

ارزیابی استفاده از اصلاح کننده گچ، در اصلاح خاک‌های شور و قلیا

در اراضی جنوب خوزستان

محمد والی‌پور^{1*} و حسین سخایی راد²

(1) دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

(2) کارشناس ارشد گروه سازه‌های آبی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات: Valipour_mo@yahoo.com

تاریخ پذیرش: 1390/06/10

تاریخ دریافت: 1390/04/05

چکیده

اصلاح خاک‌ها، یکی از روش‌های توسعه اراضی کشاورزی محسوب می‌گردد. وجود یون سدیم در کنار شوری، تشکیل یک خاک شور-سدیمی را داده و موجب بروز مشکلات فراوانی در روند رویش گیاهان می‌گردد. لذا اتخاذ راهکارهای لازم جهت اصلاح این خاک‌ها، با توسل به روش‌های فیزیکی و شیمیایی، همچون کاربرد کلسیم در آبشویی، اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. در این تحقیق، جهت بررسی وضعیت خاک‌های منطقه، با حفر پروفیل، از اعماق 0-20، 20-40، 40-60، 60-80 و 80-100 سانتی‌متری خاک، اقدام به تهیه نمونه گردید. و پس از تجزیه آن در آزمایشگاه و محاسبه مقادیر CEC, ESP, ECe, SAR و غیره، به مطالعه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن پرداخته شد. این پژوهش، به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی، با 2 تیمار (شاهد، ماده اصلاح کننده گچ) و 3 تکرار، در کرت‌های فلزی 1*1 متری اجرا گردید. مقدار آب مورد نیاز جهت آبشویی، به میزان 100 سانتی‌متر و در 5 مرحله (هر مرحله به عمق 20 سانتی‌متر) تعیین گردید. پس از پایان هر مرحله، نمونه‌برداری‌ها در 4 عمق تعیین شده از خاک، انجام و آزمایشات صورت گرفت. بررسی نتایج و تجزیه و تحلیل آماری آنها، بیانگر آن است که تاثیر کاربرد گچ، بر روند آبشویی، در مقایسه با تیمار شاهد، تفاوت معناداری نشان نمی‌دهد. این موضوع را می‌توان به انحلال گچ موجود در خاک در اثر نفوذ آب به درون خاک، مربوط دانست. پیشنهاد می‌گردد برای خنثی کردن تاثیر سدیم بالای اراضی در راندهای اولیه آبشویی، از آب شور (زهاب کشاورزی موجود) بدون استفاده از گچ استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های شور و قلیا، ماده اصلاح کننده گچ، شوری زدایی، سدیم قابل تبادل.

مقدمه

اهمیت خاک به عنوان بستری برای جوانه‌زنی، رشد و نهایتاً تولید محصول در گیاهان مختلف، موجب شده تا خاک‌های گوناگون و املاح مختلف موجود در آنها، با توجه به ویژگی‌های بافت و ساختمان خاک، همواره توسط محققین بخش آب و خاک مورد کنجکاوی، بررسی و تحقیق قرار گیرد.

