نشریه علمی پژوهش‌های نوین در مهندسی آب پایدار

دوره (۱)
شماره (۲)
پیاپی (۲)
پاییز و زمستان (۱۴۰۱)
شماره صفحه: ۱۵۷-۱۴۵

تاثیر بیوچار چوب گردو و بنتونیت بر هدایت الکتریکی و نفوذپذیری خاک

الهام توکلی[۱]، احمد رضا قاسمی* [۲]، حمید رضا متقیان[۳]

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲
DOI: 10.22103/nrswe.2023.20954.1023

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از مواد اصلاح‌کننده خاک با هدف اصلاح ساختمان خاک رواج یافته است. این مواد می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی و یا شیمیایی خاک را تغییر دهند. در پژوهش حاضر تغییرات هدایت الکتریکی و نفوذپذیری خاک در اثر افزودن بیوچار و بنتونیت مورد بررسی قرار گرفت. برای این هدف از ۱۳ نمونه خاک حاوی دو سطح ۲ و ۳ درصد وزنی بیوچار چوب گردو که در دو دمای گرماکافت ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد تولید شده است به همراه سه سطح ۲، ۵ و ۱۰ درصد وزنی بنتونیت و یک نمونه خاک استفاده شد. نمونه‌ها بعد از آماده‌سازی به مدت پنج ماه استراحت داده شد (انکوباسیون) و سپس آزمایش انجام گردید. جهت انجام مقایسه میانگین بین نمونه‌ها از آزمون تی (t-Test) استفاده شد. نتایج نشان داد افزودن بیوچار و بنتونیت بصورت معنی‌داری هدایت الکتریکی خاک را افزایش و نفوذپذیری نهایی خاک را کاهش داده است. مقدار نفوذپذیری در نمونه‌های ۲ و ۳ درصد بیوچار بطور متوسط یک چهارم نفوذپذیری خاک بدون ماده اصلاحی بود. همچنین میزان نفوذپذیری در نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد بنتونیت (۰/۲۵ میلی‌متر بر دقیقه) حدود ۱۰ برابر کمتر از نمونه شاهد (۲/۶ میلی‌متر بر دقیقه) بود. مقدار هدایت الکتریکی در نمونه‌های دارای ۱۰ درصد بنتونیت نسبت به خاک بدون ماده اصلاحی بیشتر از ۴ برابر و در نمونه‌های دارای ۲ و ۳ درصد بیوچار بطور متوسط حدود ۳/۲ برابر گزارش شد. با توجه به افزایش هدایت الکتریکی خاک توصیه می‌گردد از بیوچار و بنتونیت با دقت نظر بیشتری استفاده شود.

واژگان کلیدی: آزمون تی، اصلاح‌کننده خاک، انکوباسیون، دمای گرماکافت.

[۱] - دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهرکرد. شهرکرد. ایران
[۲] *- نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد. شهرکرد. ایران. ایمیل: ghasemiar@yahoo.com
[۳] - دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد. شهرکرد. ایران

مقدمه

استفاده بهینه از منابع آب سطحی و مدیریت آب در مزارع از مهمترین مسائل مطرح در چند دهه اخیر بویژه در مناطق خشک کره زمین است. بر این اساس استفاده از مواد اصلاح-کننده طبیعی و شیمیایی خاک با هدف اصلاح ساختمان و یا افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این مواد اصلاحی در کنار اصلاح ساختمان یا افزایش نگهداری آب در خاک، ممکن است برخی خصوصیات فیزیکی یا شیمیایی کلیدی خاک که تاثیرات معنی‌داری بر رشد و نمو گیاهان و عملکرد محصولات کشاورزی دارند را تحت تاثیر قرار دهند. میزان نفوذپذیری آب در خاک و هدایت الکتریکی دو مشخصه مهم خاک می‌باشند. نفوذ آب به خاک یکی از مهم‌ترین اجزای چرخه آب در طبیعت است. این ویژگی خاک به عنوان مهم‌ترین ویژگی هیدرولیکی خاک بوده و بیانگر توانایی خاک در انتقال آب به صورت عمودی در نیمرخ خاک است. فرسایش خاک و انتقال آلاینده‌ها به طور مستقیم به پدیده نفوذ آب در خاک وابسته می‌باشد (Sy 2006).

آگـاهی از خصوصیات و مشخصه‌های خاک که در عملکرد محصول موثرند، در پیاده‌سازی کشاورزی دقیق ضروری است. هدایت الکتریکی خاک نیز به عنوان یکی از پارامترهای مهم و مورد استفاده در کشاورزی دقیق دارای ارتباط خوبی با دیگر خواص مهم خاک و موثر بر عملکرد محصول است (Seifi 2019). یکی از ویژگی‌های مهم که بیانگر میزان حاصل‌خیزی خاک است هدایت الکتریکی EC است. سطح بالای هدایت الکتریکی منجر به ایجاد تنش‌های مرتبط با شوری در گیاهان مختلف می‌شود (Gupta and Huang 2014). هدایت الکتریکی بالا با تخریب برخی از واکنش‌های نورساخت، بیوشیمیایی و فرآیندهای فیزیولوژیک همانند جذب عنصرهای غذایی و عملکرد هورمون‌ها، منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود (Khan et al. 2012).

