دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴
دانشگاه محقق اردبیلی

تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر برخی خواص شیمیایی خاک و میزان آزادسازی عناصر غذایی از کود دامی در سطوح مختلف رطوبتی

الناز عزیزوند، الناز صباغ تازه، مریم حاجی رسولی
elnazazizvand@yahoo.com

چکیده:
با توجه به محدودیت منابع آب و کمبود ماده آلی در ایران، استفاده هم زمان از پلیمرهای سوپرجاذب و کودهای آلی می تواند راه کاری مؤثر در جهت بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، حاصلخیزی خاک و حفظ ذخیره رطوبتی خاک باشد. به منظور افزایش میزان قابلیت جذب عناصر غذایی کود دامی در سطوح رطوبتی پایین به وسیله ی پلیمر سوپرجاذب، آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل با دو فاکتور بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۱۸ تیمار و سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتوراول نوع و مقدار اصلاح کننده با شش سطح شامل الف) بدون اصلاح کننده (c)، ب) پلیمر سوپرجاذب با سطح ۰/۲ درصد وزنی($A_{S_{0/2}}$)، ج) پلیمر سوپرجاذب با سطح ۰/۴ درصد($A_{S_{0/4}}$)، د) کود دامی با سطح دو درصد وزنی (M)، م) پلیمر سوپر جاذب با سطح ۰/۲ درصد وزنی به همراه کود دامی با سطح دو درصد وزنی($A_{S_{0/2}}$ + M) و هـ) پلیمر سوپرجاذب با سطح ۰/۴ درصد وزنی به همراه کود دامی با سطح دو درصد وزنی ($A_{S_{0/4}}$ + M) و فاکتور دوم رطوبت با سه سطح شامل ۸۰ درصد (h_1) ۷۰ درصد (h_2) و ۶۰ درصد (h_3) رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای بود. نتایج نشان داد که کاربرد توأم پلیمر سوپرجاذب در سطح ۰/۲ درصد وزنی به همراه کود دامی بیشترین تأثیر را بر بهبود خواص شیمیایی و حاصلخیزی خاک ازقبیل افزایش فسفرقابل جذب، پتاسیم قابل جذب، ظرفیت تبادل کاتیونی وکاهش سدیم قابل جذب داشته است. با توجه به نتایج حاصل می توان سطح ۰/۲ درصد وزنی از پلیمر سوپرجاذب را به همراه کوددامی به عنوان تیمار مطلوب در سطوح رطوبتی پایین معرفی کرد.

واژه های کلیدی: آکوازورب، پلیمر سوپرجاذب، رطوبت، عناصر غذایی پرمصرف، کود دامی

۱- مقدمه و هدف:

خشکسالی و کمبود منابع آب یکی از مهم‌ترین معضلات دنیای امروزی می‌باشد که توسعه کشاورزی را با محدودیت‌های جدی مواجه نموده است (Chatzopoulos, 2000). کشور ایران به دلیل نقصان ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی، در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار داشته و همواره با مشکل کمبود آب روبه‌رو است. از سوی دیگر بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آب کشور می‌باشد. براساس آمار موجود حدود ۹۰ درصد از آب مصرفی در کشور،صرف تولیدات کشاورزی می‌شود (سید دراجی و همکاران، ۱۳۸۹) که ۶۵ درصد این مقدار به شیوه‌های غلط آبیاری هدر رفته و بخشی از آن عناصر غذایی و کودهای محلول را شسته و ضمن انتقال آن‌ها به عمق، باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌گردد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۶). از طرف دیگر خطر بحران خشکسالی نیز، که مانند سایر بلایای طبیعی کشور ایران را تهدید می‌کند، ضرورت صرفه‌جویی و کاربرد بهینه آب در بخش‌های گوناگون و به خصوص بخش کشاورزی را بیش از پیش آشکار می‌سازد. با توجه به مسائل بیان شده، اعمال مدیریت‌های صحیح و به کارگیری روش‌های پیشرفته به منظور افزایش تولید و حفظ ذخایر رطوبتی اهمیت خاصی پیدا می‌کند (الـه دادی و همکاران، ۱۳۸۵؛ Kiattka Mjornwong, 2007). اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب کشور می‌باشد. از جمله مواد افزودنی به خاک می‌توان به پلیمرهای سوپرجاذب[1] به عنوان اصلاح‌کننده‌های خاک اشاره کرد که یکی از روش‌های صرفه‌جویی در مصرف آب است(منتظر، ۱۳۸۷). در کشاورزی از پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان یک ماده‌ی افزودنی به خاک به عنوان مخزن عناصر غذایی و نیز به عنوان جاذب آب در خاک استفاده می‌شود(Chatzopoulos, 2000). پلیمرهای سوپرجاذب ژل‌های پلیمری آب‌دوست یا هیدروژل‌هایی[2] هستند که می‌توانند مقادیر زیادی آب ـ آب‌نمک یا محلول‌های فیزیولوژیکی را جذب نمایند. این پلیمرها ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب به مثابه آب‌انبارهای مینیاتوری عمل کرده و در موقع نیاز ریشه به راحتی آب را در اختیار آن قرار می‌دهند (Chatzopoulos, 2000؛ منتظر، ۱۳۸۷). در برخی شرایط پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان عامل آزادکننده کود در ماتریکس خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند بدین صورت که عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را جذب نموده و به مرور آن‌ها را آزاد کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهند بدین ترتیب مانع از آبشویی این عناصر

