

کاربرد بیوچار و سطوح مدیریت آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi*)

عباس خاشعی سیوکی*^۱، علی شهیدی^۲، مصطفی یعقوب زاده^۳، مهدی دستورانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۵

چکیده

بیوچار از جمله مواد آلی است که به دلیل دارا بودن خاصیت پایداری بالا، در سالهای اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته است. این پژوهش با هدف بررسی اثر بر هم کنش تنش آبی و سطوح مختلف کاربرد بیوچار بر خصوصیات رشد و عملکرد گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi*) در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و بصورت اسپلیت پلات با تیمار آبیاری در دو سطح (I_1 و I_2 : بترتیب آبیاری با تأمین ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد نیاز آبی) تیمار بیوچار در سه سطح (C_1 و C_2 و C_3 : بترتیب استفاده از بیوچار در سطوح ۲، ۵ و ۱۰ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام گردید. تحت اثر بر هم کنش بیوچار و تنش آبی، بترتیب بیشترین و کمترین مقادیر ارتفاع بوته ۰/۵۴۸ و ۰/۴۵۴ متر، وزن تر و خشک، وزن صد دانه برحسب گرم ۱۱/۳۸، ۷/۷۷، ۳/۰۲، در مقابل ۸/۹، ۶/۰۶ و ۲/۵ گرم، وزن کل دانه ها بر حسب کیلوگرم ۰/۰۸ در مقابل ۰/۰۵۷ و عملکرد دانه ۱۶۰۲/۴۴ و ۱۱۴۸/۲۲ کیلوگرم بر هکتار و کارایی مصرف آب ۰/۲۲۶ و ۰/۲۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. کاربرد بیوچار در سطح ۴۵ تن در هکتار و علی‌الخصوص تحت اثر آبیاری کامل گیاه می‌تواند منجر به حداکثر میزان عملکرد و خصوصیات رشد زنیان شود.

واژه‌های کلیدی: بیرجند، گیاه دارویی، اجنون

مقدمه

تأکید بر استفاده از مواد گیاهی به عنوان منبع دارویی برای درمان انواع بیماری‌ها شده است (Joy et al., 2001). از آنجایی که کمبود آب، دستیابی به عناصر غذایی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین مدیریت تغذیه گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهان دارویی می‌باشد. یک ایده جدید برای افزایش مواد آلی و بهبود ویژگی‌های خاک، استفاده از بیوچار است. بیوچار ترکیب کربنی پایداری است که در اثر سوختن زیست توده در حضور اکسیژن کم یا شرایط بدون اکسیژن ایجاد می‌شود و بسیار مقاوم به تجزیه است (Azeem et al., 2014). کم آبیاری یک پدیده معمول در کشاورزی این مناطق است. با وجود آن که کم آبیاری کارایی مصرف آب را ممکن است بالا ببرد ولی در کل میزان عملکرد را کاهش خواهد داد (Sun et al., 2013). بیوچار از دامنه وسیعی از مواد اولیه نظیر چوب، بقایای محصولات کشاورزی و کود دامی قابل تهیه است. استفاده از بیوچار می‌تواند یک مکانیزم برای بهبود نگهداری عناصر غذایی خاک و کاهش آبشویی آن باشد. به دلیل قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر غذایی توسط بیوچار، تقاضا برای مصرف کودهای شیمیایی کاهش می‌یابد و از آنجایی که

آب یکی از مهمترین عوامل محیطی در تولید محصولات مختلف می‌باشد. بطوریکه کمبود آن می‌تواند صدمات شدیدی به رشد و نمو و همچنین ماده مؤثره گیاهان دارویی وارد نماید. آب نه تنها به لحاظ اکولوژیکی بلکه از نظر فیزیولوژیکی نیز برای گیاه دارای اهمیت است، زیرا در اکثر فرآیندهای داخلی گیاه دخالت داشته و تقریباً تمام فعالیت‌های متابولیکی سلول‌های گیاهی از جمله ساخت مواد مؤثره در گیاهان دارویی بستگی به وجود آب دارد (Letchamo et al., 1995). افزایش جمعیت، عرضه ناکافی دارو، بالا بودن هزینه درمان - های رایج، اثرات سوء جانبی داروها و شکل‌گیری مقاومت در عوامل مولد بیمارهای عفونی نسبت به داروهای موجود منجر به افزایش

۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۴- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

* - نویسنده مسئول: (Email: abbaskhashei@birjand.ac.ir)