در سال‌های اخیر به منظور اصلاح خاک از اصلاح کننده‌های مختلفی مانند برخی کانی‌های رسی، بیوچار، بنتونیت و ... استفاده شده است. بیوچار ترکیب پایداری از کربن، ماده‌ای متخلخل و بسیار ریز دانه است که در دمای کم تا متوسط در شرایط محدودیت اکسیژن تولید می‌شود (Sohi et al. 2009). بیوچار ماده‌ای است که از زیست توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی طی فرآیند پیرولیز (گرماکافت) تهیه می‌شود. پیرولیز فرآیندی است که در آن مواد آلی تحت شرایط اکسیژن کم و در اثر گرما تجزیه می‌شوند (Wang et al. 2017). بنتونیت نیز از جمله سوپرجاذب‌های طبیعی و مخلوطی از کانی‌های رسی است که دارای مقدار زیادی مونت موریلونیت می‌باشد و چسبندگی زیادی دارد. بنابراین می‌تواند به عنوان اصلاح کننده طبیعی و غیر سمی خاک مورد استفاده قرار گیرد (Abedi and Sohrab 2014). بیوچار می‌تواند توزیع اندازه منافذ، ساختمان، تخلخل و چگالی ظاهری خاک را تغییر داده و الگوی نفوذپذیری و مسیر جریان‌های ترجیحی و ماتریس آب و محلول خاک را تغییر داده و باعث افزایش نفوذپذیری خاک شود. ولی این اثر بیوچار کوتاه مدت می‌باشد. چون بعد از افزوده شدن به خاک، به‌سرعت به ذرات کوچکتر تبدیل می‌شود و ممکن است نفوذپذیری خاک را در بلندمدت کاهش دهد که به نوع بیوچار بستگی خواهد داشت (Brodowski et al. 2007; Atkinson et al. 2010). افزودن بیوچار موجب افزایش مواد آلی خاک می‌شود. در تحقیقی (Tejada and Gonzalez 2006) گزارش کردند که با افزایش ماده آلی، مقدار هدایت الکتریکی عصاره خاک بالا رفته و در نتیجه تشکیل خاکدانه‌ها به صورت موقت بیشتر شده و منجر به بهبود وضعیت ساختمان خاک شده است. افزودن بیوچار موجب افزایش مواد آلی خاک می‌شود. در تحقیقی (Tejada and Gonzalez 2006) گزارش کردند که با افزایش ماده آلی، مقدار هدایت الکتریکی خاک بالا می‌رود. در پژوهشی نشان داده شد که بیوچار خصوصیات فیزیکی مانند ساختمان خاک، جرم مخصوص ظاهری، میزان مواد آلی و هدایت هیدرولیکی خاک را تغییر داده و موجب بهبود حاصل‌خیزی خاک می‌شود (Khadem et al. 2017). در تحقیقی (Jafarikia et al. 2020; Jafarikia 2019) به بررسی تاثیر مقدار و عمق مخلوط کردن ماده خام و بیوچار چوب گردو در خاک، بر تبخیر و رطوبت خاک پرداختند و گزارش دادند که مقدار نفوذپذیری در تیمارهای حاوی بیوچار کمتر از تیمارهای حاوی ماده خام است.

در پژوهشی (Amani et al. 2021) با بررسی ورمی‌کولیت، زئولیت و بنتونیت نشان دادند که بیشترین میزان کاهش در تبخیر از خاک مربوط به بنتونیت می‌باشد و میزان رطوبت خاک نیز در هنگام استفاده از این ماده بیشتر از دو رس دیگر است. آن‌ها همچنین گزارش کردند که افزودن درصدهای مختلف زئولیت، ورمی‌کولیت و بنتونیت به خاک تاثیر معنی‌داری بر میزان هدایت الکتریکی خاک نداشت.

(Nikbakht et al. 2022) در پژوهشی اثر کاربرد بیوچار بر عملکرد و بهره‌وری آب مصرفی در گیاه کاهو در شرایط کم‌آبیاری را بررسی و نشان دادند که کاربرد یک و دو درصد بیوچار موجب افزایش معنی‌داری در محتوی کلروفیل برگ، محتوی نسبی آب برگ، وزن تر (عملکرد) و بهره‌وری آب، نسبت به تیمار شاهد شده است. (Abbasi et al. 2022) نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که در شرایط استفاده از بیوچار مقدار رطوبت سطح خاک کمتر از تیمارهای شاهد است. همچنین استفاده از بیوچار، می‌تواند ضمن کاهش آلودگی سطح، با نگهداشت بیشتر رطوبت و کاهش میزان تبخیر کمک شایانی به کشاورزی بنماید.

با توجه به گسترش استفاده از مواد اصلاحی خاک و اهمیت بررسی تاثیرات جانبی استفاده از این مواد، در این پژوهش به بررسی تاثیر استفاده از بیوچار و بنتونیت بر میزان هدایت الکتریکی و نفوذپذیری خاک پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

ترکیب‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل بیوچار چوب گردو (B) تولید شده در دماهای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد (به ترتیب T400 و T600) در نسبت‌های ۲ و ۳ درصد وزنی (به ترتیب $B^{۲}$ و $B^{۳}$) و بنتونیت (N) در سه نسبت ۲، ۵ و ۱۰ درصد وزنی (به ترتیب N2 ، N۵ و $N^{۱۰}$) به همراه یک نمونه شاهد یعنی خاک بدون ماده اصلاحی (M) می‌باشند. بنابراین درمجموع ۱۳ نمونه تهیه و مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱).

برای تهیه بیوچار ابتدا شاخه‌های نازک و خشک درخت گردو جمع‌آوری و پس از خرد کردن، در ظروف استوانه‌ای فلزی درپوش‌دار و در شرایط کم اکسیژن در دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در آون به مدت ۲ ساعت (در دمای اوج) قرار داده شدند (شکل ۱). انتخاب این دو دما بر اساس نتایج پژوهش‌های گذشته انجام شد (Nasimi et al. 2020; Nourozi et al. 2016). بعد از تولید، بیوچارها کوبیده و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بیوچار تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع ماده اولیه، اندازه ذرات بیوچار، دما و مدت زمان گرماکافت قرار می‌گیرد (Tan et al. 2018; Khadem et al. 2017). برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول (۲) و برخی خصوصیات بیوچار چوب گردو نیز در جدول (۳) ارائه شده است.

بنتونیت مورد استفاده نیز از بازار خریداری و خلوص آن در آزمایشگاه بررسی شد. نمونه‌ها بعد از آمادسازی به مدت پنج ماه استراحت داده شد (انکوباسیون) و سپس آزمایش انجام گردید.