[1] Super Absorbent Polymer
[2] Hydrogel

می‌گردند(Mikklelsen, 1994). از طرف دیگر با توجه به آلودگی‌های زیست‌محیطی، امروزه بـه کـاربرد کودهـای آلـی بـه جـای کودهـای شیمیایی تأکید فراوانی می‌شود. کود دامی از جمله کودهای آلی است که دارای کاربرد وسیعی در کشور می‌باشد (خادم و همکاران، ۱۳۸۶). تـأثیر سوپرجاذب‌ها بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعات فراوانی قرار گرفته است اما در مورد تأثیر کاربرد همزمان سوپرجاذب و کودهـای آلی بر بهبود خواص شیمیایی خاک و نیز تأثیر سوپرجاذب بر میزان آزادسازی عناصر غذایی از کودهای آلـی مطالعـات چنـدانی صـورت نگرفتـه است. هدف این تحقیق تعیین تأثیر سطوح مختلف پلیمر سوپرجاذب بر میزان آزاد سازی عناصر غذایی از کوددامی در سـطوح مختلـف رطوبـت است.

۲- مواد و روش ها

نمونه‌های خاک در بهمن‌ماه سال ۱۳۹۲ از مزرعه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحـد تبریـز، بـا موقعیـت جغرافیـای ´۲۶ و °۴۶ طول شرقی و ´۱، °۳۸ عرض شمالی، به شکل تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. برخی خـواص شـیمیایی و فیزیکـی خاک مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است. طرح آزمایشی مورد استفاده فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی بود. فاکتور اول نـوع و مقـدار اصلاح‌کننده با شش سطح شامل: الف) بدون اصلاح کننده(C) ، ب) پلیمر سوپرجاذب با سطح ۰/۲ درصد وزنی ($As_{0.2}$)، ج) پلیمر سـوپرجاذب با سطح ۰/۴ درصد ($As_{0.4}$)، د) کود دامی با سطح دو درصد وزنی(M)، م) پلیمر سوپر جاذب با سطح ۰/۲ درصد وزنی به همراه کـود دامـی بـا سطح دو درصد وزنی($As_{0.2}$+M) و هـ) پلیمر سوپرجاذب با سطح ۰/۴ درصد وزنی به همراه کود دامی با سطح دو درصـد وزنـی($As_{0.4}$+M) بود. فاکتور دوم رطوبت با سه سطح شامل(h_3)۶۰، (h_2)۷۰ و (h_1)۸۰ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای بود. بـرای هـر تیمـار سـه تکـرار در نظـر گرفته شد. در نهایت ۱۸ تیمار با سه تکرار و جمعاً ۵۴ واحد آزمایشی بود. نمونه های خاک پس ازهوا خشک شدن از الک دو میلی متـری عبـور داده شدند و خاک مورد نیاز برای گلدان های پلاستیکی ۱/۵کیلوگرمی جهت رسیدن به وزن مخصوص ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعـب محاسـبه شد. در تیمارهای اصلاح با پلیمر سوپرجاذب آکوازورب وزن پلیمرو در تیمارهای کود دامی، وزن کود دامی محاسبه و با خاک مخلوط شد. مقـدار آب لازم برای رسیدن خاک گلدان ها به رطوبت های مورد نظر نیزمحاسبه و به خاک گلدان ها اضافه شد. سپس وزن‌های به دست آمده برای هر گلدان یادداشت و روی آن‌ها برچسب‌گذاری شد. در طول مدت آزمایش رطوبت گلدان‌ها به روش وزنی ثابت نگه داشته شـد و طـول مـدت انکوباسیون گلدان‌ها ۳ ماه در نظر گرفته شد. پس از اتمام طول مدت انکوباسیون، گلدان‌ها به آزمایشـگاه انتقـال یافتنـد. درنمونـه هـای خـاک پارامترهای فسفرقابل جذب (Olsen & sommers, 1982)، سدیم و پتاسیم قابل جذب به ترتیـب بـه روش عصـاره‌گیـری بـا آب مقطـر و استات آمونیوم(Knudsen et al.,۱۹۸۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی(Bower et al.,۱۹۵۲)، کلاس بافت خـاک بـه روش هیـدرومتری در نمونه های خاک اندازه گیری شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد و پنج درصـد انجـام پـذیرفت و از نرم‌افزارهای Excel وSAS برای آنالیز آماری استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

