

ارزیابی و مقایسه تأثیر هیدروچار اصلاح شده و سوپر جاذب بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

یزدان خدارحمی^{۱*}، سعید برومند نسب^۲، امیر سلطانی محمدی^۳ و عبدعلی ناصری^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۰

چکیده

امروزه با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در زمین‌های زراعی و تخریب خاک و محیط زیست تحت مصرف همین کودها، اهمیت استفاده از کودهای آلی و مواد پلیمری همچون هیدروچار و سوپر جاذب را برجسته می‌سازد. بدین منظور تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف هیدروچار اصلاح شده باکاس نیشکر و سوپر جاذب نوع A200 به عنوان مواد سازگار با محیط زیست بر برخی از خصوصیات خاک با مدل آماری طرح فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با چهار تکرار و به مدت چهار ماه در سال ۹۶-۹۷ در دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. سطوح استفاده از هیدروچار و سوپر جاذب شامل سه سطح ۰، ۲ و ۵ گرم در هر کیلو گرم خاک (۰، ۰/۲ و ۰/۵ درصد وزنی) بود. نتایج نشان داد که سطح دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک به ترتیب سبب افزایش ۵/۲ و ۹/۴ درصدی تخلخل کل، ۹ و ۱۷/۹ درصدی رطوبت ظرفیت زراعی، ۰/۴۳ و ۱/۲ درصدی رطوبت نقطه پژمردگی، ۹/۸ و ۱۸ درصدی کربن آلی، ۴ و ۱۵ درصدی فسفر قابل جذب، ۶ و ۱۸ درصدی ازت، ۵/۵ و ۱۶ درصدی هدایت الکتریکی و کاهش ۴/۷ و ۷/۳ درصدی جرم مخصوص ظاهری، ۰/۳۸ و ۰/۷۷ درصدی جرم مخصوص حقیقی، ۰/۳۹ و ۱ درصدی اسیدیته خاک نسبت به شاهد شد. سطح دو و پنج گرم سوپر جاذب بر کیلو گرم خاک نیز به ترتیب سبب افزایش ۱۰ و ۱۸/۶ درصدی رطوبت ظرفیت زراعی، ۸ و ۱۱ درصدی رطوبت نقطه پژمردگی، ۰/۵۲ و ۰/۹۲ درصدی اسیدیته، ۴ و ۱۳ درصدی هدایت الکتریکی، ۲/۷ و ۹/۹ درصدی تخلخل کل و کاهش ۲ و ۵/۷ درصدی جرم مخصوص ظاهری خاک شد و تأثیر معنی‌دار بر میزان کربن آلی، فسفر قابل جذب، ازت و جرم مخصوص حقیقی خاک نداشت. به طور کلی نتایج بیانگر برتری تیمار هیدروچار نسبت به تیمار سوپر جاذب بر بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با بافت لوم می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ماده آلی، سوپر جاذب A200، هیدروچار اصلاح شده، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

مقدمه

خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک بیش از ۸۰ درصد زمین‌های کشاورزی را شامل می‌شوند و از نظر مواد آلی فقیر می‌باشند، لذا برای بهبود باروری این خاک‌ها، افزودن مواد آلی به آن‌ها ضروری است.

بقایای گیاهی به دلیل دارا بودن حجم زیاد و خشبی بودن، در تهیه زمین و کاشت محصول بعدی ممکن است ایجاد مشکل کنند و به همین دلیل بایستی به طریقی خرد و یا خاک مخلوط شوند و مدت زمان کافی و شرایط مناسب برای تجزیه آنها فراهم گردد (jalali et al., 2011). به همین دلیل از دیر باز روش‌هایی چون سوزاندن بقایای گیاهی، باقی گذاشتن بقایا بر سطح خاک، جمع‌آوری بقایا از سطح مزرعه و شخم بقایا در خاک مطرح بوده است. سوزاندن مداوم بقایای محصول قبلی به‌ویژه در شرایط تناوب دو محصولی، کمبود مواد آلی خاک و کاهش حاصلخیزی خاک‌های زراعی را در پی خواهد داشت (Fawcett and Towery., 2002). فرآیند تولید کربن به روش هیدروترومال اولین بار توسط برجیس و اسپکت در سال ۱۹۱۳ ارائه شد. این فرآیند شامل حرارت دادن زیست توده گیاهی یا مواد دیگر در یک ظرف سر بسته تحت فشار در حضور آب و در دمایی بین

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲- استاد آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۳- دانشیار آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۴- استاد آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

(* نویسنده مسئول: Email: Khodarahmi1372@gmail.com)

2002; Johnson, 1984; Flannery and Busscher., 1982). ظرفیت ذخیره آب به بافت خاک، نوع و اندازه پلیمر و اصلاح خاک بستگی دارد (Jhurry, 1997). اختر و همکاران (۲۰۰۴) بیان نمودند که افزایش ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد هیدروژل به خاک لومی و لوم شنی منجر به افزایش خطی رطوبت ظرفیت زراعی با ضریب همبستگی (۰/۹۸۸) و افزایش آب قابل استفاده گیاه در هر خاک گردید (Akhter et al., 2004). آمارلیس و همکاران (۲۰۱۰) با کاربرد کود و پلیمر پلی آکریلید برای بالا بردن رشد طبیعی گونه‌های گیاهی در خاک معدنی به منظور افزایش فعالیت‌های آنزیمی، بالاترین بهبود در شرایط خاک همراه با پلیمر و کود را مشاهده کردند، بیشترین توده خشک گیاهی نیز در خاک ترکیبی کود و پلیمر حاصل شد، که این مسئله ناشی از اصلاح کیفیت خاک معدنی به دلیل افزایش کود و پلیمر بوده که رشد گیاهان را افزایش داد (Amarilis et al., 2010). هدف از این پژوهش بررسی تأثیر هیدروچار اصلاح شده و سوپرچادز بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. گرچه تا کنون مطالعاتی روی اثر سوپرچادز بر برخی از خصوصیات خاک انجام شده است ولی تا کنون تأثیر و مقایسه کاربرد هیدروچار اصلاح شده و سوپرچادز بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بررسی نشده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۱۳۹۷ به مدت چهار ماه و با دو تیمار مختلف از هیدروچار اصلاح شده و سوپرچادز نوع A200، هر کدام در سه سطح مختلف صفر، دو و پنج گرم در هر کیلو گرم خاک (۰، ۰/۲ و ۰/۵ درصد وزنی) در چهار تکرار انجام شد. نمونه بدون هیدروچار و سوپر چادز به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. نمونه‌ی خاک برداشت شده، پس از خشک شدن در هوا از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. قبل از انجام آزمایش‌های مربوط به بررسی تأثیر هیدروچار اصلاح شده و سوپر چادز، برخی از خصوصیات نمونه خاک با استفاده از روش‌های مرسوم مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۱). سوپر چادز مورد استفاده از نوع A200 از شرکت نانو هورسان و باگاس نیشکر نیز برای تولید هیدروچار از شرکت کشت و صنعت نیشکر فارابی تهیه شد.