استان خوزستان به دلیل مجاورت با آب‌های آزاد، بافت غالباً رسی خاک‌ها در مناطق جنوبی، گرمای شدید و تبخیر بسیار بالا در اکثر ماه‌های سال، به طور معمول دارای خاک‌هایی با مشکلات شوری و قلیایی بالا بوده که مسلماً انجام عملیات زراعی در این خاک‌ها، بدون آبشویی و کاهش شوری و اصلاح قلیانیت آنها غیر قابل تصور می‌باشد. وجود این ویژگی‌ها در منطقه خوزستان موجب شده تا محققان زیادی با توجه به میزان شوری و قلیانیت خاک و شرایط محلی، آزمایشات متعدد صحرایی برای تعیین مدل‌های آبشویی، روش‌های اجرا، میزان آب مورد نیاز و نیز عملیات‌های تکمیلی، جهت بهسازی خاک انجام دهند. در سال 2001 میلادی، محمد رمضان از کشور پاکستان، تأثیرات گچ را در بهبود خاک‌های شور و شور-سدیمی بررسی کرده و نتیجه گرفت که عمل افزودن گچ به خاک، در کنار بر هم زدن مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن، در افزایش تولید محصولات کشاورزی مؤثر بوده است. در سال 1379، نژادهاشمی به بررسی نفوذپذیری خاک‌های گچی، طی فرآیند آبشویی پرداخته و بررسی فیزیکی، شیمیایی و نفوذپذیری سه نمونه خاک با درصد‌های متفاوت گچ نشان داد که نفوذپذیری در خاک‌های گچی، با توجه به بافت خاک و شکل بلورهای گچی، متفاوت است. همچنین تغییرات ضریب نفوذپذیری خاک‌های گچی در مراحل اولیه، به دلیل حرکت ذرات خاک و شسته شدن گچ، نسبتاً زیاد بوده اما به تدریج کاهش می‌یابد و نهایتاً به مقدار ثابتی میل می‌کند. ریچاردز در سال 1954 میزان آب لازم برای آبشویی خاک‌های شور را بر اساس عمق خاک، به صورت کلی بدین صورت تخمین زد که برای آبشویی نصف املاح خاک به عمق 10 سانتی‌متر، ارتفاع آبی معادل 5 سانتی‌متر (نصف عمق خاک) و اگر لازم باشد 80 درصد املاح خاک شسته شوند، ارتفاع آبی معادل 10 سانتی‌متر (معادل عمق خاک) و در شرایطی که نیاز باشد 90 درصد املاح شسته شوند، ارتفاع آبی معادل 20 سانتی‌متر (دو برابر عمق خاک) لازم است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه دارخوین شهرستان شادگان انجام گرفت. این اراضی در منتهی‌الیه غربی دشت شادگان، شرق رودخانه کارون، غرب جاده اهواز - آبادان و در 35 کیلومتری شمال غربی شهرستان آبادان قرار گرفته است. در این تحقیق با استفاده از متغیرهایی همچون هدایت الکتریکی خاک، درصد سدیم قابل تبادل، سدیم قابل جذب، اسیدیته خاک، میزان کاتیون‌های دو ظرفیتی کلسیم و منیزیم و آنیون‌ها، شامل کربنات و بی‌کربنات‌ها، میزان آهک و گچ خاک، قبل و بعد از عملیات آبشویی به بررسی روند آبشویی، در اراضی شور و سدیمی پرداخته می‌شود.

از آنجا که انتظار می‌رفت استفاده از گچ، به عنوان یک ماده اصلاح‌کننده ارزان، موجب کاهش درصد سدیم تبادلی در خاک‌های سدیمی گردد، لذا در این پژوهش به روش غرقاب متناوب، اجرای دو تیمار در دستور کار قرار گرفت. در تیمار اول، آبشویی با آب آبیاری و در تیمار دوم، گچ مورد استفاده قرار گرفت تا تاثیر آب مختلط با گچ، نسبت به تیمار شاهد، مورد مقایسه قرار گرفته، تأثیرات گچ بر روند آبشویی،

بخصوص تأثیر بر خصوصیت سدیمی بودن این خاک‌ها، مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق، آیشویی خاک‌های شور و سدیمی به صورت طرح آزمایش بلوک‌های کاملاً تصادفی اجرا شد. در اجرای روش غرقابی متناوب، 2 تیمار برای 5 عمق مختلف آب کاربردی، شامل 100، 80، 60، 40 و 20 سانتی‌متر در نظر گرفته شدند. دوره تناوب در نظر گرفته شده با احتساب زمان لازم برای نفوذ آب به درون خاک و رسیدن به حد ظرفیت زراعی، در تمامی تیمارها برابر 8 روز به دست آمد. عمق مورد نظر آیشویی املاح از خاک، یک متر در نظر گرفته شد. براین اساس نمونه‌برداری‌ها از خاک تا عمق یک متری و در 4 عمق 0-25، 25-50، 50-75 و 75-100 سانتی‌متر انجام گرفت.