خاک مورد مطالعه در تحقیق حاضر یک خاک شور بود که قبل از انکوباسیون، دارای هدایت الکتریکی برابر با ۷/۹۲ دسی زیمنس بر متـر و نسبت جذب سدیم برابر با ۱۳ بود. مطابق تجزیه خاک درصد شن، سیلت و رس به ترتیب برابر با ۷۵/۳۸، ۱۸ و ۴/۶۲ درصد و خـاک دارای کلاس بافت لومی شنی بود (جدول۱).

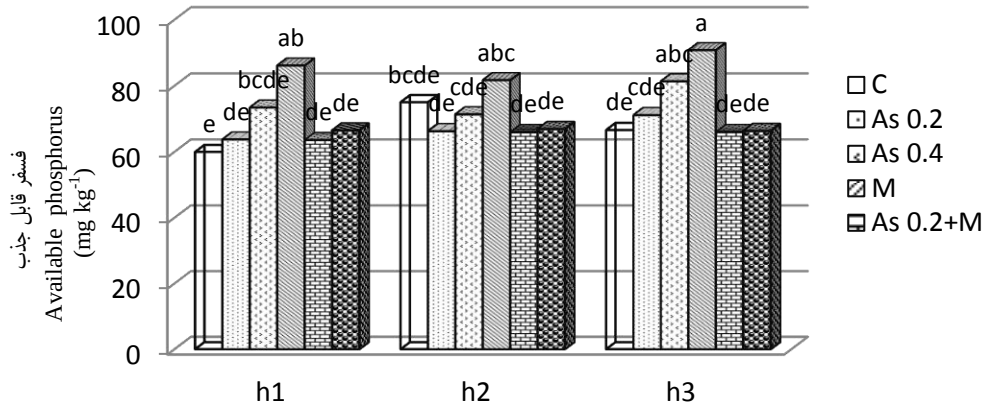
جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک قبل از انکوباسیون

هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته ی گل اشباع	کربن آلی (٪)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	سدیم قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
۷/۹۲	۷/۶۸	۰/۳۱	۵۰/۲۷	۲۸۵/۷	۱۲۱/۵

سدیم محلول (mg/kg)	پتاسیم محلول (mg/kg)	کلسیم محلول (meq/lit)	کلسیم + منیزیم (meq/lit)	CEC ($cmolC/kg$)	SAR	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	کلاس بافت خاک
۱۸/۲۱	۱۷۰	14/4	53/6	۱۶/۷۸	۱۳	۱/۳۲	لومی شنی

۳-۱- فسفر قابل جذب خاک

تأثیر ترکیب تیماری نوع و مقدار اصلاح کننده و درصد رطوبت بر فسفر قابل جذب خاک در شکل ۱ نشان داده شده است.