روش تهیه هیدروچار باگاس نیشکر

برای تولید هیدروچار پس از تهیه باگاس و آسیاب کردن آن در ظروف درپوش دار مخصوص ریخته شد. سپس در اتوکلاو از جنس فولاد ضد زنگ به همراه آب دیونیزه قرار داده شد. اتوکلاو در درجه حرارت ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ تا ۶ ساعت حرارت داده شد. بعد از این مرحله و رسیدن دمای ظرف به دمای اتاق آزمایشگاه، پس

۱۸۰ تا ۲۰۰ درجه سلسیوس می‌باشد و حاصل این واکنش، زغال (هیدروچار) و مواد آلی محلول است (Heilmann et al., 2010; Sevilla and Fuertes., 2009). اساس فرآیند هیدروترومال، تجزیه ساختار کربوهیدرات‌ها بوسیله عمل گرمایی می‌باشد و در طی آن مواد قندی آزاد و سایر محصولات تولید می‌شود (Heilmann et al., 2010). در نتیجه این فرآیند نشان‌دهنده سازگاری با محیط زیست و ارائه یک تکنیک ساده می‌باشد که طی آن در ابتدا زیست توده و مواد قندی به پلیمرهای پیش تغلیظ شده تبدیل و در ادامه طی فرآیندهای آگیری، پلیمر شدن و متراکم شدن بیشتر، مشتقاتی غنی از کربن به- دست می‌آید (Akhter et al., 2004). از مزایای هیدروچار می‌توان به کاهش گازهای گلخانه‌ای از قبیل CO₂ و N₂O (Lehmann, 2007; Laird, 2010; Sohi et al., 2009) ترسیب کربن خاک (Lehmann and Joseph., 2009)، افزایش حاصلخیزی خاک (Li et al., 2012)، افزایش تخلخل خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (Masto et al., 2013) اشاره کرد. در رابطه با پلیمرهای سوپر چادز می‌توان گفت که هیدروژل‌های سوپرچادز یا ژل‌های پلیمری آب دوست، هیدروژل‌هایی هستند که می‌توانند مقادیر زیادی آب را جذب کنند (Barvenik., 2007). ذرات هیدروژل سوپرچادز بدون حل شدن تا رسیدن به حجم تعادلی خود متورم می‌شوند. از ویژگی‌های سوپرچادزها می‌توان به توانایی جذب آب زیاد، سرعت زیاد جذب و استحکام ژل اشاره کرد. اصلاح محیط ریشه بوسیله پلیمرها نتایجی مانند افزایش نگهداشت آب در محیط رشد گیاه، بهبود بافت خاک و افزایش دور آبیاری را به دنبال دارد (Abedi-Koupai et al., 2008). با توجه به pH سوپرچادز که بین ۶ تا ۷ است، اثر سوء بر خاک نداشته و هیچگونه سمیتی نیز ندارد. سوپرچادزها به علت تغییر حجم مداوم، میزان هوا را در خاک افزایش می‌دهند. عمر مفید سوپرچادزها در خاک تا ۵ سال گزارش شده است (Koupai and Asadkazemi., 2006). استفاده از مواد سوپرچادز به عنوان مخزن ذخیره، جهت جلوگیری از اتلاف آب و افزایش راندمان آبیاری است (Abedi koupai et al., 2010). عموماً سوپرچادزها، بی رنگ، بی بو، بدون خاصیت آلاینده‌گی در خاک یا آب‌های سطحی و زیرزمینی و بافت‌های گیاهی می‌باشند. پلیمرهای سوپرچادز با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود دانه بندی و ساختمان خاک و نیز افزایش قابلیت ثبات خاکدانه‌ها و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاه زراعی خصوصاً در شرایط تنش خشکی فراهم می‌کنند (Abedi Koupai., 2010). پلیمرهای سوپر چادز بر میزان نفوذ آب در خاک، وزن مخصوص ظاهری و ساختمان خاک تأثیر می‌گذارند (Helalia and Letey., 1988). هدف اصلی از افزودن پلیمرهای سوپر چادز به خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و افزایش دور آبیاری است (Peterson, 2007).

بود، بر روی ستون‌ها قرار گرفتند (استفاده از سرم قابلیت تعیین زمان آبیاری و اعمال میزان آبیاری به‌طور دقیق را فراهم کرد). آبیاری ستون‌های خاک نیز به روش وزنی انجام شد؛ بدین صورت که یک ستون مجزا (ابعاد دقیقاً مطابق لوله‌های آزمایش) با خاک شاهد پر گردید و با داشتن اطلاعات خاک از قبیل رطوبت ظرفیت زراعی موجود (FC) و رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) و با خارج شدن رطوبت سهل الوصول ($MAD=50\%$) اقدام به آبیاری گردید. تعداد آبیاری‌ها شامل ۱۵ آبیاری و میزان آب وارد شده به هر ستون در هر آبیاری تقریباً ۳۵۰ میلی‌لیتر بود. آبیاری ستون‌های خاک به مدت ۱۵ هفته انجام پذیرفت. پس از پایان این دوره ویژگی‌هایی از خاک از قبیل کربن آلی (OC) از روش والکلی بلک^۱، فسفر قابل جذب (P) از روش اولسن، ازت کل (N) از روش کج‌دال، هدایت الکتریکی (EC)، اسیدیته (pH)، رطوبت ظرفیت زراعی (FC)، رطوبت نقطه پژمردگی دائم (pwp)، جرم مخصوص حقیقی (ρ_a)، جرم مخصوص ظاهری (ρ_b) و تخلخل (n)، اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید. جدول (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده و ترکیبات سوپر جاذب A200 مورد استفاده در تحقیق را نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

شکل (۱) و (۲) به ترتیب ساختار ظاهری هیدروچار اصلاح شده و سوپر جاذب مورد استفاده به روش تصویر برداری میکروسکوپ الکترونی روبشی را در بزرگنمای ۵۰۰ نشان می‌دهد. حضور گروه‌های عاملی سطحی اکسیژن‌دار مانند گروه‌های هیدروکسیلی، کربوکسیلی و کربونیلی در هیدروچار باعث ظرفیت تبادل کاتیونی هیدروچار شده و در نتیجه منجر به افزایش نگهداشت مواد مغذی و جذب آلودگی‌ها نظیر فلزات سنگین در محیط‌های آبی و خاکی می‌شود (Fang et al., 2015; Yu and kookana., 2010). با توجه به اندازه منافذ مرتبط با ذخیره آب موجود در گیاه (۰/۲ تا ۵۰ میکرومتر) و توانایی هیدروچار در نگهداشت رطوبت خاک، تصاویر میکروسکوپ الکترونی مربوط به هیدروچار محتوای بالایی از منافذ در این محدوده را تأیید می‌کند (Heilmann et al, 2010; Sohi et al., 2009). سطح هیدروچار نسبت به سوپر جاذب دارای خلل و فرج درشت که به صورت حفره‌های لانه زنبوری است می‌باشد. این شبکه لانه زنبوری در واقع بیانگر اسکلت کربن در ساختار هیدروچار است (Ghani et al, 2013).