اندازه‌گیری نفوذپذیری

برای اندازه‌گیری نفوذپذیری ابتدا ظروف حاوی نمونه‌های مورد بررسی از کف و به مدت ۲۴ ساعت اشباع شدند و پس از خروج آب اضافی از نمونه‌ها مقدار مشخصی آب به هر ظرف اضافه و مدت زمانی که آب از سطح ناپدید گشت، اندازه‌گیری شد. این فرآیند چند بار برای هر ظرف تکرار شد تا اینکه مدت زمان ناپدید شدن آب از سطح خاک ثابت شد. در انتها با استفاده از مدت زمان ثبت شده برای هر نمونه و مقدار آب اضافه شده به آن، سرعت نفوذ نهایی بر حسب mm/min به دست آمد (شکل ۲).

شکل (۱): نمایی از بیوچارهای تولید شده

جدول (۱): مشخصات نمونه‌های آزمایشی مورد بررسی در پژوهش

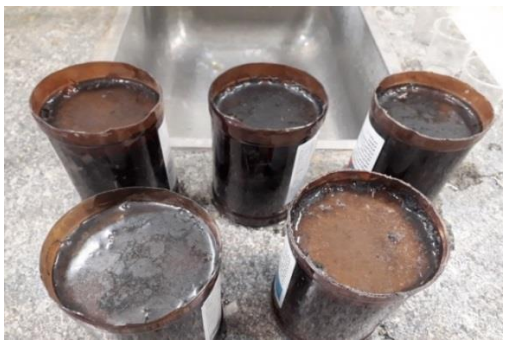
ردیف	شرح نمونه‌ها
۱	خاک بدون مواد اصلاح کننده
۲	۲ درصد بنتونیت و ۲ درصد بیوچار ۴۰۰ درجه
۳	۲ درصد بنتونیت و ۲ درصد بیوچار ۶۰۰ درجه
۴	۲ درصد بنتونیت و ۳ درصد بیوچار ۴۰۰ درجه
۵	۲ درصد بنتونیت و ۳ درصد بیوچار ۶۰۰ درجه
۶	۵ درصد بنتونیت و ۲ درصد بیوچار ۴۰۰ درجه
۷	۵ درصد بنتونیت و ۲ درصد بیوچار ۶۰۰ درجه
۸	۵ درصد بنتونیت و ۳ درصد بیوچار ۴۰۰ درجه
۹	۵ درصد بنتونیت و ۳ درصد بیوچار ۶۰۰ درجه
۱۰	۱۰ درصد بنتونیت و ۲ درصد بیوچار ۴۰۰ درجه
۱۱	۱۰ درصد بنتونیت و ۲ درصد بیوچار ۶۰۰ درجه
۱۲	۱۰ درصد بنتونیت و ۳ درصد بیوچار ۴۰۰ درجه
۱۳	۱۰ درصد بنتونیت و ۳ درصد بیوچار ۶۰۰ درجه

جدول (۲): برخی پارامترهای خاک مورد مطالعه

هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	pH	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک
۰/۴۳	۷/۷	۲۴	۴۶	۳۰	لوم رسی

جدول (۳): خصوصیات اندازه‌گیری شده‌ی بیوچار چوب گردو

هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	pH
۱/۲۶	۸/۸۴



شکل (۲): نمایی از آزمایش اندازه‌گیری نفوذپذیری

اندازه گیری هدایت الکتریکی

به منظور اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ابتدا نمونه‌های ۱:۵ آب و خاک تهیه کرده و پس از قرار دادن بر روی دستگاه شیکر، توسط قیف و کاغذ صافی عصاره خاک جدا شد. سپس هدایت الکتریکی نمونه‌ها با دستگاه هدایت سنج خوانده شد.

در انتها برای بررسی معنی‌دار تفاوت بین نمونه‌های مورد بررسی، از آزمون تی (t-Test) استفاده شد. برای نمونه، ۶ نمونه حاوی ۲ درصد بیوچار و ۶ نمونه دیگر حاوی ۳ درصد بیوچار هستند و درصد بنتونیت و میزان دمای تولید در آنها مشابه است (جدول ۱). بنابراین با استفاده از آزمون تی، میانگین این دو سری نمونه مورد مقایسه قرار گرفت که نشان دهنده معنی‌داری یا عدم معنی‌داری تاثیر ۲ و ۳ درصد بیوچار است. همین فرآیند برای تفاوت بنتونیت و دمای تولید نیز انجام گردید.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک

شکل (۳) مقایسه میزان نفوذپذیری در نمونه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده از آزمایش اندازه‌گیری نفوذ پذیری بیانگر این است که وجود اصلاح کننده بیوچار در خاک سبب کاهش معنی‌دار میزان نفوذپذیری خاک نسبت به نمونه شاهد شده است (شکل ۳). مقدار نفوذپذیری در نمونه‌های حاوی ۲ درصد بیوچار (۰/۸ mm/min) ۳/۴ برابر و در نمونه‌های حاوی ۳ درصد بیوچار (۰/۵ mm/min) ۵/۴ برابر نفوذپذیری در خاک بدون ماده اصلاحی (۲/۷ mm/min) است.

میزان این کاهش بطور متوسط در نمونه‌های حاوی ۲ درصد بیوچار حدود ۳ برابر و برای نمونه‌های حاوی ۳ درصد بیوچار ۵ برابر نسبت به خاک بدون ماده اصلاحی است. میزان نفوذپذیری در نمونه‌های حاوی ۲ و ۳ درصد بیوچار در مقایسه با هم تفاوت معنی‌داری نشان نداد، ولی هر دو نسبت به نمونه شاهد دارای کاهش معنی‌داری هستند.

کاهش نرخ نفوذ پس از کاربرد بیوچار می‌تواند به دلیل پر شدن منافذ موجود در بیوچار بوسیله آب دانست (Aharoni 1997). برخی پژوهشگران نیز عنوان نمودند که جابجایی ذرات بیوچار ناشی از آب شویی، منافذ خاک را مسدود و نفوذپذیری را کاهش می‌دهد (Verheijen et al. 2010; Spokas et al. 2014).