ابعاد کرت‌ها، 1 مترمربع (1×1) منظور گردید. در هر تیمار، سه کرت فلزی نصب شد و هر کرت، به فاصله 4 متر از کرت بعدی قرار گرفت تا اثر متقابل کرت‌ها بر روی هم خنثی گردد. برای جلوگیری از نفوذ جانبی آب و عدم تأثیر آن بر نتایج آزمایش‌ها، اطراف هر کرت، توسط کرت محافظی به ابعاد 9 مترمربع (3×3) احداث گردید. طی دوره آیشویی، به کرت‌های محافظ به مقدار لازم، آب اضافه و سعی شد سطح آب در کرت‌های مدل و محافظ یکسان باشد. همچنین جهت جلوگیری از تبخیر آب، سطح کرت‌های فلزی با ورقه نایلونی پوشانده شد. با توجه به ابعاد کرت‌ها و عمق آب، در هر نوبت آیشویی، میزان آب مورد نیاز هر کرت در هر نوبت آیشویی 200 لیتر برآورد شد. آزمایشات در 2 تیمار و هر تیمار با 3 تکرار انجام گرفت. در تیمار اول، آیشویی متناوب با آب آبیاری و در تیمار دوم به آب آیشویی، گچ به میزان 2 گرم در لیتر افزوده شد.

جهت بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب و تغییرات آن در مراحل مختلف آیشویی، نمونه برداری‌های لازم انجام گردید. در حین آزمایش‌ها، بعد از انجام هر مرحله آیشویی از هر تکرار، چهار نمونه در چهار عمق (عمق 0-25، 25-50، 50-75 و 75-100) برداشت و به آزمایشگاه برده شد. برای نمونه‌برداری خاک، از اوگر استفاده شد. خاک‌های مربوط به هر عمق، در هر تکرار ابتدا با هم مخلوط گردیده و سپس در نایلونی که مشخصات خاک (شماره تیمار و تکرار) بر روی آن درج شده بود قرار گرفت. در آزمایشگاه از هر نمونه خاک، پس از تهیه عصاره اشباع، مقادیر آنیون‌ها و کاتیون‌های خاک و همچنین آهنک و گچ خاک و مقادیر اسیدیته، هدایت الکتریکی، کلسیم، منیزیم و سدیم اندازه‌گیری شد. آب مورد استفاده از رودخانه کارون تامین گردید. عمق آب کاربردی در آیشویی این تیمارها، 100 سانتی‌متر و در 5 تناوب 20 سانتی‌متری به کار رفته است.

Miller و همکاران در سال 1965 و Leffelaar و همکاران در سال 1977 آیشویی به دو روش غرقابی دائم و متناوب را مقایسه کرده و در روش متناوب به نتایج بهتری دست یافتند. خاکساری و همکاران (1385)، برزگر و پذیرا (1378)، کشکولی و جلالی (1388)، کشکولی و سرخه‌نژاد (1389) نیز در نتایج به دست آمده از دو روش، آیشویی نشان دادند که بازده آیشویی در روش غرقابی متناوب، بهتر از روش غرقابی دائم است. با توجه به مزایا و معایب روش‌های آیشویی، منابع آب در دسترس و نیز وضعیت آب و هوایی منطقه، روش غرقابی متناوب به عنوان بهترین و عملی‌ترین روش آیشویی در این تحقیق انتخاب شد. ارتفاع آب کاربردی برای آیشویی، براساس تخمین‌های اولیه با استفاده از مدل ریچاردز، با در نظر گرفتن کاهش 80 درصدی شوری نهایی نسبت به شوری اولیه، به میزان 1 متر، برای آیشویی یک متر عمق خاک برآورد شد. مقدار گچ مورد نیاز جهت اصلاح خاک، بر اساس، روابط ریاضی و آنالیز شیمیایی نمونه‌های اولیه خاک در آزمایشگاه تعیین گردید. بر این اساس، در هر راند آبیاری، به ازاء 200 لیتر آب، به میزان 400 گرم گچ، به آب آیشویی افزوده گردید. این مقدار معادل کاربرد 20 تن گچ در هکتار می‌باشد.

نتایج و بحث

قبل از شروع طرح، از خاک منطقه مورد آزمون به طور تصادفی در سه نقطه و در چهار عمق، تا عمق یک متری، نمونه‌برداری انجام شد. جدول (1) نتایج تجزیه شیمیایی خاک و جدول (2) مشخصات فیزیکی لایه‌های مختلف خاک مورد آزمون و عمق آب مورد نیاز برای تأمین کسر رطوبت خاک در هر لایه تا عمق یک متری را نشان می‌دهد.