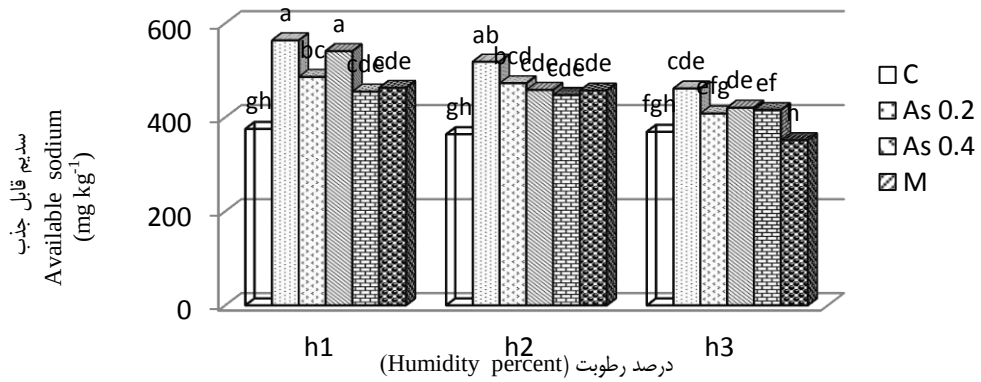
شکل ۱- اثر ترکیب تیماری نوع و مقدار اصلاح کننده* درصد رطوبت بر فسفر قابل جذب

Figure1-The effect of mixture treatment of amendment type and value * humidity Percent on available phosphorus

مطابق این شکل، میان تیمارهای پلیمر سوپر جاذب ۰/۲ درصد وزنی در سطوح رطوبتی مختلف و نیز میان تیمارهای پلیمر سوپر جاذب ۰/۴ درصدوزنی در سطوح رطوبتی مختلف اختلاف معنی‌داری دیده نشد. این نتیجه به این معنی است که با کاربرد پلیمر سوپرجاذب حتی در سطوح رطوبتی کم می‌توان به افزایش فسفر قابل جذب خاک کمک کرد. کاربرد هم زمان کود دامی و پلیمر سوپر جاذب در هر سه سطح رطوبتی نتایج یکسانی داشت ولی در هر سه حالت نسبت به کود دامی فسفر قابل جذب کمتری در خاک تولید کرد. علت این امر احتمالاً جذب عناصر غذایی آزاد شده از کود دامی به وسیله‌ی پلیمر سوپر جاذب است.(بهبهانی، ۱۳۸۳)، گزارش کرد که پلیمر سوپر جاذب قادر است عناصر غذایی نیتروژن و فسفر را جذب نماید. اگر چه فراهمی عنصر غذایی فسفربه ویژه در خاک های متأثر از املاح از اهمیت بالایی برخوردار است ولی مسائلی نظیر آلودگی آبهای زیر سطحی و سمیت و غیره نیز باید در نظر گرفته شود. کاربرد سطوح بالای این اصلاح کننده ها تنها در صورتی که باعث افزایش فسفر در زهاب و افزایش احتمال آلودگی آب های زیر سطحی نگردد، توصیه می‌شود. مطالعات متعددی گزارش کرده اند که کاربرد بیش از حد کود دامی منجر به تجمع نیترات و فسفر در خاک (Chang & Entz, 1991؛ Peters & Basta, 1996) و آلودگی آب های زیر زمینی و سطحی می‌شود (Chang & Entz, 1996؛ Hao & Chang, 2003).