هرچند خاصیت آبگریزی بیوچار (Lehmann and Joseph 2009) نیز می‌تواند در کاهش نفوذپذیری آب در خاک موثر باشد. بیوچار باعث می‌شود که در برهمکنش با خاک، ویژگی‌های آبدوستی و آبگریزی از خود نشان دهد (Atkinson et al. 2010).

در پژوهشی (Jafarikia et al. 2020) نیز دلیل کاهش نفوذ پذیری آب در خاک مخلوط با بیوچار را ناشی از توانایی این ماده آلی در آبگریز کردن خاک دانستند. کاهش چگالی ظاهری خاک پس از اعمال بیوچار نیز می‌تواند دلیلی دیگری بر کاهش میزان نفوذپذیری نمونه‌های حاوی بیوچار باشد. (Verheijen et al. 2019) نشان دادند چگالی ظاهری خاک پس از اعمال بیوچار به خاک کاهش می‌یابد.

در یک تحقیق میدانی سه ساله (Simansky et al. 2022) تأثیر دو سطح مختلف بیوچار (۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) در دو خاک شنی و لومی در جنوب غربی اسلواکی را بررسی کردند و نشان دادند در خاک لومی تیمار شده با بیوچار، در مقایسه با شاهد، حجم منافذ به طور قابل توجهی کاهش یافته است.

با توجه به سنگین بودن خاک مورد بررسی در پژوهش حاضر (لومی رسی)، کاهش شدید نفوذپذیری آب در نمونه‌های خاک تیمار شده با بیوچار، با نتایج تحقیق (Simansky et al. 2022) همخوانی دارد.

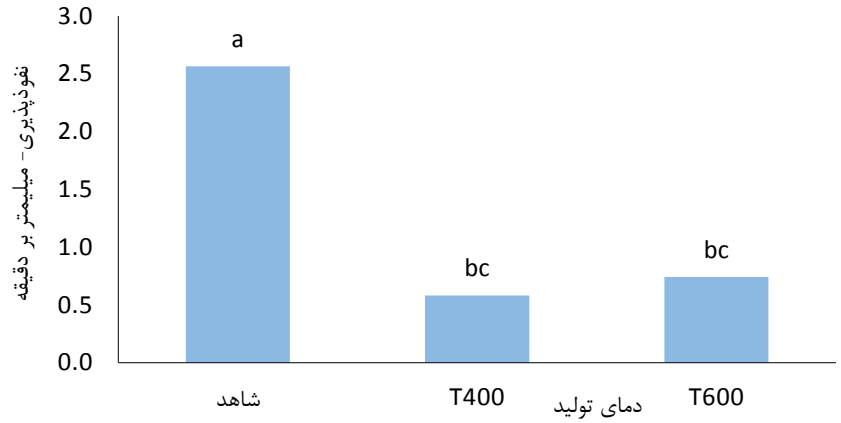
شکل (۴) تاثیر دمای تولید بیوچار بر نفوذپذیری آب در خاک را نشان می‌دهد. مقدار نفوذپذیری در نمونه‌های حاوی بیوچار تولید شده در دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه‌سانتی گراد نسبت به نمونه شاهد دچار کاهش معنی‌داری شده است که ناشی از وجود بیوچار در خاک بوده و دلیل آن در بالا ارائه شد. مقایسه بین نمونه‌های حاوی بیوچار تولید شده در دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه‌سانتی گراد نشان داد که مقدار نفوذپذیری به دمای گرماکافت بیوچار بستگی ندارد (شکل ۴).

علی‌رغم اینکه در فرآیند گرماکافت، مقدار دما منجر به تشکیل بیوچارهایی می‌شود که از نظر جرم مخصوص، تخلخل، توزیع اندازه منافذ، سطح ویژه، خصوصیات شیمیایی سطح و یکنواختی ساختمان فیزیکی بسیار متفاوت هستند (Laird et al. 2010)، ولی در پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری در نفوذپذیری آب در خاک بین دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه مشاهده نشد. بطور کلی تاثیر بیوچار در خاک‌ها متفاوت است.

(Simansky et al. 2022) با مقایسه دو خاک ریز بافت و درشت بافت عنوان نمودند که تاثیر بیوچار در خاک ریزبافت به اندازه خاک درشت بافت مشخص نبود. باتوجه به ریز بافت بودن خاک مورد بررسی در پژوهش حاضر (لومی-رسی)، عدم وجود تفاوت بین نمونه‌های ۲ و ۳ درصد بیوچار را می‌توان توجیه نمود.

دلیل دیگر که می‌توان برای عدم معنی‌داری تفاوت بین این دو نمونه ارائه کرد، ناشی از تفاوت اندک (یک درصد وزنی) مقدار بیوچار بکار برده شده در این دو نمونه است. به عبارت دیگر تنها یک درصد افزایش بیوچار علی‌رغم کاهش میزان نفوذپذیری، نتوانسته کاهش معنی‌داری ایجاد کند.

شکل (۳): مقایسه میانگین میزان نفوذپذیری در نمونه‌های حاوی بیوچار ۲ و ۳ درصد نسبت به شاهد بر اساس آزمون t و در سطح اطمینان ۹۵٪



شکل (۴): مقایسه میانگین میزان نفوذپذیری در نمونه‌های حاوی بیوچارتولید شده در دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه شاهد بر اساس آزمون t و در سطح اطمینان ۹۵٪

تغییرات میزان نفوذپذیری در سطوح مختلف بنتونیت (۲، ۵ و ۱۰ درصد) در کنار نمونه شاهد در شکل (۵) ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود با افزودن بنتونیت به خاک میزان نفوذپذیری کاهش یافته است. این کاهش در هر سه سطح ۲، ۵ و ۱۰ درصد نسبت به نمونه شاهد معنی-دار است. همچنین تفاوت بین این سه سطح بنتونیت نیز معنی‌دار است.