جدول 1: نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های خاک قبل از آبیاری

| EC | PH | گچ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | مجموع کاتیونها | So4 ²⁻ | Cl ⁻ | Hco3 ⁻ | مجموع آنیونها | SAR | ESP% | عمق خاک |
|--------|------|--------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------|-------|---------|
| (ds/m) | | (درصد) | | | | (meq/lit) | | | | | | | (cm) |
| 98/60 | 8/20 | 5/30 | 1328 | 147 | 131 | 1606 | 204 | 1408 | 7 | 1619 | 112/64 | 62/25 | 0-25 |
| 87/10 | 8/10 | 5/30 | 1012 | 127 | 117 | 1256 | 150 | 1082 | 8 | 1240 | 91/62 | 57/24 | 25-50 |
| 76/30 | 8/10 | 5/40 | 721 | 130 | 103 | 954 | 129 | 805 | 8 | 942 | 66/80 | 49/31 | 50-75 |
| 69/70 | 8/10 | 5/50 | 684 | 100 | 87 | 871 | 118 | 731 | 7 | 856 | 70/74 | 50/76 | 75-100 |

نتایج جدول (1) بیانگر آن است که خاک تا عمق یک متری، شور و سدیمی می‌باشد. میزان شوری و سدیمی لایه‌های مختلف، با افزایش عمق، کاهش می‌یابد. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، تا عمق یک متری، به طور متوسط در حدود 83 دسی‌زیمنس بر متر (ds/m) می‌باشد. ضمناً مقادیر درصد سدیم تبادلی، گویای عدم یکنواختی در لایه‌های مختلف و روند کاهشی، از سطح به سوی لایه‌های زیرین خاک می‌باشد به طوری که در لایه 0-25 سانتی‌متری، میزان آن به بیش از 62 درصد می‌رسد. براساس طبقه‌بندی آزمایشگاه شوری ایالات متحده آمریکا، خاک مورد آزمون، جزو خاک‌های شور و سدیمی طبقه بندی می‌شود. همچنین براساس طبقه‌بندی خاک‌های شور و سدیمی در ایران، خاک مورد آزمون، از نظر شوری، در کلاس S₄ (مشکل شوری بسیار زیاد) و از نظر سدیمی در کلاس A₄ (مشکل سدیمی بسیار زیاد) قرار می‌گیرد.

جدول 2: نتایج تجزیه فیزیکی لایه‌های مختلف خاک و عمق آب مورد نیاز برای تأمین کمبود رطوبت هر لایه

| عمق خاک | تجزیه مکانیکی خاک | ضخامت لایه | درصد وزنی رطوبت اولیه خاک | چگالی ظاهری خاک | درصد وزنی رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه | درصد وزنی رطوبت | | |
|---------|-------------------|------------|---------------------------|-----------------|---|-----------------------------------|------|------|
| | | | | | | کمبود رطوبت خاک تا حد ظرفیت مزرعه | درصد | |
| | | | | | | | رس | سیلت |
| 0-25 | C.L | 25 | 21/35 | 1/46 | 37/14 | 33 | 43 | 24 |
| 25-50 | C.L | 25 | 21/86 | 1/49 | 35/26 | 27 | 45 | 28 |
| 50-75 | Si.L | 25 | 22/60 | 1/62 | 26/42 | 13 | 65 | 22 |
| 75-100 | Si.L | 25 | 23/20 | 1/65 | 25/32 | 13 | 63 | 24 |

براساس ارقام ارائه شده در جدول (2) ملاحظه می‌گردد که کسری رطوبت، تا عمق یک متر، در مجموع به 13/17 سانتی‌متر رسیده است. بدین ترتیب از جمع 100 سانتی‌متر آب کاربردی، منحصراً 86/83 سانتی‌متر ($100 - 13/17 = 86/83$) آن توانسته به صورت نفوذ عمقی و ثقلی از نیم‌متر یک متری خاک خارج شده و موجب آبشویی املاح لایه‌های خاک گردد. نتایج تجزیه شیمیایی آب کاربردی در آبشویی در جدول (3) ارائه شده است. طبقه‌بندی کیفی این آب براساس نمودار ویل کاکس، دارای خطر شوری خیلی زیاد و خطر سدیم متوسط، برای آبیاری می‌باشد.