۳-۲- سدیم قابل جذب خاک

تأثیر ترکیب تیماری نوع و مقدار اصلاح کننده و درصد رطوبت بر سدیم قابل جذب خاک در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- اثر ترکیب تیماری نوع و مقدار اصلاح کننده * درصد رطوبت بر سدیم قابل جذب

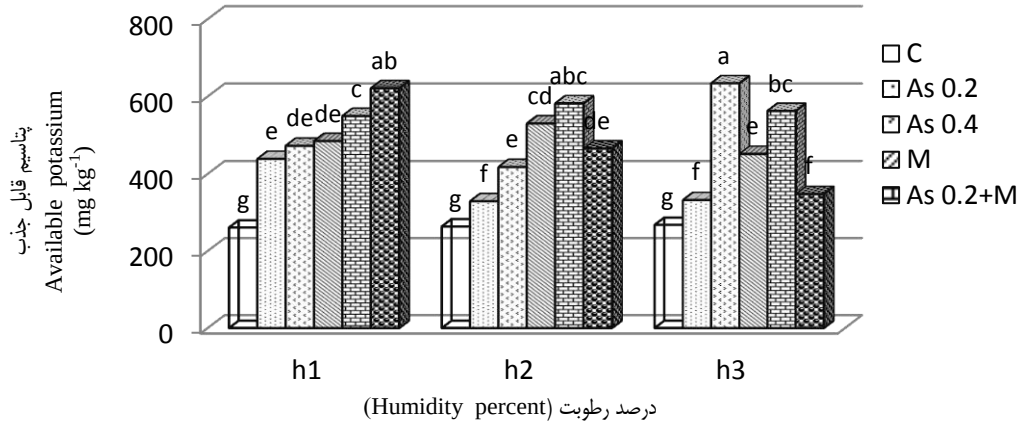
Figure2- The effect of mixture treatment of amendment type and value * humidity Percent on available

sodium

مقایسات میانگین (شکل۲) نشان می دهد که افزودن تمامی اصلاح کننده ها با تمامی سطوح، مقدار سدیم قابل جذب خاک را نسبت به تیمارهای بدون اصلاح کننده در هر سه سطح رطوبتی افزایش داده است. افزایش سطح پلیمر سوپرجاذب از ۰/۲ درصد وزنی به ۰/۴ درصد وزنی باعث کاهش مقدار سدیم قابل جذب خاک شد، هرچند این کاهش تنها در سطح رطوبتی ۸۰ درصد FC معنی‌دار بود که نشان دهنده ی جذب سدیم به وسیله ی پلیمر سوپر جاذب در سطوح مصرفی بالاتر است. در هر سه سطح رطوبتی، تأثیر تیمار کود دامی مشابه با دو تیمار پلیمر سوپر جاذب بود.کاربرد توأم کوددامی همراه با پلیمرهای سوپرجاذب در اکثر موارد باعث کاهش معنی‌دار سدیم قابل جذب خاک گردید که حاکی از تأثیر مثبت کاربرد هم زمان این دو اصلاح کننده در کاهش سدیم قابل جذب خاک در مقایسه با کاربرد پلیمر سوپرجاذب به صورت تنها می باشد.

۳-۳- پتاسیم قابل جذب خاک

تأثیر ترکیب تیماری نوع و مقدار اصلاح کننده و درصد رطوبت بر پتاسیم قابل جذب خاک در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- اثر ترکیب تیماری نوع و مقدار اصلاح کننده * درصد رطوبت بر پتاسیم قابل جذب

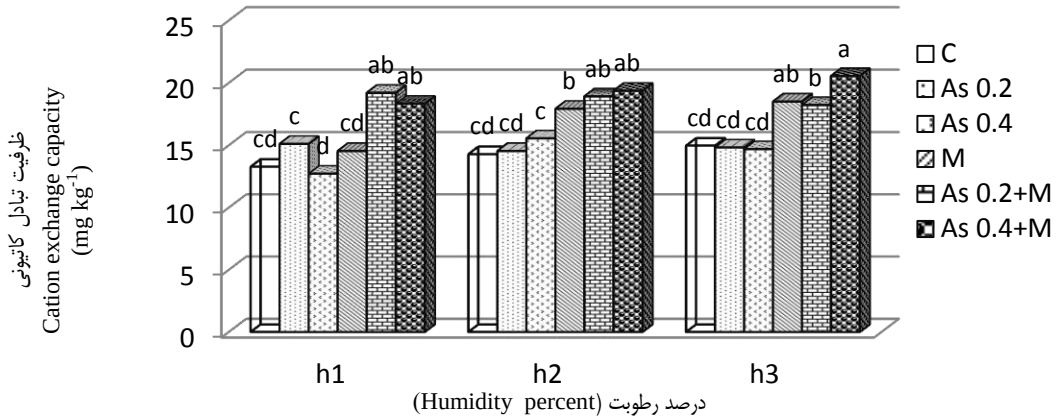
Figure3- The effect of mixture treatment of amendment type and value * humidity Percent on available potassium