با افزایش درصد بنتونیت استفاده شده، کاهش نفوذپذیری بیشتر می‌گردد. نمونه حاوی ۱۰ درصد بنتونیت بیشترین مقدار کاهش را نسبت به نمونه شاهد نشان می‌دهد. میزان نفوذپذیری در این حالت (۰/۲۵ mm/min) حدود ده برابر کمتر از نمونه شاهد (۲/۶ mm/min) است. در حالی‌که میزان نفوذپذیری در نمونه حاوی ۲ درصد بنتونیت حدود ۲ برابر کمتر از نمونه شاهد است.

بنتونیت‌ها به‌علت بالا بودن سطح ویژه، توانایی جذب آب به میزان چندین برابر وزن خود را دارند. به همین دلیل می-توانند میزان رطوبت خاک را تا مدت زیادی حفظ کنند و نفوذپذیری را کاهش دهند (Jazebi et al. 2017).

افزودن بنتونیت به نمونه‌ها، علاوه بر افزایش میزان چسبندگی، سبب افزایش ریزدانه‌های خاک می‌گردد بدین-ترتیب ذرات ریز بنتونیت در در میان ذرات درشت‌تر خاک قرار می‌گیرد و با کاهش تخلخل مفید خاک، نفوذپذیری کاهش می‌یابد. همچنین بنتونیت در حضور آب هیدراته شده و با توجه به ظرفیت انبساط زیادی که دارد با پرکردن

حفرات خاک سبب کاهش حرکت آب از بین ذرات و کاهش ضریب نفوذپذیری خاک می‌شود (Hadi et al. 2014).

در تحقیقی (Shakoor et al. 2012) با ارزیابی نقش بنتونیت در کنترل نفوذ و بهبود توزیع آب ناحیه ریشه در خاک درشت‌دانه نشان دادند هنگامی که ۱٪ بنتونیت با خاک مخلوط شد، آب به انتهای مزرعه نمی‌رسید. ولی هنگامی که ۲ ٪ بنتونیت با خاک مخلوط شد، آب با یکنواختی توزیع ۸۰ ٪ به انتهای مزرعه می‌رسد. از این رو نتیجه گرفتند اصلاح خاک‌های شنی با بنتونیت یکی از گزینه‌های خوب برای کاهش میزان نفوذ و افزایش راندمان مصرف آب است. پژوهشگران زیادی نشان دادند که با خیس شدن تدریجی، بنتونیت متورم می‌شود که باعث کاهش نرخ نفوذ بیشتر آب در خاک می‌شود (Molinero et al. 2018؛ Liu et al. 2021, 2022).

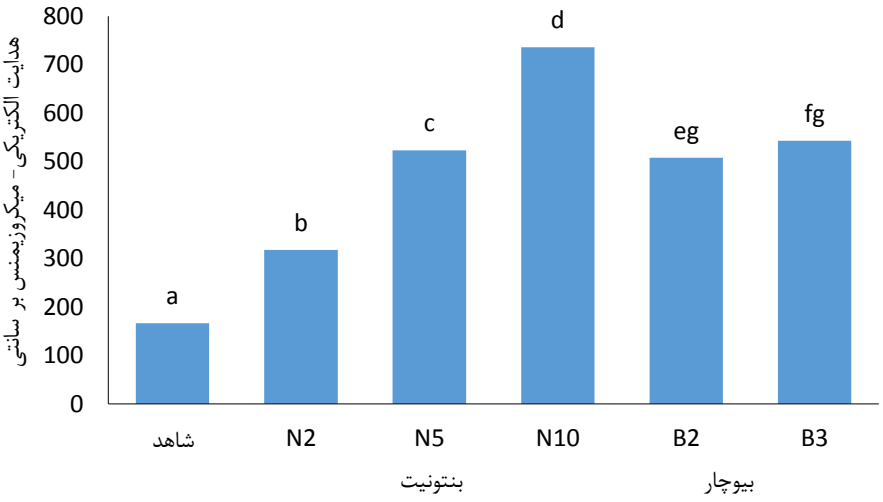
هدایت الکتریکی خاک

نتایج بدست آمده از بررسی هدایت الکتریکی نمونه‌ها نشان داد که افزودن بنتونیت به خاک سبب افزایش میزان هدایت الکتریکی خاک نسبت به نمونه شاهد شد. همچنین با افزایش مقدار بنتونیت در خاک میزان هدایت الکتریکی افزایش یافته است (شکل ۶). روند افزایشی هدایت الکتریکی در نمونه‌های حاوی بنتونیت ناشی از این است که بنتونیت به دلیل قدرت جذب سطحی بالا می‌تواند مقادیر زیادی آب و محلول‌های فیزیولوژیکی را جذب و در خود نگه دارد (Paradelo et al. 2019; Amani et al. 2021).

باتوجه به اینکه هدایت الکتریکی بیانگر غلظت یون‌ها و املاح محلول در آب خاک است، وجود آب زیاد در خاک باعث افزایش غلظت املاح و افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌شود (Alizadeh et al. 2020). در تحقیقی (Asadi 2021) نیز نشان داد با شروع شرایط ماندابی در خاک میانگین EC خاک افزایش می‌یابد.

بیشترین مقدار هدایت الکتریکی در خاک در نمونه با ۱۰ ٪ بنتونیت (۷۳۳ µs/cm) مشاهده شد. این مقدار نسبت به خاک بدون ماده اصلاحی (۱۶۶/۴ µs/cm) بیشتر از ۴ برابر شده است.

با افزودن ۲ ٪ بنتونیت به خاک (N2) میزان EC خاک ۹۱ ٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. با ادامه افزایش بنتونیت خاک از ۲ به ۵ ٪ وزنی، یعنی افزودن ۳ ٪ بنتونیت بیشتر به خاک، میزان EC به میزان ۶۵ ٪ دیگر افزایش یافت و با افزایش بنتونیت به ۱۰ ٪ وزنی، یعنی افزودن ۵ ٪ بنتونیت دیگر به خاک، مقدار EC به میزان ۴۰ ٪ افزایش یافت (شکل ۶). به عبارت دیگر افزایش مقدار EC بصورت خطی و یکنواخت نبوده و با ادامه افزایش بنتونیت روند افزایشی EC کندتر شده است.