از عبور محتویات از کاغذ صافی، ذرات جامد را با آب دیونیزه شستشو داده (برای رفع ناخالصی‌های مواد) و سپس در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی خشک گردید (Fang, 2015).

اصلاح‌سازی هیدروچار باگاس نیشکر

نحوه اصلاح‌سازی هیدروچار باگاس نیشکر بدین گونه بود که ۳۰۰ گرم از هیدروچار باگاس نیشکر به ۱۸۰ میلی‌لیتر اپی کلروهیدرین^۱ و ۱۵۰ میلی‌لیتر دی میتیل فروماید^۲ اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از آن، ۶۰ میلی‌لیتر اتیلن دی آمین^۱ به ترکیب اضافه گردید و به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس ۱۵۰ میلی‌لیتر تری میتل آمین^۲ ۴۰ درصد به سوسپانسیون اضافه شد و به مدت ۱۲۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. در نهایت برای پاک کردن بقایای مواد شیمیایی از سطح هیدروچار، چندین مرتبه با آب دیونیزه شسته شد و در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید (xu et al., 2010).

آماده‌سازی ستون‌های خاک

ستون‌های مورد استفاده در این پژوهش، لوله‌های پولیکا به قطر ۱۰/۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر بودند. به‌منظور جلوگیری از خروج خاک، انتهای استوانه‌ها توسط کاغذ صافی و توری پلاستیکی، مفتول سیمی و درپوش پلاستیکی که روی آن سوراخ‌هایی تعبیه شده و مسدود گردید. برای زهکشی آزاد خاک، پنج سانتی‌متر اول ستون‌ها با شن به قطر پنج تا ۱۰ میلی‌متر پر گردید. به‌منظور کاهش جریان ترجیحی، قبل از ریختن خاک در ستون‌ها، دیواره آن‌ها به وسیله گریس چرب گردید. با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه (۱/۴۸) گرم بر سانتی‌متر مکعب) و حجم ستون خاک (۳۲۴۱) سانتی‌متر مکعب می‌باشد، مقدار ۴۷۹۷ گرم خاک برای پر کردن هر ستون تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری لازم بود. میزان سوپر جاذب و هیدروچار باگاس نیشکر برای هر ستون محاسبه و با خاک مخلوط شد. برای جلوگیری از فشردگی خاک هنگام پر کردن ستون‌ها، از یک کیف بلند استفاده شد و همزمان به ستون خاک به‌طور منظم ضرباتی زده شد تا یکنواختی قرارگیری ذرات خاک در ستون حفظ شود. ستون‌های خاک بر روی شبکه فلزی با پایه‌های ۱۲۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. برای سهولت در اعمال آبیاری، سرم‌هایی در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری، آویخته به میله‌های فلزی که بر روی شاسی تعبیه شده

- 1- Epichlorohydrin
- 2- N-dimethylformamide
- 3- Ethylenediamine
- 4- Trimethylamine

جدول ۱- مشخصات خاک مورد استفاده در پژوهش

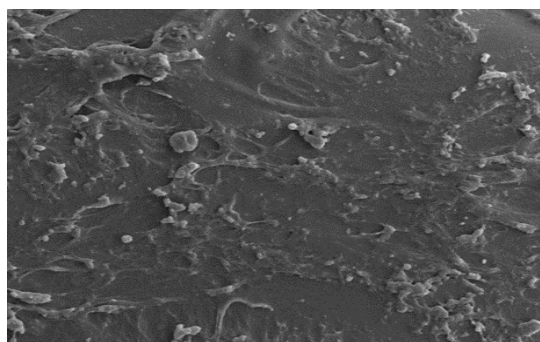
پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
بافت خاک (بدون واحد)	لوم	تخلخل (درصد)	۴۳
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۲/۴۳	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲۳/۸۷
اسیدیته (بدون واحد)	۷/۷۷	کربن آلی (درصد)	۰/۶۱
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	۱/۴۸	ازت کل (درصد)	۰/۰۵۶

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در تحقیق

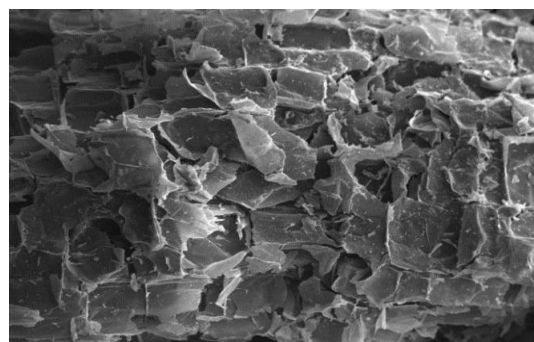
SAR	هدایت الکتریکی	بی کربنات	کربنات	کلر	سولفات	سدیم	منیزیم	کلسیم
	(دسی زیمنس بر متر)	(میلی اکی والان بر لیتر)						
۴/۶۲	۲/۲	۰	۱۰	۹/۸	۱۳	۵/۲۳	۶/۸۵	۷/۷۹

جدول ۳- برخی از خصوصیات کلی سوپر چادز A200 (Kent et al., 2009)

رطوبت (درصد)	چگالی (مگاگرم بر متر مکعب)	pH محلول آبی (بدون واحد)	اندازه ذرات (میکرومتر)	ظرفیت جذب آب مقطر (گرم بر گرم)	ظرفیت جذب آب شهر (گرم بر گرم)
۵-۷	۱/۴-۱/۵	۶-۷	۱۰۰-۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰



شکل ۲- تصویر سوپر چادز A200 (بزرگنمایی ۵۰۰)



شکل ۱- تصویر هیدروچار اصلاح شده (بزرگنمایی ۵۰۰)

تأثیر تیمارهای مورد استفاده بر خصوصیات فیزیکی خاک

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های تیمارهای هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر چادز به ترتیب در جداول (۴) و (۵) آورده شده است. جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که تأثیر کاربرد هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر چادز بر وزن مخصوص ظاهری خاک در سطح احتمال پنج درصد نسبت به شاهد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که افزودن هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر چادز به خاک در تمام سطوح مورد استفاده در این تحقیق موجب کاهش معنی‌دار وزن مخصوص ظاهری خاک گردید، به طوری که در تیمار دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث ۴/۷ و ۷/۳ درصد کاهش و در تیمار دو و پنج گرم سوپر چادز بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث ۲ و ۵/۷ درصد کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری خاک گردید. ماده آلی باعث بهبود