همان طور که در شکل۳ مشاهده می شود کاربرد تمامی اصلاح کننده‌ها در هر سه سطح رطوبتی، پتاسیم قابل جذب را افزایش داده اند. (کریمی و نادری، ۱۳۸۵)، دریافتند که با کاربرد پلیمر سوپرجاذب کارآیی عناصر غذایی به خصوص نیتروژن، فسفر و پتاسیم افزایش می‌یابد. مهمترین نوع پلیمرهای سوپرجاذب مورد استفاده در کشاورزی پلیمرهایی با ماهیت پلی آکریل آمید می‌باشند. این پلیمرها آلی و از پلی اکریلات پتاسیم و کوپلیمرهای پلی اکریل آمید تشکیل شده‌اند و از نظر بار الکتریکی دارای انواع آنیونی، کاتیونی و خنثی می باشند. نوع آنیونی آن در کشاورزی حائز اهمیت است. احتمالاً چون در ساختار این پلیمرها پلی اکریلات پتاسیم وجود دارد می‌تواند دلیل بر افزایش پتاسیم به وسیله‌ی این پلیمرها باشد (Musick & Walker, 1987). به این نکته نیز باید توجه کرد که پلیمر سوپر جاذب مصرفی در این تحقیق از نوع آکوازورب KM۳۰۰۵ محصول کشور فرانسه می باشد که ترکیب آن شامل پلیمرهای شبکه ای اکریل آمید و اکریلات پتاسیم است. کوددامی نیز در هر سه سطح رطوبتی به طور مشابه باعث افزایش پتاسیم خاک شده است. با توجه به اینکه کوددامی در حدود ۲۲/۵ میلی گرم بر کیلوگرم پتاسیم داشت، پتاسیم قابل جذب خاک را نسبت به خاک اولیه افزایش داد. (رضایی نژاد و افیونی، ۱۳۷۹)، به این نتیجه رسیدند که کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک می‌گردند و قابلیت جذب روی، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش می‌دهد. نکته ی قابل توجه دیگر این است که تفاوت چندانی میان تیمارهای مشابه در سطوح رطوبتی مختلف دیده نمی‌شود که نشان دهنده ی تأثیر مطلوب پلیمر سوپرجاذب در سطوح رطوبتی کم است. این موضوع به اهمیت کاربرد پلیمر سوپر جاذب در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک تأکید دارد. کاهش قابل توجه پتاسیم قابل جذب خاک در تیمارهای سوپر جاذب ۰/۴ درصد وزنی به

همراه کوددامی به خصوص در سطوح رطوبتی پایین تر می‌تواند به علت اثر سوء سطح بالای پلیمر سوپرجاذب در خاک باشد. لذا مـی‌تـوان سطح ۰/۲ درصد وزنی از پلیمر سوپرجاذب به همراه کوددامی را به عنوان تیمار مطلوب از لحاظ پتاسیم قابل جـذب خـاک بـه خصـوص در رطوبت های کم معرفی کرد.

۳-۴- ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

تأثیر ترکیب تیماری نوع و مقدار اصلاح کننده بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در شکل 4 نشان داده شده است.