شکل (۶): مقایسه میانگین میزان هدایت الکتریکی خاک تحت تاثیر بیوچار و بنتونیت نسبت به نمونه شاهد بر اساس آزمون t و در سطح اطمینان ۹۵٪

در پژوهشی (Jafarnjadi et al. 2016) نشان دادند با افزایش سطح گوگرد پلیت شده بنتونیت‌دار، میزان EC افزایش می‌یابد. در تحقیق دیگری (Kaufhold et al. 2015) نیز عنوان نمودند هدایت الکتریکی بنتونیت به میزان آب موجود آن بستگی دارد. بر اساس نتایج این تحقیق، افزایش میزان هدایت الکتریکی در نمونه‌های حاوی بنتونیت بیشتر در پژوهش حاضر را می‌توان توجیه نمود.

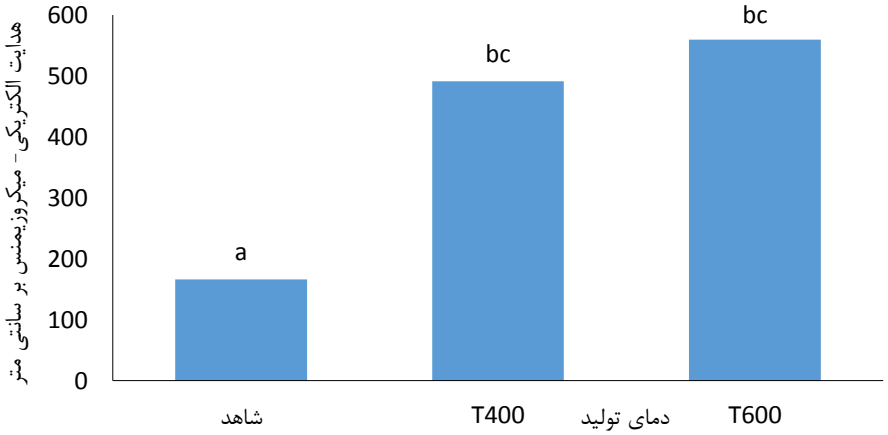
تغییرات هدایت الکتریکی خاک در اثر افزودن بیوچار نیز در شکل (۶) ارائه شده است. نتایج بدست آمده از بررسی نمونه‌ها نشان می‌دهد که افزودن بیوچار نیز سبب افزایش معنی‌دار میزان هدایت الکتریکی خاک نسبت به نمونه شاهد شد (شکل ۶). میزان متوسط هدایت الکتریکی در نمونه‌های حاوی ۲ و ۳ ٪ بیوچار نسبت به نمونه شاهد، حدود ۳/۲ برابر شده است (از ۱۶۶/۴ µs/cm در نمونه شاهد به ۵۲۶ µs/cm در نمونه‌های حاوی بیوچار).

همان گونه که در بخش‌های قبل به تفصیل ارائه شد بیوچار جذب و نگهداشت آب در خاک را افزایش داده و این امر باعث افزایش املاح و هدایت الکتریکی نسبت به تیمار شاهد شده است.

در پژوهشی (Najafi et al. 2018) نشان داد افزودن ۲ ٪ بیوچار به خاک مقدار هدایت الکتریکی را بصورت معنی‌داری افزایش می‌دهد. برخی پژوهشگران مانند (Divband et al. 2017; Khadem et al. 2018; Saghafi et al. 2020) نیز افزایش هدایت الکتریکی خاک را در اثر افزودن بیوچار گزارش نمودند.

همانگونه که در شکل (۶) مشاهده می‌گردد تفاوت بین دو سطح بیوچار ۲ و ۳ ٪ معنی‌دار نمی‌باشد. به عبارت دیگر افزایش یک ٪ بیوچار بیشتر به خاک نتوانست تفاوت معنی‌داری در مقدار EC خاک ایجاد کند.

شکل (۷) تغییرات مقادیر هدایت الکتریکی خاک در نمونه‌های حاوی بیوچار تولید شده در دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد را نسبت به یکدیگر و نمونه شاهد نشان می‌دهد. مقایسه EC بین دو نمونه‌ی حاوی بیوچار تولیده شده با دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد مقدار هدایت الکتریکی در نمونه‌های بیوچار ۶۰۰ درجه بیشتر از نمونه‌های بیوچار ۴۰۰ درجه است، هرچند این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نیست. افزایش EC با افزایش دمای تولید به دلیل تخریب ساختارهای مواد اولیه و آزاد شدن برخی از عناصر ساختمانی و خروج مواد فرار است (Wang et al. 2015). در پژوهشی (Khadem et al. 2016) نیز با بررسی سه دمای گرماکافت ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد نشان دادند که مقدار EC در نمونه‌های بیوچار با دمای گرماکافت ۲۰۰ و ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری ندارند. همچنین (Shamsaddi and Ramroudi 2021) گزارش نمودند که تفاوت هدایت الکتریکی در بیوچارهای تولید شده در دمای ۴۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار نمی‌باشند.



شکل (۷): مقایسه میانگین میزان هدایت الکتریکی خاک در نمونه‌های حاوی بیوچارتولید شده در دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه شاهد بر اساس آزمون t و در سطح اطمینان ۹۵٪