جدول 3: نتایج تجزیه شیمیایی آب کاربردی در آزمایش‌های آبشویی

| طبقه بندی | (meq/lit) | | | | | | | | | T.D.S (mg/lit) | EC (ds/m) | PH |
|-----------------|---------------|---------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------|------|
| | براساس SAR | آنیونها | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | So ₄ ²⁻ | کاتیونها | Mg ²⁺ | Ca ⁺ | Na ⁺ | | | |
| نمودار ویل کاکس | | | | | | | | | | | | |
| C4-S2 | 4/60 | 27/50 | 2/50 | 16 | 9 | 29 | 7 | 9 | 13 | 972 | 2/37 | 7/30 |

روند شوری زدایی برای هر دو تیمار شاهد و گچ و اعماق مختلف خاک به ازاء کاربرد مقادیر مختلف آب آبشویی جداول (4) و (5) رابطه میان تغییرات شوری را در اعماق مختلف نیم‌متر خاک و به ازاء کاربرد عمق‌های مختلف آبشویی، به صورت درصد باقیمانده و شسته شده، در دو تیمار شاهد و گچ نشان می‌دهد.

جدول 4: درصد تغییرات شوری شسته شده و باقیمانده در عصاره اشباع خاک در تیمار شاهد

| درصد شسته شده و باقیمانده شوری عصاره خاک | اعماق مختلف نیم‌متر خاک (cm) | | | | عمق آب آبشویی (cm) |
|---|------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------|
| | 0 - 100 | 0 - 75 | 0 - 50 | 0 - 25 | |
| شسته شده | 11/03 | 17/06 | 29/24 | 43/81 | 20 |
| باقیمانده | 88/97 | 82/94 | 70/76 | 56/19 | |
| شسته شده | 31/98 | 44/08 | 64/61 | 80/41 | 40 |
| باقیمانده | 68/02 | 55/92 | 35/39 | 19/59 | |
| شسته شده | 57/46 | 70/80 | 86/81 | 90/26 | 60 |
| باقیمانده | 42/54 | 29/20 | 13/19 | 9/74 | |
| شسته شده | 73/87 | 81/27 | 89/63 | 92/98 | 80 |
| باقیمانده | 26/13 | 18/73 | 10/37 | 7/02 | |
| شسته شده | 86/66 | 89/82 | 92/84 | 94/73 | 100 |
| باقیمانده | 13/34 | 10/18 | 7/16 | 5/27 | |

جدول 5: درصد تغییرات شوری شسته شده و باقیمانده در عصاره اشباع خاک در تیمار گچ

| عمق آب آبشویی (cm) | اعماق مختلف نیمرخ خاک (cm) | | | | درصد شسته شده و باقیمانده شوری عصاره خاک |
|-----------------------|----------------------------|--------|--------|---------|---|
| | 0 - 25 | 0 - 50 | 0 - 75 | 0 - 100 | |
| 20 | 35/04 | 26/04 | 14/49 | 7/21 | شسته شده |
| | 64/96 | 73/96 | 85/51 | 92/79 | باقیمانده |
| 40 | 62/67 | 54/33 | 38/89 | 25/44 | شسته شده |
| | 37/33 | 45/67 | 61/11 | 74/56 | باقیمانده |
| 60 | 87/21 | 81/01 | 69/31 | 57/23 | شسته شده |
| | 12/79 | 18/99 | 30/69 | 42/77 | باقیمانده |
| 80 | 89/51 | 85/99 | 80/97 | 74/60 | شسته شده |
| | 10/40 | 14/01 | 19/03 | 25/40 | باقیمانده |
| 100 | 92/95 | 91/59 | 89/74 | 85/89 | شسته شده |
| | 7/05 | 8/41 | 10/26 | 14/11 | باقیمانده |

روند سدیم‌زدایی برای هر دو تیمار شاهد و گچ و اعماق مختلف خاک به ازاء کاربرد مقادیر مختلف آب آبشویی

جداول (6) و (7) رابطه درصد سدیم تبادلی را در اعماق مختلف نیمرخ خاک و به ازاء کاربرد عمق‌های مختلف آبشویی، به صورت درصد باقیمانده و شسته شده، در دو تیمار شاهد و گچ نشان می‌دهد.