شکل ۴- اثر ترکیب تیماری نوع و مقدار اصلاح کننده بر ظرفیت تبادل کاتیونی

Figure4- The effect of mixture treatment of amendment type and value * humidity Percent on Cation exchange capacity

همان طور که در شکل۴ نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در تیمارهای کاربرد توأم پلیمرهای سوپر جاذب و کود دامی مشاهده شد. این نتیجه تأییدی بر اهمیت کاربرد توأم پلیمرهای سوپرجاذب به همراه مواد آلی بـه خصـوص در سـطوح رطـوبتی پایین تر است. با توجه به اینکه در اکثر موارد تفاوت معنی‌داری ما بین تیمارهای پلیمر سوپرجاذب در سطح ۰/۲ درصد وزنی همراه بـا کـود دامی (تیمار $(As_{0.2}+M)$) و پلیمر سوپرجاذب ۰/۴ درصد وزنی همراه با کود دامی (تیمار $(As_{0.4}+M)$) وجود نـدارد مـی‌تـوان کـاربرد سطح ۰/۲ درصد وزنی پلیمر سوپر جاذب به همراه کود دامی دو درصد وزنی را برای افزایش مطلوب ظرفیت تبادل کـاتیونی خـاک توصـیه کرد. پلیمرهای سوپرجاذب از نوع آنیونی با دارا بودن قابلیت بالای ظرفیت تبادل کاتیونی قادرند علاوه بر جذب مقادیر زیاد آب، کاتیون‌های مؤثر و مفید رشد گیاه را در خود جذب نموده و در مواقع لزوم در اختیار گیاه قرار دهند (عابدی کوپایی، ۱۳۸۳). با توجـه بـه اینکـه ظرفیـت تبادل کاتیونی خاک یکی از مهمترین خصوصیات شیمیایی خاک است و یک شاخص مفید برای بـرای حاصـلخیزی خـاک مـی‌باشـد. زیـرا توانایی خاک برای تأمین سه ماده‌ی غذایی مهم کلسیم، منیزیم و پتاسیم را نشان می‌دهد و شاخص خوبی برای کیفیت و بهـره وری خـاک می باشد (Mirkhani et al., 2005). مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بسته به نوع و شرایط خاک متغیر است. رس و مواد آلی خـاک به علت دارا بود سطح ویژه زیاد و باردار بودن نقش مهمی در ظرفیت تبادل کاتیونی دارند و لذا با افزایش مقدار رس و مواد آلی خاک مقـدار ظرفیت تبادل کاتیونی آن افزایش می‌یابد (Mirkhani et al., 2005).

۴- نتیجه گیری کلی:

۱- کاربرد توأم پلیمر سوپرجاذب همراه با کوددامی در هر سه سطح رطوبتی میزان فسفر قابل جذب، پتاسـیم قابـل جـذب، ظرفیـت تبـادل کاتیونی و درصد رطوبت ظرفیت مزرعه ای را افزایش داد ودر اکثر موارد باعث کاهش معنی دار سدیم قابل جذب خاک گردید.

۲- با توجه به عدم وجودتفاوت معنی دار بین سطح۰/۲ و ۰/۴ درصد پلیمرسوپرجاذب در اکثرموارد، می توان کـاربرد سـطح ۰/۲درصـدوزنی همراه باکوددامی رابه عنوان مناسب ترین تیمارازلحاظ بهبودخواص شیمیایی وحاصلخیزی خاک معرفی کرد.

۵- پیشنهادات:

۱- کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب در مناطق خشک و نیمه خشک و دیم خیز کشور.

۲-بررسی اثر پلیمرهای سوپرجاذب همراه با روش های مختلف آبیاری بر افزایش راندمان آبیاری و استفاده بهینه از حداقل منابع آب.

۳-بررسی کاربرد مقادیر مختلف پلیمر جاذب به همراه دوره های آب آبیاری در اصلاح خواص فیزیکی و شیمیایی خاک.