ساختمان خاک، شکل‌گیری خاکدانه‌ها و پایداری آن‌ها می‌گردد و از این طریق وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد. ابل و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد هیدروچار بقایای ذرت به ترتیب در دماهای ۲۰۰ و ۵۵۰ درجه سلسیوس سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک و در نتیجه افزایش تخلخل خاک به ترتیب به مقدار ۸۴ و ۸۲ درصد گردید (Abel et al., 2013) عامل اصلی کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر مصرف هیدروچار، شکل‌گیری خاکدانه‌ها و افزایش منافذ خاک است. دوریکس و همکاران (۲۰۱۲) نیز بر اساس نتایج تحقیق خود بیان کردند که افزایش منافذ خاک در اثر مواد آلی موجود در هیدروچار، باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک گردید (Devereux et al., 2012). نتایج تحقیق هسو و همکاران (۲۰۱۴) عنوان کردند که جرم مخصوص ظاهری بالای خاک، یکی از عوامل محدود کننده توسعه

در خاک موجب کاهش این پارامتر می‌گردد (Ahmad abadi, 2011)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاهش جرم مخصوص حقیقی خاک در اثر کاربرد هیدروچار باگاس نیشکر ناشی از افزایش سطح ماده آلی خاک می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر میزان تخلخل کل خاک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که افزایش هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب در تمام سطوح، موجب افزایش معنی‌دار تخلخل کل خاک نسبت به شاهد گردید. تیمار دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث افزایش ۵/۱۷ و ۹/۴۱ درصدی و تیمار دو و پنج گرم سوپر جاذب بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث افزایش ۲/۶۷ و ۹/۹۳ درصدی تخلخل کل نسبت به شاهد شدند؛ همچنین بین سطوح دو و پنج گرم هیدروچار باگاس نیشکر تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. افزایش تخلخل خاک در اثر کاربرد هیدروچار ناشی از ساختار متخلخل داخلی این مواد می‌باشد. باسو (۲۰۱۲) افزایش تخلخل خاک در اثر کاربرد هیدروچار را ناشی از کاهش جرم مخصوص ظاهری عنوان کرد (Basso, 2012). همچنین لی و ژانگ (۲۰۱۳) اعلام کردند در رابطه با افزایش تخلخل کل خاک در حضور سوپر جاذب می‌توان چنین بیان کرد که فرآیند تورم پلیمر در حضور آب منجر به افزایش حجم خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش تخلخل می‌گردد (Lei and Zhang, 2013). نتایج مشابه این تحقیق در رابطه با تأثیر سوپر جاذب بر تخلخل خاک توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴؛ سید دراجی و همکاران، ۱۳۸۹؛ رجایی و رئیس، ۱۳۸۹).

ریشه و افزایش محصولات کشاورزی می‌باشد (Hseu et al., 2014)؛ بنابراین کاهش جرم مخصوص ظاهری در اثر کاربرد هیدروچار شرایط را برای رشد بهتر ریشه فراهم می‌کند. کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک در حضور سوپر جاذب را می‌توان چنین بیان کرد که به هنگام آبیاری ستون خاک حاوی سوپر جاذب، این ماده آب را در خود ذخیره کرده و متورم می‌شود و این ماده متورم شده حجمی از خاک را به خود اختصاص میدهد، پس از خشک شدن خاک سوپر جاذب آب خود را از دست می‌دهد و با توجه به ثابت بودن حجم خاک، وزن مخصوص ظاهری کاهش می‌یابد. در خصوص نتایج تأثیر کاربرد سطوح مختلف هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر جرم مخصوص حقیقی خاک نیز، نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر هیچ کدام از تیمارهای هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر جرم مخصوص حقیقی خاک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود. کاربرد تیمارهای مختلف در خاک با اینکه باعث اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد نشد اما تیمار دو و پنج گرم هیدروچار باعث کاهش ۰/۳۸ و ۰/۷۷ درصدی و تیمار پنج گرم سوپر جاذب بر کیلو گرم خاک باعث کاهش ۰/۷۷ درصدی جرم مخصوص حقیقی خاک نسبت به شاهد شد. جرم مخصوص حقیقی خاک تابع ذرات و کانی‌های اولیه تشکیل دهنده خاک می‌باشد؛ اما با توجه به اینکه هیدروچار باگاس نیشکر نسبت به ذرات معدنی خاک دارای جرم مخصوص ظاهری و حقیقی کمتری می‌باشد، لذا افزودن آن به خاک از طریق افزایش سهم ذرات آلی نسبت به معدنی در فاز جامد خاک، باعث کاهش وزن مخصوص حقیقی خاک گردید. وزن مخصوص حقیقی عمدتاً تابعی از نوع ذرات و کانی‌های تشکیل دهنده خاک است و وجود مواد آلی بالا

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر خصوصیات فیزیکی خاک

میانگین مربعات			تخلخل کل	وزن مخصوص حقیقی	وزن مخصوص ظاهری	درجه آزادی	منابع	تیمار
رطوبت حجمی نقطه پژمردگی	رطوبت حجمی نقطه ظرفیت زراعی	رطوبت کل						
۰/۰۲۸ ^{ns}	۲۰/۷۲*	۰/۰۲۳*	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۲۳*	۳	تیمار	هیدروچار باگاس نیشکر	
۰/۰۷۶ ^{ns}	۰/۹۶۳ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۲	تکرار		
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۶	خطا		
					۱۱	مجموع		
۵/۷۴*	۲۲/۳۹*	۰/۰۱۹*	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۱۹*	۳	تیمار	سوپر جاذب	
۰/۰۷ ^{ns}	۰/۵۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۲	تکرار		
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۶	خطا		
					۱۱	مجموع		

ns فاقد اثر معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.

نیشکر و سوپر جاذب در تمام سطوح موجب افزایش معنی‌دار رطوبت حجمی نقطه ظرفیت زراعی (نسبت به شاهد) گردید سطوح دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث افزایش ۹ و ۱۸

نتایج تأثیر سطوح مختلف هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر میزان رطوبت حجمی نقطه ظرفیت زراعی به ترتیب در جداول (۴) و (۵) ارائه گردیده است. نتایج نشان داد که افزودن هیدروچار باگاس

درصدی و سطوح دو و پنج گرم سوپر چادز بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث افزایش ۱۰ و ۱۸/۶ درصدی میزان رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی نسبت به تیمار شاهد شد.