جدول 6: درصد تغییرات سدیم تبادلی شسته شده و باقیمانده در عصاره اشباع خاک در تیمار شاهد

| عمق آب آبشویی (cm) | اعماق مختلف نیمرخ خاک (cm) | | | | درصد شسته شده و باقیمانده شوری عصاره خاک |
|-----------------------|----------------------------|--------|--------|---------|---|
| | 0 - 25 | 0 - 50 | 0 - 75 | 0 - 100 | |
| 20 | 33/91 | 18/17 | 9/08 | 4/15 | شسته شده |
| | 66/09 | 81/83 | 90/92 | 95/85 | باقیمانده |
| 40 | 49/67 | 34/25 | 19/15 | 12/63 | شسته شده |
| | 50/33 | 65/75 | 80/85 | 87/37 | باقیمانده |
| 60 | 71/02 | 65/76 | 49/60 | 39/74 | شسته شده |
| | 27/98 | 34/24 | 50/40 | 60/26 | باقیمانده |
| 80 | 84/26 | 80/96 | 69/18 | 57/49 | شسته شده |
| | 15/74 | 19/04 | 30/82 | 42/51 | باقیمانده |
| 100 | 89/43 | 88/03 | 76/87 | 69/02 | شسته شده |
| | 10/57 | 11/97 | 23/13 | 30/98 | باقیمانده |

جدول 7: درصد تغییرات سدیم تبدالی شسته شده و باقیمانده در عصاره اشباع خاک در تیمار گچ

| عمق آب آبشویی (cm) | اعماق مختلف نیمرخ خاک (cm) | | | | درصد شسته شده و باقیمانده شوری عصاره خاک |
|-----------------------|----------------------------|--------|--------|---------|---|
| | 0 - 25 | 0 - 50 | 0 - 75 | 0 - 100 | |
| 20 | 33/78 | 28/50 | 12/58 | 6/92 | شسته شده باقیمانده |
| 40 | 39/78 | 32/93 | 22/39 | 18/08 | شسته شده باقیمانده |
| 60 | 74/64 | 62/62 | 52/18 | 46/08 | شسته شده باقیمانده |
| 80 | 83/78 | 75/36 | 63/27 | 54/53 | شسته شده باقیمانده |
| 100 | 85/57 | 80/92 | 17/77 | 63/60 | شسته شده باقیمانده |

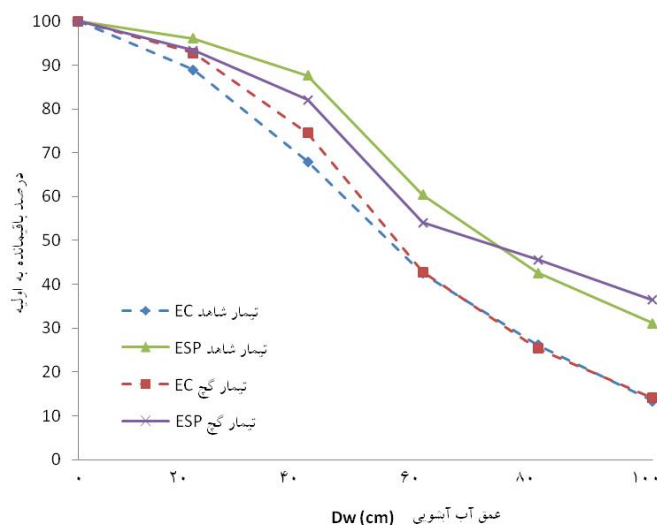
مقایسه تیمارها (دو تیمار شاهد و گچ)

مقایسه اختلاف میانگین نتایج شوری زدایی و سدیم زدایی بین دو تیمار و محاسبه شاخص‌های آماری، توسط نرم‌افزار آماری SPSS نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان دو تیمار نمی‌باشد. این نتایج در قالب جدول (8) ارائه شده‌اند.

جدول 8: مقایسه اختلاف میانگین نتایج دو تیمار با استفاده از آزمون شوری و درصد سدیم تبدالی خاک در عمق یک متری خاک و به ازاء کاربرد مقادیر مختلف آب آبشویی

| متغیر وابسته | نام تیمار | میانگین | انحراف معیار | مقدار عددی T | احتمال |
|--------------|------------|---------|--------------|--------------|--------|
| EC | تیمار شاهد | 39/6350 | 29/41808 | -1/331 | 0/199 |
| | تیمار گچ | 41/4015 | 28/92322 | | |
| ESP | تیمار شاهد | 35/4705 | 17/95590 | 1/006 | 0/327 |
| | تیمار گچ | 34/1175 | 15/14564 | | |

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول (8) بین تیمار شاهد و تیمار گچ، با کاربرد 100 سانتی‌متر آب آبشویی، تا عمق یک متری نیمرخ خاک، تفاوت معنی‌داری در سطح، احتمال 5% در کاهش شوری و سدیم زدایی منطقه مورد آزمون ملاحظه شد. تغییرات نسبت کاهش شوری و درصد سدیم تبدالی در عمق یک متری نیمرخ خاک، به ازاء مقادیر مختلف آب کاربردی در دو تیمار شاهد و کاربرد گچ، در جدول (9) آمده است. ضمناً درصد باقیمانده به مقدار اولیه پارامترهای EC و ESP در هر دو تیمار، نسبت به عمق آبشویی در نمودار (1) نشان داده شده است.