یک درصد و بر تعداد روز تا گرده افشانی، ارتفاع بوته، قطر بلال، تعداد بلال و وزن هزار دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین، مصرف زئولیت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد و بر فاصله بین گرده افشانی تا ظهور ابریشم، طول بلال و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۷۳۵۲ و ۶۱۳۴/۱ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از آبیاری نرمال و مصرف ۱۲ تن در هکتار زئولیت حاصل شد. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش در شرایط فراهمی آب آبیاری، برای حصول حداکثر عملکرد دانه در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر، تبخیر از سطح تشت تبخیر صورت گیرد، در این شرایط مصرف زئولیت طبیعی ضرورتی ندارد ولی در شرایط کمبود آب در منطقه، آبیاری پس از ۹۵ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر به همراه مصرف ۱۲ تن در هکتار زئولیت در جهت حفظ رطوبت اطراف محیط ریشه و صرفه جویی در مصرف آب به میزان ۱۲/۹۷ درصد توصیه می‌شود. اعمال کم‌آبیاری بیشتر از این مقدار باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه خواهد شد. طبق نتایج پژوهش ولد آبادی (۱۳۹۲) تنش خشکی صفات مورد بررسی شامل وزن خشک برگ و بوته در واحد سطح، تعداد شاخه فرعی و نسبت وزن خشک برگ و گل به ساقه را تحت تأثیر قرار داده است و کاربرد کودهای بیولوژیک و زئولیت نیز بر وزن خشک برگ و بوته و نسبت وزن خشک برگ و گل به ساقه اثر معنی‌داری داشته است و کاربرد کودهای زیستی و زئولیت توانسته است اثرات سوء تنش خشکی را در گیاه مرزه در حد معنی‌داری کاهش دهد. نتایج پژوهش Hazrati et al., 2017 که بر روی اثر زئولیت بر گیاه آلوئه ورا انجام گرفت نشان از این نکته داشت که کاربرد زئولیت می‌تواند اثرات نامطلوب تنش آبی را کاهش داده و رشد و عملکرد گیاه را بهبود بخشد. تنش شدید آب علی‌رغم کاهش عملکرد برگ و رشد گیاهان باعث افزایش ترکیبات فیتوشیمیایی و بیوشیمیایی شد.

در این پژوهش سعی گردید تا با هدف استفاده از پتانسیل بالای رشد گیاهان دارویی در محدوده منطقه مورد مطالعه و با توجه به لزوم صرفه جویی در مصرف آب، و رسیدن به حداکثر محصول به ازای کمترین مقدار آب مصرفی و همچنین با توجه به پژوهش‌های اندک که فقط بر روی کیفیت خاک بر روی بیوپچار در ایران انجام گرفته، اثر بیوپچار بر عملکرد و خصوصیات رشد گیاه زنیان که بومی منطقه بیرجند می‌باشد مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در طول یک فصل زراعی (۱۳۹۶-۱۳۹۷) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت اسپلیت‌پلات در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند که در فاصله ۵

اساس کودهای شیمیایی را سوخت‌های فسیلی تشکیل می‌دهد، بیوپچار باعث سودمندی‌های غیرمستقیم در تغییرات آب و هوایی و کاهش آزادسازی گازهای گلخانه‌ای می‌شود. افزودن بیوپچار به خاک با توجه به نقشی که کربن در فرآیندهای شیمیایی، زیستی و فیزیکی خاک ایفا می‌کند می‌تواند مهم باشد (Berek et al., 2011 & Zhu et al., 2014). گیاه زنیان از تیره چتریان جزو پیشرفته‌ترین گیاهان گلدار نهم‌دانه اولیه، علفی، یک‌ساله، بی‌کرک، ساقه افراشته به ارتفاع ۵۰-۲۰ سانتیمتر، چتر با تعداد ۸-۶ انشعاب است. برگ‌هایی با پهنک منقسم، بریدگی زیاد و نازک، با گل‌های سفید به صورت چتر مرکب، میوه کوچک و بیضوی است. (نجفی، ۱۳۹۰)

نتایج پژوهش خالصی و همکاران (۱۳۹۳) بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در وزن تر بلال، قطر بلال، تعداد دانه در بلال و وزن خشک دانه با کاربرد بیوپچار در دوره‌های ۸، ۱۲ و ۱۶ روز می‌باشد. اثر متقابل نیتروژن و بیوپچار نیز در مورد وزن بلال، تعداد ردیف، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال و وزن خشک دانه معنی‌دار شد. مشاهده شد با کاربرد بیوپچار و نیتروژن در هر سه دور آبیاری بیشترین مقدار صفات اندازه‌گیری شده بدست آمد. نتایج مطالعه احمدی آذر و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد کاربرد سطوح مختلف زئولیت در هر سه شرایط رطوبتی خاک سبب بهبود در بسیاری از صفات فوق شد. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان با بکارگیری زئولیت، از هدررفت آب در شرایط کم‌آبی جلوگیری کرده و آن را بهتر و بیشتر در دسترس گیاه قرار داد. طبق نتایج حاصله از پژوهش صابری و همکاران (۱۳۹۶) مقادیر ضرایب گیاهی زنیان در مراحل مختلف رشد شامل مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و مرحله انتهایی به ترتیب برابر ۰/۷۸، ۱/۰۶، ۱/۱۳ و ۰/۹۶ بدست آمد و مجموع تبخیر تفرق این گیاه از لایسیمتر ۴۹۲ میلی‌متر محاسبه گردید. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری صفات وزن تر و وزن خشک بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح برگ، تعداد برگ، تعداد گل، تعداد میانگره و درصد اسانس در پژوهش قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که مصرف زئولیت بر وزن خشک و تعداد میانگره تأثیر معنی‌دار نداشت ولی تأثیر آن روی سایر صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر تنش خشکی (سطح تخلیه رطوبت خاک) روی چهار صفت سطح برگ، تعداد برگ، تعداد گل و تعداد میانگره معنی‌دار نبود ولی بر وزن تر و خشک، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و درصد اسانس اثر معنی‌دار داشت. اثر متقابل زئولیت و سطوح مختلف تخلیه رطوبت خاک بر چهار عامل وزن تر، وزن خشک، تعداد گل و تعداد میانگره معنی‌دار نبود در حالی‌که روی سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، تعداد برگ و درصد اسانس اثر معنی‌دار داشت. مطابق با نتایج پژوهش ماهرخ و عزیزی (۱۳۹۳) تأثیر آبیاری بر تعداد روز تا ظهور ابریشم، فاصله بین گرده افشانی تا ظهور ابریشم، ارتفاع بلال از سطح زمین، طول بلال و عملکرد دانه در سطح احتمال

