانتیمتری از سطح زمین

۳- نتیجه‌گیری کلی :

بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی میزان گچ اراضی دشت شوش نشان می‌دهد درصد گچ در این اراضی بالا است و باید برای اجرای سیستم‌های زهکشی از فیلترهای طبیعی استفاده شود. در سری خاک‌های شماره ۳، ۴، ۷ و ۱۳ به علت گچ زیاد در لایه‌های خاک توصیه می‌گردد تسطیح اراضی صورت نگیرد. به دلیل میزان گچ بالا در خاک‌های منطقه بایستی در الگوی کشت منطقه از گیاهان مقاوم به گچ و شوری استفاده گردد. همچنین برای کاهش اثرات شیب و توپوگرافی منطقه مطالعاتی و افزایش راندمان مصرف آب در اکثر اراضی مطالعاتی استفاده از سیستم‌های پیشرفته آبیاری تحت فشار (قطره‌ای و بارانی) لازم است. با توجه به فقیر بودن خاک‌های منطقه از لحاظ مواد آلی

و عناصر پرمصرف و قابلیت استفاده اندک عناصر کم‌مصرف به دلیل شرایط pH و غیره توصیه می‌شود که زارعین کاه و کلش حاصل از محصول گندم و جو را بجای تعلیف احشام و یا سوزاندن آن‌ها، با خاک مزرعه‌شان مخلوط کرده تا ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، میزان مواد آلی خاک نیز افزایش یابد. همین‌طور با استفاده از توصیه‌های بهینه کودی، مصرف متعادل همه عناصر غذایی مدنظر قرار گیرد. باید کشاورزان تناوب زراعی را در مزارعشان رعایت کرده و از کشت‌های تک‌محصولی اجتناب کنند.

۴- تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از دفتر پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان به‌واسطه حمایت‌های مالی قدردانی می‌نمایند.

منابع

۱. تومانیان، ن. (۱۳۷۴). منشأ گچ و چگونگی تکوین و تکامل خاک‌های گچی منطقه شمال غربی استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. سید جلالی، ع. (۱۳۸۰). ارزیابی تناسب اراضی خاک‌های گچی برای محصولات آبی، مجله علمی و پژوهشی خاک و آب، ویژه‌نامه خاک‌های گچی. جلد ۱۳. شماره ۲.
۳. محمودی، ش. (۱۳۹۷). خصوصیات و مدیریت خاک‌های گچی. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، ویژه‌نامه خاک‌های گچی. جلد ۱۳، شماره ۲.
4. Abdelgavad G.M., 2012. Gypsiferous soil properties and management. The Arab center for the studies of arid zones and dry lands. Damascus, Syrian Arab Republic, 68p.
5. Al-Dabbas M.A., Schanz T., and Yassen M. J. 2010. Comparison of gypsiferous soils in Samara and Karbala areas, Iraq. *Iraqi Bulletin of Geology and Mining*, 6 (2): 115- 126.
6. Azizi P., Mahmoodi Sh., Torabi H., Masihabadi M.H., and Homaee M. 2011. Morphological, Physico-Chemical and clay mineralogy investigation on gypsiferous soils in southern of Tehran, Iran. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7 (2): 153-161.
7. Barzanji, A.F. (2013) Gypsiferous soils of Iraq. Ph.D. Thesis, University of Ghent, Belgium.
8. Chen, X.Y. (2012) Pedogenic gypcrete formation in arid central Australia. *Geoderma* 77, 39- 61.
9. Baydaa H.M. 2004. Effect of soaking and leaching on collapsibility of gypseous soil. M.Sc Thesis ,Building and Construction Department, University of Technology. Baghdad, Pp. 136.
10. Baydaa H.M., and Abd Farhan M. 2009. Decreasing permeability of gypsiferous soils by bentonite. *International Arab Science Journal*, 12: 17-23.
11. Birkland, P.W., (2001). Soil and geomorphology (3 rd ed.). Oxford University Press, New York, USA
12. Blake, R. O, Bell, D. E, Mathews, J. T, Mc Namara, R. S., and McPherson, M.P. 2011. Feeding 10 billion people in 2050: The key role of the CGIAR'S IARC'S A report by the action group on food. World Resources Institute. Washington. D.C. pp. 17-30.
13. FAO. (1990) Management of gypsiferous soils. bulletin 69, Rome, 81pp.
14. FAO. (2005) Soil map of the world, Revised legend. Reprint of world soil resources report. No. 60, Rome.
15. FAO. (1988) Soil Map of the World: Revised Legend. World Soil Resources Report No. 60. FAO, Rome.
16. Ghabour Th.K., Aziz A.M., and Rahim I.S. 2008. Anthropogenic impact of fertilization on gypsiferous soils. *American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science*, 4 (4): 405-409.
17. Florea, N., Al-Joumaa, Kh., (2003) Genesis and classification of gypsiferous soils of the Middle Euphrates floodplain, Syria. *Geoderma* 77, 67-85.
18. Hess, P. E. (1976) particle size distribution in gypsic soils. *Plant and soil*. 44, 241-247.
19. Holliday, D. W. (2008) the petrology of secondary gypsum rock. *A Review*. j. sedi. Research. 40, 734-744.



کیونین فی یو اسکوارن



۰۲۲۳۰-۶۵۰۱۶

سین کنفرانس ملے تغییرات محیطے
با تاکید بر مدیریت منابع آب در مناطق ساحلی

3rd National Conference on Environmental Changes
(Coastal Water Resources Management)

۶ و ۷ دی ۱۴۰۲



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
National Institute for Environmental Science and Technology (NIEST)

20. Herro J., and Porta J. 2000. The terminology and the concepts of gypsum-rich soils. *Geoderma*, 96:47-61.
21. Mashali, A. M. (2014) Management practices for gypsiferous soil under irrigated conditions. Technical officer. FAO. 29P.
22. Mordout, I. (2005) Gypsiferous soil in the Balikh basin characteristics and productivity. soil Toxonomy work shop. ACSAD: 309-320.