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین‌های تأثیر کاربرد سطوح مختلف تیمارهای هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر چادز بر خصوصیات فیزیکی خاک

سطوح مختلف تیمار	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی متر مکعب)	تخلخل کل (درصد)	رطوبت حجمی نقطه ظرفیت زراعی (درصد)	رطوبت حجمی نقطه پژمردگی (درصد)
شاهد	۱/۵ ^a	۲/۵۷ ^a	۴۱/۹۱ ^a	۲۵/۳۹ ^a	۱۳/۸۵ ^a
دو گرم هیدروچار	۱/۴۳ ^b	۲/۵۶ ^a	۴۴/۰۸ ^b	۲۷/۶۸ ^b	۱۳/۹۱ ^a
پنج گرم هیدروچار	۱/۳۵ ^c	۲/۵۵ ^a	۴۵/۸۶ ^b	۲۹/۳۹ ^c	۱۴/۰۲ ^a
شاهد	۱/۵ ^a	۲/۵۷ ^a	۴۱/۹۱ ^a	۲۵/۳۹ ^a	۱۳/۸۵ ^a
دو گرم سوپر چادز	۱/۴۵ ^b	۲/۵۷ ^a	۴۳/۰۳ ^b	۳۲/۰۱ ^b	۱۵/۰۷ ^b
پنج گرم سوپر چادز	۱/۳۷ ^c	۲/۵۵ ^a	۴۶/۹۸ ^c	۴۰/۷ ^c	۱۵/۴۳ ^b

اعداد دارای حروف غیر مشابه در یک ستون دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (سطح احتمال پنج درصد - آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

معنی‌دار با تیمار شاهد مشاهده شد، به شکلی که سطوح دو و پنج گرم سوپر چادز بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث افزایش ۸ و ۱۱/۴ درصدی رطوبت نقطه پژمردگی نسبت به تیمار شاهد شد. افزایش رطوبت حجمی نقطه پژمردگی در تیمار حاوی سوپر چادز نسبت به تیمار شاهد را می‌توان به ساختمان پلیمر و خواص آب دوستی آن نسبت داد.

تأثیر تیمارهای مورد استفاده بر خصوصیات شیمیایی خاک

نتایج تجزیه واریانس تأثیر کاربرد سطوح مختلف بیوجار باگاس نیشکر و سوپر چادز بر خصوصیات شیمیایی خاک در جدول (۶) و نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول (۷) نشان داده شده است. با توجه به جدول (۶) مشخص می‌گردد، افزودن هیدروچار باگاس نیشکر سبب تأثیر معنی‌دار و سوپر چادز فاقد اثر معنی‌دار بر مقدار کربن آلی خاک در سطح احتمال پنج درصد شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن (جدول ۷) نشان داد، تأثیر همه سطوح در تیمارهای هیدروچار باگاس نیشکر بر افزایش کربن آلی خاک معنی‌دار بود. همچنین بین تأثیر سطح دو و پنج گرم هیدروچار باگاس نیشکر نیز تفاوت معنی‌دار وجود داشت، اما در تیمارهای سوپر چادز تفاوت معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد. کربن آلی خاک در اثر مصرف هیدروچار در سطوح مختلف از ۰/۶۱ (شاهد) به ۰/۶۷ درصد (تیمار دو گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک) و ۰/۷۲ درصد (تیمار پنج گرم بیوجار در کیلو گرم خاک) تغییر یافت. در اثر افزودن هیدروچار به خاک، بخشی از کربن آلی موجود در آن به ذخایر کربن در خاک پیوسته و باعث افزایش ماده آلی خاک می‌گردد (Lawrinenko, 2014). همچنین در اثر فرایند پلیمر شدن و متراکم شدن بیشتر

مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نیز مشاهده می‌شود که بین تأثیر سطوح دو و پنج گرم تمام تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق بر رطوبت نقطه ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌دار وجود دارد. محققان زیادی گزارش کردند که در مکش‌های پایین (۰/۱ تا ۵ بار) مواد آلی و ساختمان خاک عامل نگهداشت آب در خاک می‌باشند (Li et al., 2012; Kutilek et al., 2006). بنابراین، این قابل قبول است که هیدروچار به دلیل افزایش مواد آلی خاک، افزایش خلل و فرج خاک و تشکیل خاکدانه‌ها (بهبود ساختمان خاک)، تأثیر مثبتی بر افزایش ظرفیت نگهداشت آب، در مکش‌های پایین دارد. اوایانگ و همکاران (۲۰۱۳) نیز در تحقیق خود به این نتیجه دست یافتند که منحنی نگهداشت آب در خاک از عواملی همچون مواد آلی، خلل و فرج خاک و جرم مخصوص ظاهری تأثیر می‌پذیرد (Ouyang et al., 2013). افزایش رطوبت خاک در اثر کاربرد پلیمر را می‌توان به خواص آب دوستی پلیمر که منجر به تغییر در خواص خاک می‌گردند نسبت داد. نتایج مشابه این تحقیق در رابطه با استفاده از سوپر چادز توسط behbahani, (2009). Falah ghucharen, (2009). Dashtbozorgi et al. (2010) نیز گزارش شده است. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که سطوح دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک با اینکه به ترتیب باعث افزایش ۰/۴۳ و ۱/۲۲ درصدی رطوبت حجمی نقطه پژمردگی نسبت به شاهد شد اما در هیچ کدام از سطوح تفاوت معنی‌دار با شاهد مشاهده نشد، اما تیمارهای سوپر چادز تفاوت معنی‌دار را با تیمار شاهد در تأثیر بر رطوبت حجمی نقطه پژمردگی ایجاد کرد. مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) مشاهده شد که بین تأثیر سطوح مختلف تیمارهای سوپر چادز بر رطوبت حجمی نقطه پژمردگی تفاوت

خاک خواهد شد. منابع مشابهی نیز وجود دارد که افزایش فسفر خاک را پس از کاربرد هیدروچار گزارش کردند (Song et al., 2015; Aranda et al., 2015). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) معنی‌دار بودن اثر هیدروچار باگاس نیشکر و همچنین عدم معنی‌دار بودن سوپر جاذب در سطح احتمال پنج درصد را بر ازت کل خاک نشان می‌دهد. سطوح دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک، به ترتیب سبب افزایش شش و ۱۸ درصدی ازت کل خاک نسبت به شاهد شدند، همچنین بین تأثیر سطح دو و پنج گرم هیدروچار باگاس نیشکر نیز تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۷). افزایش ازت خاک احتمالاً ناشی از وجود نیتروژن در ساختار هیدروچار باگاس نیشکر است. بدیهی است که با افزایش مقدار هیدروچار در خاک، این پارامتر نیز افزایش خواهد یافت. عدم تأثیر سوپر جاذب بر ازت کل خاک را می‌توان ناشی از ناچیز بودن نیتروژن (۰/۰۰۵ درصد) در ساختار این ماده دانست.