منابع

- ابراهیمی، س.، م. همایی و ا. واشقانی فراهانی. ۱۳۸۶. تورم تناوبی پلیمرهای جاذب در محیط متخلخل خاک. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ایران. جلد هشتم، شماره ۴، ص. ۱ ـ ۱۸.
- اله دادی، ا.، ب. مؤذن قمصری و غ. ع. اکبری. ۱۳۸۵. بررسی کاربردی پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان راهکاری مهم در کاهش اثرات تنش خشکی در گیاهان زراعی. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص. ۱۵۳ ـ ۱۷۳.
- بهبهانی، م. ۱۳۸۳. ارزیابی تأثیر هیدروژل‌های سوپرجاذب و تیمارهای کم آبیاری در نگهداری عناصر غذایی در بسترهای کشت هیدروپونیک. سومین دوره آموزشی تخصصی پلیمر سوپرجاذب. ص. ۱۳ ـ ۸۴.
- خادم، س.، ع. گلومی، ا. احمدیان و خ. روستایی. ۱۳۸۶. بررسی کاربرد پلیمر سوپرجاذب و کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای ۷۰۴ در شرایط خشکی. همایش منطقه‌ای خشکسالی، پیامدها و راهکارهای مقابله با آن. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند. ص. ۶۳ ـ ۷۰.
- رضایی‌نژاد، ی. و م. افیونی. ۱۳۷۹. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک. جذب عناصر به وسیله ذرت و عملکرد آن. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). جلد چهارم، شماره ۴، ص. ۱۹ ـ ۲۸.
- سیددراجی، س.، ا. گلچین و ش. احمدی. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف پلیمر سوپرجاذب (**Super ab - 200A**) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی نشریه آب و خاک. جلد بیست و چهارم، شماره ۲. ص. ۳۰۶ ـ ۳۱۶.
- عابدی کوپایی، ج. و ف، سهراب. ۱۳۸۳. ارزیابی اثر کاربرد پلیمرهای ابرجاذب بر ظرفیت نگهداشت و پتانسیل آب بر سه نوع بافت خاک. مجله علمی ـ پژوهشی علوم و تکنولوژی پلیمر. جلد هفدهم، شماره ۳، ص. ۱۶۳ ـ ۱۷۳.
- کریمی، ا. و م. نادری. ۱۳۸۵. اثرات کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر کارایی مصرف کود در ذرت علوفه‌ای. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد بیست، شماره ۶، ص. ۲۱۷ ـ ۲۲۵.
- منتظر، ع. ا. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب بر زمان پیشروی و پارامترهای نفوذ خاک در روش آبیاری جویچه‌ای. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد بیست و دو، شماره ۲. ص. ۳۴۱ ـ ۳۵۷.
- Bower, C. A. R., F. Reitmeier and M. Firreman. 1952. Exchangeable - Cation analysis of saline and alkali soils. Soil Science. 73: 251 - 261.
- Chang, C. and T. Entz. 1996. Nitrate leaching losses under repeated cattle feedlot manure applications in southern Alberta. J. Environ. Qual. 25: 145 - 153.
- Chang, C., T. G. Sommerfeldt, and T. Entz. 1991. Soil chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure. J. Environ. Qual. 20: 475 - 480.
- Chatzopoulos, F., J. F. Fugit and L. ouillos. 2000. Eudecation function sodium retituk, European. Polymer Journal. 36: 51 - 60.
- Hao, X. and C. chang. 2003. Does long - term heavy cattle manure application increase salinity of a clay loam soil in semi - arid southern Alberta: Agri. Ecos. Envir. 94: 89 - 103.
- Kiattka Mjornwong, S. 2007. Superabsorbent polymer and superabsorbent polymer composites. Journal of Science Asia, 33 (1): 39 - 43.
- Knudsen, D., G. A. Paterson and P. F. Partt. 1982. Lithium, sodium and potassium. PP. 225 - 246. In: page etal. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. ASA, SSSA, Madison, USA.
- Mikklelsen, R. L. 1994. Using hydrophilic polymer to control nutrient. Journal of Fertilizer Research. 38: 53 - 59.
- Mirkhani, R., M. Shabanpour and S. Saada. 2005. Using particle - size distribution and organic

carbon percentage to predict the cation exchange capacity of soils of Lorestan province. Tehran, Iran J. soil and Water Sci. 19 (2): 235 - 242.

- Musick, J. T. and J. D. Walker. 1987. Irrigation Practices for reduced water application - Texas High plains. APP. Engin. Agric. 3: 190 - 195.
- Olsen, S. R. and L. O. sommers. 1982. Phosphorus. PP. 403 - 430. In: Page etal. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No. 9. ASA. And SSSA: Madison, WI.
- Peters, J. M. and N. T. Basta. 1996. Reduction of excessive bioavailable phosphorus in soil by using municipal and industrial wastes. J. Environ. Qual. 25: 1236 - 1247.