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر تاثیر دو سطح ۲ و ۳ ٪ وزنی بیوچار تولید شده در دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد و سه سطح ۲، ۵ و ۱۰ ٪ وزنی بنتونیت بر مقدار نفوذپذیری خاک و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزودن بیوچار به خاک مقدار نفوذپذیری کاهش می‌یابد که دلیل آن می‌تواند ناشی از افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک در اثر وجود بیوچار در خاک باشد. همچنین با افزودن بنتونیت به خاک نیز مقدار نفوذپذیری کاهش یافت. میزان نفوذپذیری در نمونه حاوی ۱۰ ٪ بنتونیت حدود ده برابر کمتر از نمونه شاهد بود. بنتونیت‌ها به دلیل ساختار خود توانایی جذب آب به مقدار فراوان را دارند، بنابراین نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهند. نتایج بدست آمده از بررسی هدایت الکتریکی نمونه‌ها نیز نشان داد که بیوچار و بنتونیت سبب افزایش میزان هدایت الکتریکی خاک نسبت به نمونه شاهد شده‌اند. مقدار هدایت الکتریکی با افزایش میزان بنتونیت در خاک افزایش می‌یابد، به نحوی که افزودن ۱۰ ٪ وزنی بنتونیت به خاک می‌تواند میزان هدایت الکتریکی خاک را حدود ۴ برابر افزایش دهد.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از دانشگاه شهرکرد جهت در اختیار قرار دادن امکانات و هزینه‌های این پژوهش تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Abbasi F., Ghobadinia M., Abbasi F., and Motamedi A. 2022. Changes of soil moisture profile in the application of biochar and water with microbial pollution under subsurface drip irrigation. Iranian Water Research, 16: 113-127 (In Persian).
2. Abedi J., and Sohrab f. 2014. Evaluation of the effect of using superabsorbent polymers on water holding capacity and water potential on three types of soil texture. Journal of Polymer Science and Technology, 17: 163-17 (In Persian).
3. Aharoni C. 1997. The solid–liquid interface in capillary condensation. Sorption of water by active carbons. Langmuir, 13: 1270–1273.
4. Alizadeh G., Burghai M., and Sharifi A. 2020. The effect of soil compaction and moisture on soil apparent electrical conductivity and rolling resistance of tractor rubber. Agricultural Machinery Magazine, 10: 311-299 (In Persian).
5. Amani E., Ghasemi A.R., Nouri M., and Mottaghian H.R. 2021. Effect of vermiculite, bentonite and zeolite on evaporation and soil characteristic moisture curve. Water and Soil Conservation Research, 28: 101-83 (In Persian).
6. Asadi A. 2021. The influence of water conditions on the process of chemical and electrochemical changes in the solution of calcareous soils. Soil Research, 35: 189-206 (In Persian).
7. Atkinson C.J., Fitzgerald J.D., and Hipps N.A. 2010. Potential mechanisms forachieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. Plant and Soil, 337:1–18.
8. Brodowski S., Amelung W., Haumaier L., and Zech W. 2007. Black carbon contribution to stable humus in German arable soils. Geoderma, 139: 220–228.
9. Divband L., Naseri A., Hooshmand A., Abbasi F., and Mohammadi A. 2017. Effect of sugarcane bagasse biochar application on chemical properties a sandy loam soil. Irrigation Science and Engineering, 40: 63-72 (In Persian).
10. Gupta B., and Huang B. 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants, physiological, biochemical, and molecular characterization. International Journal of Genomics, 150: 1-18.

11. Hadi M., Luian R., and Sadeghpour A. 2014. Evaluation of the effect of adding bentonite on the behavioral characteristics of fine-grained soils. Journal of Engineering Geology, 8: 2345-2370 (In Persian).
12. Jafarikia T. 2019. Effect of biochar application method and amount on the soil moisture and evaporation. M.S. thesis, Shahrekord University (In Persian).
13. Jafarikia T., Ghasemi A.R., Ghobadi-Nia M., and Motaghian H.R. 2020. Influence of amount and distribution depth of walnut raw material and its biochar on evaporation and soil moisture. Water and Soil Conservation Research, 27: 1-27(In Persian).
14. Jafarnjadi A., Marjovi A., and Mirkhani R. 2016. Use of bentonite plated sulfur in improving saline and sodium soils. Soil and Water Research Institute, Karaj (In Persian).
15. Jazebi Z., Hojjati M., and Kasraian A. 2017. Fabrication and investigation of acrylamide/acrylic acid/bentonite superabsorbent nan composite for agricultural soils with different salinity. Oil Research Journal, 98: 110-126 (In Persian).
16. Kaufhold S., Dohrmann R., Klinkenberg M., and Noell U. 2015. Electrical conductivity of bentonites. Applied Clay Science, 114: 375-385.
17. Khadem A., Raisi F., and Besharti H. 2016. Effect of thermodigging temperature on the physical and chemical properties of corn biochar and carbon dioxide emission from soil. p. 1–8. Second National Congress of Development and Promotion of Agricultural Engineering and Soil Science of Iran, 11 Oct. 2016. Tehran, Iran (In Persian).
18. Khadem A., Raisi F., and Besharti H. 2017. A review of the effects of biochar application on the physical, chemical and biological properties of soil. Extension Scientific Journal of Land Management, 5: 13-30 (In Persian).
19. Khadem A., Reyesi F., and Besharati H. 2018. Impact of corn biochar on the chemical and microbiological characteristics of two clay and sandy calcareous soils. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 8: 25-47(In Persian).
20. Khan M., Iqbal N., Masood A., and Khan N. 2012. Variation in salt tolerance of wheat cultivars: role of glycinebetaine and ethylene. Pedosphere, 22: 746-754.
21. Laird D., Rogovska N., Garcia-Perez M., Collins H., Streubel J., and Smith M. 2010. Pyrolysis and biochar opportunities for distributed production and soil quality enhancement. Proceedings of the Sustainable Feedstocks for Advance Biofuels. Johnson (GA:SWCS publisher), Atlanta.
22. Lehmann J., and Joseph S. 2009. Biochar for environmental management. Sterling, England.
23. Liu Z., Ye W., Cui Y., Zhu H., and Wang Q. 2022. Water infiltration and swelling pressure development in GMZ bentonite pellet mixtures with consideration of temperature effects. Engineering Geology, 305: 106718.
24. Liu Z., Ye W., Cui Y., Zhu H., Wang Q., and Chen Y. 2021. Development of swelling pressure for pellet mixture and compacted block of GMZ bentonite. Construction and Building Materials, 301: 124080.
25. Molinero G., Cui Y., Mokni N., Delage P., Bornert M., Aimedieu P., Minh A., and Bernie F. 2018. Investigation of the hydro-mechanical behavior of a pellet/powder MX80 bentonite mixture using an infiltration column. Engineering Geology, 243: 18-25.
26. Najafi M., Boostani H., and Mahmoodi A. 2018. Effect of residues of three herbaceous and its biochar on some characteristics and status of potassium in a calcareous soil. Journal of Soil Science, 32: 26 -35 (In Persian).