نمودار 1: مقایسه تغییرات درصد شوری و سدیم تبادل‌ی باقیمانده به اولیه در عمق یک متری خاک، به ازاء کاربرد مقادیر 20 تا 100 سانتی‌متری آب آبخویی در دو تیمار شاهد و گچ

جدول 9: تغییرات نسبت کاهش شوری و درصد سدیم تبادل‌ی در عمق یک متری نیم‌رخ خاک به ازاء مقادیر مختلف آب آبخویی (تغییرات به درصد بیان شده است)

| معيار مقایسه | نام تیمار | عمق آب آبخویی (cm) | | | | |
|--------------|-----------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 |
| EC | گچ | 14/11 | 25/40 | 42/77 | 74/55 | 92/79 |
| | شاهد | 13/34 | 26/13 | 42/54 | 68/02 | 88/97 |
| ESP | گچ | 36/49 | 45/59 | 54/05 | 82/13 | 93/32 |
| | شاهد | 30/98 | 42/51 | 60/26 | 87/37 | 95/85 |

نتایج مندرج در جدول شماره (9) و بررسی تغییرات شوری و درصد سدیم تبادل‌ی خاک در نمودار (1) نشان می‌دهد که در تمامی مراحل آبخویی در هر دو تیمار، اختلاف معنی‌داری در روند شوری‌زدایی دیده نمی‌شود. هر چند در روند سدیم‌زدایی خاک در دو روش، تا حدودی به خصوص تا عمق 80 سانتی‌متر کاربرد آب، در تیمار گچ، شاهد نتایج نسبتاً بهتری می‌باشیمولی با توجه به برآزش‌های آماری، در کل، این تفاوت‌ها معنی‌دار نبوده است.

کاربرد گچ بر خلاف انتظار که گمان می‌رفت موجب دستیابی به نتایج بسیار خوبی نسبت به تیمار شاهد گردد، لیکن نتایج تقریباً نزدیکی بین هر دو تیمار داشت. علت این موضوع را می‌توان در وجود کلسیم کافی در خاک این مناطق و انحلال در آب خاک، هنگام آبخویی تحلیل نمود. لذا با توجه به توان انحلال نه چندان زیاد کلسیم در آب و اعمال تناوب زمانی میان راندهای مختلف آبخویی، وجود گچ اضافی

در خاک، نتوانسته تاثیر چندان مثبتی بر روند آبشویی داشته باشد. بنابراین آبشویی با کاربرد گچ، در مقایسه با تیمار شاهد، نتایج مشابهی داشته است.