هیدروچار، مشتقاتی غنی از کربن به‌دست می‌آید (Titirici et al., 2009). ترسیب کربن در خاک از ویژگی‌های هیدروچار به شمار می‌رود (Lehmann et al., 2006; Lehmann, 2007). کاربرد هیدروچار باگاس نیشکر در خاک موجب تأثیر معنی‌دار بر فسفر قابل جذب خاک گردیده است، نتایج عدم معنی‌داری تأثیر سوپر جاذب بر فسفر قابل جذب خاک نیز قابل مشاهده است (جدول ۶). افزایش فسفر قابل جذب در اثر کاربرد همه سطوح هیدروچار معنی‌دار بوده است و تیمارهای دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک به ترتیب چهار و ۱۵ درصد فسفر قابل جذب را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند (جدول ۷). افزایش فسفر قابل جذب در اثر هیدروچار باگاس نیشکر را می‌توان ناشی از اسیدهای آزاد شده از مواد آلی عنوان کرد. این اسیدها تثبیت فسفر در خاک را کاهش داده و آن را به صورت قابل جذب گیاه تبدیل می‌نمایند. پس از آن هیدروچار باگاس نیشکر به علت داشتن ظرفیت تبادل بالایی، موجب نگه‌داشتن این عناصر در

جدول ۶- جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر خصوصیات شیمیایی خاک

میانگین مربعات		ازت کل		فسفر قابل جذب		کربن آلی		درجه آزادی		منابع		تیمار	
هدایت الکتریکی	اسیدیته												
۰/۳۲۱*	۰/۰۰۷*	۱۲۳/۱۶*	۱۵/۰۵*	۰/۰۱۴*	۳	تیمار							
۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۰ ns	ns/۰/۰۰۲	۰/۰۵۷ ns	۰/۰۰۰ ns	۲	تکرار							هیدروچار باگاس نیشکر
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۶	خطا							
					۱۱	مجموع							
۰/۳۷۰*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱ ns	۱۴/۸۹ ns	۰/۰۰۰ ns	۳	تیمار							
۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۳ ns	۱۶/۵۷ ns	۰/۰۰۰ ns	۲	تکرار							سوپر جاذب
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۶	خطا							
					۱۱	مجموع							

ns فاقد اثر معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.

خاک به ترتیب باعث کاهش ۰/۳۹ و ۱/۰۵ درصدی اسیدیته خاک نسبت به شاهد شد؛ همچنین سطوح دو و پنج گرم سوپر جاذب به ترتیب باعث افزایش ۰/۵۲ و ۰/۹۲ درصدی اسیدیته خاک (نسبت به شاهد) شد. یکی از عوامل کاهش اسیدیته خاک در حضور هیدروچار را می‌توان پایین بودن اسیدیته هیدروچار نسبت به خاک دانست که این خود تابعی از ماده تشکیل دهنده هیدروچار (باگاس نیشکر)، دمای تولید و اصلاح این مواد می‌باشد. حضور گروه‌های عاملی با بار مثبت بر روی سطح هیدروچار اصلاح شده می‌تواند باعث کاهش اسیدیته خاک گردد، زیرا اسیدیته از خصوصیات بار سطحی تأثیر می‌پذیرد (Chintala et al., 2013).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد که بین تأثیر سطوح مختلف هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر اسیدیته خاک، تفاوت معنی‌دار وجود دارد، با این تفاوت که سطوح مختلف هیدروچار باگاس نیشکر باعث کاهش اسیدیته و سطوح مختلف سوپر جاذب باعث افزایش اسیدیته خاک شدند. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) نشان داد که افزایش هیدروچار در سطح دو و پنج گرم موجب کاهش معنی‌دار اسیدیته خاک (نسبت به شاهد) شد و همچنین بین سطح دو و پنج گرم هیدروچار بر کاهش اسیدیته خاک نیز، تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

نتایج نشان داد که سطوح دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین‌های تأثیر کاربرد سطوح مختلف تیمارهای هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر خصوصیات شیمیایی خاک

سطوح مختلف تیمار	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم)	ازت کل (درصد)	اسیدیته (بدون واحد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
شاهد	۰/۶۳ ^a	۲۳/۷۵ ^a	۰/۰۴۸ ^a	۷/۶ ^a	۱/۹۷ ^a
دو گرم هیدروچار	۰/۶۷ ^b	۲۶/۱ ^b	۰/۰۵۲ ^b	۷/۵۷ ^b	۲/۰۸ ^b
پنج گرم هیدروچار	۰/۷۲ ^c	۲۸/۵ ^c	۰/۰۵۹ ^c	۷/۵۲ ^c	۲/۲۳ ^c
شاهد	۰/۶۱۰ ^a	۲۳/۷۵ ^a	۰/۰۴۸ ^a	۷/۶ ^a	۱/۹۷ ^a
دو گرم سوپر جاذب	۰/۶۱۲ ^a	۲۳/۹۶ ^a	۰/۰۴۹ ^a	۷/۶۴ ^b	۲/۰۵ ^b
پنج گرم سوپر جاذب	۰/۶۱۲ ^a	۲۴ ^a	۰/۰۴۹ ^a	۷/۶۸ ^c	۲/۲۹ ^c

اعداد دارای حروف غیر مشابه در یک ستون دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (سطح احتمال پنج درصد- آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

مقادیر کمتر این مواد (۲ گرم بر کیلوگرم خاک) نیز مشاهده شد. نتایج نشان داد که سطح دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک به ترتیب سبب افزایش ۵/۲ و ۹/۴ درصدی تخلخل کل، ۹ و ۱۷/۹ درصدی رطوبت ظرفیت زراعی، ۰/۴۳ و ۱/۲ درصدی رطوبت نقطه پژمردگی، ۹/۸ و ۱۸ درصدی کربن آلی، ۴ و ۱۵ درصدی فسفر قابل جذب، ۶ و ۱۸ درصدی ازت، ۵/۵ و ۱۶ درصدی هدایت الکتریکی و کاهش ۴/۷ و ۷/۳ درصدی جرم مخصوص ظاهری، ۰/۳۸ و ۰/۷۷ و درصدی جرم مخصوص حقیقی، ۰/۳۹ و ۱ درصدی اسیدیته خاک نسبت به شاهد شد. سطح دو و پنج گرم سوپر جاذب بر کیلو گرم خاک نیز به ترتیب سبب افزایش ۱۰ و ۱۸/۶ درصدی رطوبت ظرفیت زراعی، ۸ و ۱۱ درصدی رطوبت نقطه پژمردگی، ۰/۵۲ و ۰/۹۲ درصدی اسیدیته، ۴ و ۱۳ درصدی هدایت الکتریکی، ۲/۷ و ۹/۹ درصدی تخلخل کل و کاهش ۲ و ۵/۷ درصدی جرم مخصوص ظاهری خاک شد و تأثیر معنی‌دار بر میزان کربن آلی، فسفر قابل جذب، ازت و جرم مخصوص حقیقی خاک نداشت. به طور کلی نتایج بیانگر برتری تیمار هیدروچار نسبت به تیمار سوپر جاذب بر بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با بافت لوم می‌باشند.

منابع

- ابراهیمی، س.، همایی، م. و واشقانی فراهانی، ا. ۱۳۸۴. بررسی رفتار تورمی پلیمرهای سوپر جاذب در سیکل‌های متناوب‌تر و خشک شدن. نهمین کنگره علوم خلک ایران. صفحه ۶۷.
- احمدآبادی، ز.، قاجار سپانلو، م. و س. رحیمی آلاشتی. ۱۳۹۰. کاربرد ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۵۸: ۱۳۷-۱۲۵.
- بای بوردی، ی.م.، م.ج. ملکوتی، ه. امیر مکرری و م. نفیسی. ۱۳۷۹. تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار. نشر آموزش کشاورزی، کرج.