27. Nasimi P., Karimi A., and Grami Z. 2020. Long term effects of palm leaf biochar on the porosity and structure stability of a sandy clay loam soil. Soil Research Publication, 2: 215-199 (In Persian).
28. Nikbakht J., Parvizi A., and Barzegar T. 2022. Effect of biochar application on lettuce yield and water productivity in deficit irrigation conditions. Water and irrigation management, 10.22059/JWIM.2022.342723.9 (In Persian).
29. Nourozi M., Tabatabai H., Nouri M., and Mottaghian H. 2016. Short-term effects of date leaf biochar on moisture retention in sandy loam soil. Journal of Water and Soil Resources Protection, 2: 149-149 (In Persian).
30. Paradelo R., Basanta R., and Barral M. 2019. Water-holding capacity and plant growth in compost-based substrates modified with polyacrylamide, guar gum or bentonite. Scientia Horticulturae, 243: 344-349.
31. Saghafi F., Ghanei M., and Shirmardi M. 2020. Investigating the effect of palm tree's waste biochar on concentration of elements, sodium adsorption ratio (SAR), and some saline soil's physical properties. Desert Ecosystem Engineering, 41: 145- 155 (In Persian).
32. Seifi M. 2019. Application of electrical conductivity of soil in precision agriculture. p. 1-9. 5th National Conference and 3rd International Conference on Environmental Sciences, 25 Jan. 2019. Agriculture and Natural Resources, Hamadan. (In Persian).
33. Shakoor A., Arshad M., Ata-ur-Rehman T., and Ahmad I. 2012. Evaluating the role of bentonite embedment in controlling infiltration and improve root zone water distribution in coarse soil. Pakistan Journal of Agricultural Research, 49:343-350.
34. Shamsaddi M., and Ramroudi M. 2021. Evaluation of the effect of biochar obtained from different pyrolysis temperatures on the marigold growth under salt stress. Horticultural Science, 35: 591- 604.
35. Simansky V., Horak J., and Bordolo S. 2022. Improving the soil physical properties and relationships between soil properties in arable soils of contrasting texture enhancement using biochar substrates: Case study in Slovaki. Geoderma Regiona, 28: doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00443.
36. Sohi S., Lopez-Capel E., Krull E., and Bol R. 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. CSIRO Land and Water Science Report, 5: 17-31.
37. Spokas K., Novak J., Masiello C., Johnson M., Colosky E., Ippolito J., and Trigo C. 2014. Physical disintegration of biochar: An overlooked process. Environmental Science and Technology Letters, 1: 326–333.
38. Sy L. 2006. Modeling the infiltration process with a multi-layer perceptron artificial neural network. Hydrological Sciences Journal, 51: 3-20.
39. Tan Z., Zou J., Zhang L., and Huang Q. 2018. Morphology, pore size distribution, and nutrient characteristics in biochar under different pyrolysis temperatures and atmospheres. Journal of Material Cycles and water Management, 20: 1036-1049.
40. Tejada M., and Gonzalez J. 2006. The relationships between erodibility and erision in a soil treated with two organic amendments. Soil Tillage Research, 91: 186-198.
41. Verheijen F., Jeffery S., Bastos A., Van M., and Diafas I. 2010. Biochar application to soils. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
42. Verheijen F., Zhuravel A., Silva F., Amaro A., Ben-Hur M., and Keizer J. 2019. The influence of biochar particle size and concentration on bulk density and maximum water holding capacity of sandy vs. sandy loam soil in a column experiment. Geoderma, 347: 194–202.

43. Wang S., Gao B., Zimmerman A., Li Y., Mad L., Harris W., and Migliaccio K. 2015. Physicochemical and sportive properties of biochars derived from woody and herbaceous biomass. Chemosphere, 134: 257-262.
44. Wang T., Catherine E., Ma J., and Zhang X. 2017. Applicability of five models to simulate water infiltration in to soil with added biochar. Journal of Arid Land, 9: 701-711.

Vol (1)
No (2)
Serial Number (2)
Autumn-Winter (2023)
Pages: 145-157

New Researches in Sustainable Water Engineering

The Effect of Walnut Wood Biochar and Bentonite on Electrical Conductivity and Soil Permeability

Elham Tavakoly[1], Ahmad Reza Ghasemi[2]*, Hamid Reza Motaghian[3]

DOI: 10.22103/nrswe.2023.20954.1023

Abstract

In recent years, the use of soil amendments with the aim of improving texture or increasing water capacity has become popular. This can affect the physical or chemical properties of the soil. In the present study, changes in electrical conductivity and soil permeability due to the addition of biochar and betonies were investigated. For this, 13 samples with two levels of 2% and 3% walnut wood biochar at two temperatures of 400°C and 600°C, were prepared, together with three levels of 2%, 5% and 10% bentonite and one soil sample without materials was used. The samples incubated for five months. The t-test was also used to check the difference between the samples. The results showed that both biochar and bentonite are able to significantly increase EC and decrease soil permeability. The average permeability value for samples with 2 and 3 percent biochar is a quarter of the permeability of soils without amendment. Adding bentonite to the soil reduced permeability such that the permeability of samples containing 10% bentonite (0.25 mm/min) was approximately ten times lower than that of the control sample (2.6 mm/ min). The electrical conductivity value in the samples with 10% bentonite is more than 4 times higher than in the soil without amendment, and in the samples with 2 and 3% biochar, it is on average about 2.3 times higher. Considering the increase in soil electrical conductivity, it is recommended to use biochar and bentonite with more accuracy.

Keywords: t- Test, Soil Amendments, Incubation, Pyrolysis temperature.

[1] - M.S. Student of Irrigation Drainage, Shahrekord University.Shahrekord. Iran
[2]*-Corresponding Author and Associate Professor, Department of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord. Iran. Email:ghasemiar@yahoo.com
[3]- Associate Professor, Department of Soil Science, Shahrekord University. Shahrekord, Iran