نتیجه گیری

1. ارقام منتج شده از آزمایشات، نشان‌دهنده بالا بودن میزان شوری و سدیمی بودن خاک منطقه، علی‌الخصوص در لایه‌های سطحی خاک قبل از آبشویی می‌باشد، که غالباً ناشی از تبخیر شدید از سطح خاک و صعود آب تحت‌الارضی کم عمق با کیفیت پایین به لایه‌های بالایی می‌باشد. ضمناً وجود یون کلر در خاک این مناطق، علاوه بر بالا بردن استعداد این اراضی به شور شدن، زمینه بروز خواص سدیمی و تجمع یون سدیم را در این خاک‌ها موجب گردیده است.
2. مقایسه دو آزمون آبشویی متناوب با آب آبیاری و آب مختلط با گچ و نتایج آنها نشان می‌دهد که روند کاهش شوری و سدیمی خاک، به خوبی در عمق یک متری خاک انجام شده و نیازی به استفاده از مواد اصلاح کننده نمی‌باشد. علت این موضوع، وجود گچ رسوب یافته در خاک این مناطق و آزاد شدن کلسیم در محلول خاک و جایگزینی با سدیم می‌باشد.
3. همان طور که پیش‌بینی می‌شد، کاربرد روش آبشویی متناوب با روندی مطلوب، موجب کاهش شوری خاک و سدیم تبادلی آن گردید. این روند آبشویی در آبشویی متناوب، مربوط به حرکت آب در محیط غیر اشباع خاک بوده است. از آنجایی که تجمع نمک‌ها در منافذ ریز و سطوح بیرونی ذرات خاک می‌باشد و حرکت در حالت اشباع از منافذ درشت خاک صورت می‌گیرد، آبشویی متناوب موجب گشته تا شستشوی نمک‌ها به مراتب مطلوب تر صورت پذیرد.
4. روند شوری زدایی و سدیم زدایی از خاک، بیانگر انتخاب مناسب دوره تناوب 8 روزه بوده است. این زمان بر اساس اندازه‌گیری میزان نفوذ نهایی خاک، قبل از شروع عملیات آبشویی بوده است.
5. با وجود اینکه نتایج آزمون‌های مزرعه‌ای آبشویی به دلیل وجود روابط پیچیده بین آب و خاک، نسبت به نتایج به دست آمده از مدل‌های کامپیوتری و روش‌های آزمایشگاهی در منطقه مورد مطالعه معتبرتر هستند، اما به دلیل زمان بر بودن و پرهزینه بودن آنها پیشنهاد می‌شود نسبت به بررسی و واسنجی مدل‌های کامپیوتری معتبر و روش‌های آزمایشگاهی با استفاده از نتایج آزمون‌های مزرعه‌ای انجام شده در هر منطقه اقدام گردد.

منابع

- الیاس آذر، خ. (1381). اصلاح خاک‌های شور و سدیمی (مدیریت خاک و آب). انتشارات جهاد دانشگاهی، ارومیه.
- بذرافکن، ع. (1375). بررسی میزان آبشویی اولیه لازم در اراضی کشت و صنعت هفت تپه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران، اهواز.
- برزگر، ع. (1387). خاک‌های شور و سدیمی: شناخت و بهره‌وری. انتشارات دانشگاه شهید چمران، اهواز.

- پذیرا، ا. و کشاورز، ع. (1378). بررسی و تعیین آب مورد نیاز اصلاح خاک‌های شور و سدیمی اراضی جنوب شرقی استان خوزستان. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. جلد 4. شماره 16.
- خاکساری، و. و همکاران. (1385). آبشویی خاک به منظور اصلاح خاک شور و قلیا در منطقه چاه افضل استان یزد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد 13. شماره 6.
- کشکولی، ح. و جلالی، ع. 1388. بررسی آب مورد نیاز آبشویی خاک‌های شور و سدیمی به روش آبشویی غرقابی دایم و متناوب و مقایسه نتایج با مدل‌های تجربی در اراضی جنوب استان خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- کشکولی، ح. و سرخه‌نژاد، م. 1389. بررسی اثرات آبشویی به دو روش غرقابی دائم و متناوب بر خاک‌های شور و سدیمی منطقه شادگان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.
- نژادهاشمی، 1379، بررسی نفوذپذیری خاک‌های گچی طی فرآیند آبشویی
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. (1380). دستورالعمل اندازه‌گیری سرعت نفوذ آب به خاک با روش استوانه. نشریه شماره 243 چاپ اول.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. (1381). دستورالعمل آزمایش‌های آبشویی خاک‌های شور و سدیمی در ایران. نشریه شماره 255 چاپ اول.
- مؤسسه تحقیقات خاک و آب. (1372). شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه شماره 893. چاپ اول.
- **Khosla, B., Abrol K., and RK., I.P. (1979).** Salt Leaching and the effect of gypsum application in a saline-sodic soil. J. Agricultural Water Management. 2(3), pp.193-202.
- **Leffelaar, P.A and Sharma, P. (1977).** Leaching of a Highly Saline-Sodic Soil. Journal of Hydrology 32, pp.203-218.
- **Miller, R.J., Bigger, J.W and Nielsen, D.R. (1965).** Chloride displacement in panch Clay Loam in relation to water movement and distribution. Water resources. Research. 1, pp. 63-73.
- **Richards, L.A. (1954).** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils .USDA Hand book.No.60, Washington ,DC,160 p.
- **Talsma, T. (1967).** Leaching of tile-drained saline soils. Australian Journal of Soil Reaserch. 5(1) , pp.37-46.