در رابطه با افزایش اسیدیته خاک توسط سوپر جاذب می‌توان افزایش اسیدیته خاک را به دلیل بالا بودن اسیدیته در ساختار این ماده بیان کرد، با توجه به خاصیت جذب آب توسط سوپر جاذب، کمترین میزان زهاب خروجی مربوط به تیمار سوپر جاذب بود و با این توصیف شستگی املاح در خاک مخلوط با سوپر جاذب کمتر از سایر تیمارها است و همین موضوع می‌تواند دلیل محکمی برای افزایش اسیدیته خاک در حضور سوپر جاذب باشد. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های تأثیر کاربرد سطوح مختلف هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر هدایت الکتریکی خاک نشان داد که تأثیر هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر هدایت الکتریکی خاک معنی‌دار بوده است. تیمارهای دو و پنج گرم هیدروچار بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث افزایش ۵/۵ و ۱۶ درصدی و تیمارهای دو و پنج گرم سوپر جاذب بر کیلو گرم خاک به ترتیب باعث افزایش ۴ و ۱۳ درصدی هدایت الکتریکی خاک نسبت به شاهد شد. افزایش هدایت الکتریکی خاک در اثر کاربرد هیدروچار احتمالاً به دلیل حضور نمک‌های محلول در این مواد و بالابودن هدایت الکتریکی این ماده نسبت به هدایت الکتریکی خاک می‌باشد (Chintala et al., 2013). در مورد سوپر جاذب نیز می‌توان چنین بیان کرد که با توجه به خاصیت جذب آب توسط سوپر جاذب و میزان زهاب خروجی کمتر تحت اعمال این تیمار نسبت به سایر تیمارها و آبشویی کمتر املاح در خاک، طبیعی است که هدایت الکتریکی خاک در حضور این ماده افزایش یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر بیانگر موثر بودن اثر کاربرد هیدروچار باگاس نیشکر و سوپر جاذب بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است. بیشترین تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با کاربرد ۵ گرم در کیلوگرم خاک تیمارهای مورد آزمایش به دست آمد. همچنین میزان تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در

2015. Biochemical activity and chemical-structural properties of soil organic matter after 17 years of amendments with olive-mill pomace co-compost. *Journal of Environmental Management*, 147: 278-285.
- Abedi Koupai, J. Mousavi, S.F. Motamedi, A. 2010. Effect of clinoptilolite zeolite application on reducing urea leaching from soil. *Journal of Water & Wastewater*, 3: 51-57.
- Abedi Koupai, J. Sohrab, F. Swarbrick, G. 2008. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics. *Journal of Plant Nutr*, 31: 317-331.
- Abedi Koupai, J. Asadkazemi. J. 2006. Effects of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant under reduced irrigation regimes. *Water Science and Water Technology*, 15: 715-725.
- Barvenik, F. W. 2007. Polyacrylamide characteristics related to soil applications. *Journal Soil Sci*, 158: 235-243.
- Basso, A. S. 2012. Effect of fast pyrolysis biochar on physical and chemical properties of a sandy soil. Master of Science, Iowa State University Ames. Iowa.
- Buchholz F.L. and Graham A.T. 1997. Modern superabsorbent polymer technology. John Wiley & Sons, 279 pages.
- Chintala R, Molinedo J, Schumacher TE, Papiemik SK, Malo DD, Clay DE, Kumar S and DW, 2013. Nitrate sorption desorption in biochars from fast pyrolysis. *Microporous and Mesoporous Materials* 179: 250-257.
- Devereux, R. C., Sturrock, C. J. and S.J. Mooney. 2012. The effects of biochar on soil physical properties and winter wheat growth. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 103: 13-18.
- Fang, J. Gao, B. Chen, J. Zimmerman, A. R. 2015. Hydrochars derived from plant biomass under various conditions: Characterization and potential applications and impacts. *Chemical Engineering Journal*, 267: 253-259.
- Fawcett, R., and D. Towery. 2002. Conservation tillage and plant biotechnology: How new Technologies can improve the environment by reducing the need to plow. *Conservation Technology Information Center, West Lafayette, IN*, 18: 15-25.
- Flannery R. L. and Busscher W.J. 1982. Use of a synthetic polymer in potting soils to improve water
- بهبهانی، س م.، مشهدی، ر.، رحیمی خوب، ع. و م.، نظری فر، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر پلیمر سوپر جاذب استاکورسورب بر پیاز رطوبتی آبیاری قطره‌ای و خصوصیات فیزیکی خاک. *مجله آبیاری و زهکشی ایران*، ۳: ۹۸-۱۰۰.
- دشت‌بزرگ، ع.ف. صیاد، غ.، کاظمی نژاد، ا. و ق. یزدانی کچوئی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر دو ماده جاذب رطوبت بر ظرفیت نگهداری و پتانسیل آب در خاک شنی لومی. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.
- رجایی، ف.، رئیسی، م. ۱۳۸۹. نقش سوپر جاذب A200 در تعدیل تنش‌های رطوبتی خاک و اثر آن بر پویایی نیتروژن و فعالیت‌های آنزیمی آنکالاین فسفاتاز و اوره از خاک. *مجله آب ایران*، ۷: ۲۴-۱۳.
- سیددراجی، س.، گلچین، ا. و ش. احمدی، ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپر جاذب (A200) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی، *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲: ۳۱۶-۳۰۶.
- فلاح قوچان، ن. ۱۳۸۱. اثر سطوح مختلف سوپر جاذب A200 بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. چابان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحه ۸۸.
- کوچک زاده، م.، صباغ فرشی، ع.ا. و گنجی خرم‌دل، ن. تأثیر پلیمر فراجاذب آب بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. *مجله علوم خاک و آب*، جلد ۱۴، شماره ۲، ص ۱۷۶-۱۸۵.
- Abel, S., Peters, A., Trinks, S., Schonsky, H., Facklam, M. and G. Wessolek. 2013. Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil. *Geoderma*, 202: 183-191.
- Akhter J., Mahmood K., Malik K.A., Mardan A., Ahmad M. and Iqbal M.M. 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. *Plant, Soil and Environment*, 10: 463-469.
- Amarilis, D. V., Cristian, C. Q. and Q. Guiwei, 2010. Amendment of an acid mine soil with compost and polyacrylate polymers enhances enzymatic activities but may change the distribution of plant species. *Water, Air and Soil Pollut*, 208: 91-100.
- Aranda, V., Macci, C., Peruzzi, E. and G. Masciandro.

- partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science. Iowa State University Ames, Iowa.
- Lehmann J, Gaunt J, and Rondon M, 2006. Biochar sequestration in terrestrial ecosystems-a review. Mitigation and adaptation strategies for global, 11: 395-419.
- Lehmann, J. A Handful of Carbon. Nature 2007; 447: 143-144.
- Lehmann, J., S. Joseph. 2009. Biochar for environmental management: science and technology: Earthscan.
- Lei, O. and R. Zhang. 2013. Effects of biochars derived from different feedstocks and pyrolysis temperatures on soil physical and hydraulic properties. Journal of Soils and Sediments, 13: 1561-1572.
- Li, X. H., Han, P. and X. C. Zhang. 2012. Effect of biochar on soil aggregates in the Loess Plateau: results from incubation experiments. International Journal of Agriculture and Biology, 14: 975-979.
- Masto, R. E., Kumar, S. Rout, T. Sarkar, P. George, J. and L. Ran. 2013. Biochar from water hyacinth (*Eichornia crassipes*) and its impact on soil biological activity. Catena, 111: 64-71.
- Ouyang, L., Wang, F., Tang, J., Yu, L. and R. Zhang. 2013. Effects of biochar amendment on soil aggregates and hydraulic properties. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 4: 991-1002.
- Peterson D. 2002. Hydrophilic polymers-Effect and uses in the landscape. Horticulture Science. 15: 384-390.
- Plumb T. R. and Kraus K. 1991. Oak woodland artificial regeneration correlating soil moisture to seedling survival. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. 42: 1093-1098.
- Sevilla, M, Fuertes, AB. Chemical and Structural Properties of Carbonaceous Products Obtained by Hydrothermal Carbonization of Saccharides. Chem-Eur J 2009; 15: 4195-4203.
- Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull. E and R. Bol. 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research: CSIRO Glen Osmond, Australia.
- Song, X., Liu, M., Wu, D., Griffiths, B. S., Jiao, J., Li, H. and F. Hu. 2015. Interaction matters: Synergy between vermicompost and PGPR agents improves soil quality, crop quality and crop yield in the field. Applied Soil Ecology, 89: 25-34.
- Titirici, MM, Demir-Cakan, R, Baccile, N, Antonietti, M. 2009. Carboxylate-Rich Carbonaceous Materials holding capacity. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2: 103 –111.
- Gajic', A., Koch, H. J. (2012): Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) growth reduction caused by hydrochar is related to nitrogen supply. J. Environ. Qual, 41: 1067–1075.
- Ghani, W. A. W. A. K., Mohd, A., da Silva, G., Bachmann, R. T., Taufiq-Yap, Y. H., Rashid, U. and H. Ala'a. 2013. Biochar production from waste rubber-wood-sawdust and its potential use in C sequestration: Chemical and physical characterization. Industrial Crops and Products, 44: 18-24.
- Heilmann, SM, Davis, HT, Jader, LR, Lefebvre, PA, Sadowsky, MJ, Schendel, FJ. 2010. Hydrothermal Carbonization of Microalgae. Biomass Bioenergy; 34: 875-882.
- Helalia A. and Lety J. 1988. Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator. Soil Science Society of America Journal, 52: 247-250.
- Hseu, Z. Y., Jien, S. H., Chien, W. H. and R. Liou. 2014. Impacts of Biochar on Physical Properties and Erosion Potential of a Mudstone Slope Soil. The Scientific World Journal. doi: 10.1155/2014/602197.
- Jalali, A.H., and M.J. Karimian. 2011. Effect of crop residue management, using compost And nitrogen fertilizer on yield and yield components of maize cross double 370. Iranian Journal of Crop Sciences. 13(2): 337-351.
- Jhurry D. 1997. Agricultural polymers. Food and Agricultural Research Council, Redit, Mauritius.
- Johnson M.S. 1984. Effect of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioners. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35: 1063-1066.
- Kent, G. A. Douglqss, F. Kasten Dumerose, R. 2009. Root desiccation and drought stress responses of bareroot *Quercus rubra* seedlings treated with a hydrophilic polymer root dip. Journal of Agricultural and Biological Science, 315: 229-240.
- Kutílek, M., Jendele, L. and K.P. Panayiotopoulos. 2006. The influence of uniaxial compression upon pore size distribution in bi-modal soils. Soil and Tillage Research, 86: 27-37.
- Laird D, Fleming P, Wang B, Horton R, Laird Z, Karlen D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. Geoderma, 158: 436–442.
- Lawrinenko, M. 2014. Anion exchange capacity of biochar. A thesis submitted to the graduate faculty in

- Clean-Soil Air Water, 40: 1093-1098.
- Yu X, Panl, G, and Kookana RS, 2010. Enhanced and irreversible sorption of pesticide pyimethanil by soil amendel with biochars. *Journal of Environmental Sciences*, 22: 615-620.
- via One-Step Hydrothermal Carbonization of Glucose in the Presence of Acrylic Acid. 21: 484-490.
- Xu G., Lv Y., Sun J., Shao H., and Wei L. 2012. Recent Advances in Biochar Applications in Agricultural Soils: Benefits and Environmental Implications.

Evaluation and Comparison of Modified Hydrochar and Superabsorbent on Some of Physical and Chemical Properties soil

y. Khodarahmi^{1*}, A. Soltani Mohammadi², S. Boroomand Nasab³ and A.A.Nasseri Abd⁴

Recived: April.06, 2019

Accepted: May.31, 2019

Abstract

Resently, with regard to the excessive use of chemical fertilizers in agricultural land and the degradation of soil and the environment, the use of these fertilizers highlights the importance of using organic fertilizers and polymer materials such as hydrochloric and superabsorbent. The purpose of this study was to investigate the effect of different levels of modified hydrochar, cane sugar and superabsorbent type A200 as environmentally Compatible materials on some soil characteristics using a factorial design and a completely randomized block design with four replications for four Month was conducted at Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. The levels of hydrchar and superabsorbent use included three levels of 0, 2 and 5 grams per kg of soil (0, 0.2 and 0.5 wt%). The results showed that two and five gram hydrochar per kg of soil increased 5.9% and 9.4%, respectively, total porosity, 9 and 17.9% moisture field capacity, 0.43% and 1.2% moisture content of wilting point, 9.8% and 18% organic carbon, 4% and 15% of absorbable phosphorus, 6% and 18% nitrogen, 5.5% and 16% of electrical conductivity, and 7.7% and 7.7% reduction of bulk density, 0% and 0.77% of the specific gravity, 0.39% and 1% of soil acidity compared to the control. The Level of two and five grams of super absorbent per kilogram of soil also increased 10 and 18.6 percent moisture content of filed capacity, 8 and 11 percent moisture content of wilting point, 0.52 and 0.92 percent, acidity, 4.26 and 13 The percentage of electrical conductivity was 2.7 and 9.9%, respectively, and total porosity decreased by 2 and 5.7%, respectively, and had no significant effect on the amount of organic carbon, absorbed phosphorus, nitrogen and specific mass of soil. In general, the results indicate that hydrochar treatment is superior to superabsorbent treatment on Improvement soil physical and chemical properties of soil with loam texture.

Keywords: Organic Carbon, Superabsorbent type A200, Modified hydrochar, Physical and Chemical properties Soil

1-MSc. Student of Irrigation and Drainage, faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran Univrsity of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2- Department of Irrigation and Drainage, faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran Univrsity of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3- Department of Irrigation and Drainage, faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran Univrsity of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

4-Department of Irrigation and Drainage, faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran Univrsity of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

(* - Corresponding Author Email: Khodarahmi1372@gmail.com)