اسفند ماه ۱۳۹۶ کشت گردید شکل (۱). بلافاصله بعد از کاشت، آبیاری انجام گردید که روش آبیاری بصورت کرتی بود و حجم آبیاری‌ها نیز توسط کنتور حجمی اندازه‌گیری شد. با استفاده از نتایج پژوهش صابری و همکاران (۱۳۹۶) مبنی بر تعیین برآورد ضریب گیاهی زنیان در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند، حجم آبیاری‌ها توسط نرم افزار CROPWAT 8.0 برآورد گردید. اعمال تیمارهای تنش آبی پس از رسیدن گیاهان به مرحله ۴ برگی حقیقی انجام پذیرفت. خاک مورد استفاده از عمق (۰-۳۰) سانتیمتر زمین زراعی محل اجرای آزمایش با بافت متوسط (لوم رسی) تهیه شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی این خاک در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱: تصویری از کرت‌های زنیان در طرح مورد مطالعه

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام پژوهش

پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	کربن آلی	pH	EC	جرم مخصوص	رس	سیلت	شن	ویژگی
mg/kg	mg/kg	%	***	dS/m	gr/cm ³	%	%	%	واحد
۲۶۱	۹/۲	۰/۵۳	۷/۶۱	۱/۲	۱/۵	۳۵/۷	۳۴/۶	۲۹/۷	مقدار

تقسیم این مقدار بر کل مقدار آب مورد استفاده در طول فصل رشد بر حسب مترمکعب به دست آمد. تجزیه واریانس دو طرفه داده‌ها (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس روش دانکن با استفاده از ماکروی DSAASTAT نرم افزار MS Excel 2013 در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

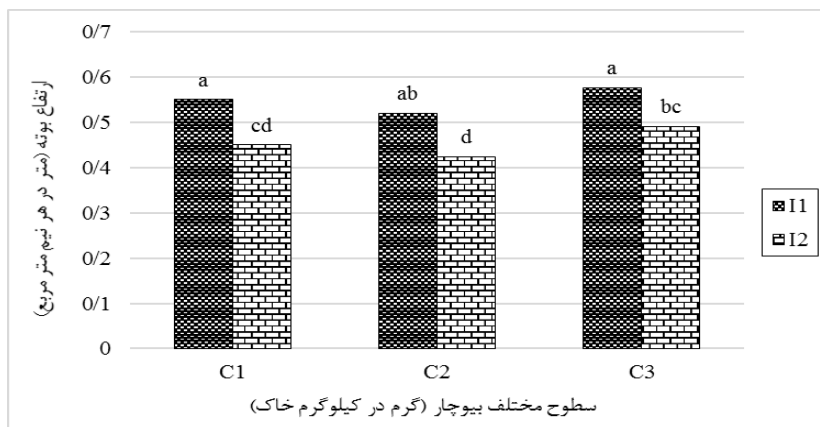
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فقط اثر بیوجار در سطح

کیلومتری غرب شهر بیرجند در مسیر جاده بیرجند- طبس، مجاور روستای امیرآباد با عرض جغرافیایی ۳۲°۵۳' شمالی و طول جغرافیایی ۵۵°۱۳' شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا واقع شده، انجام شد. بدین منظور تیمار آبیاری در دو سطح (I₁ و I₂: آبیاری با تأمین ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد نیاز آبی) و تیمار بیوجار در سه سطح (C₁ و C₂ و C₃: بترتیب استفاده از بیوجار در سطوح ۲، ۵ و ۱۰ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) با سه تکرار در نظر گرفته شد. پس از شخم اولیه و آماده‌سازی کرت‌ها با ابعاد ۲×۲ متر مربع و با فاصله ۰/۵ متر از یکدیگر، بیوجارها با توجه به نسبت مورد نظر با خاک مزرعه مخلوط شدند. سپس زنیان با حداکثر عمق ریشه ۳۰ سانتیمتر در کرت‌های موردنظر بصورت دستی و با مقدار ۱۵ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار با فاصله ۲۰ سانتیمتری ردیف‌های کشت از همدیگر به تاریخ ۲۰

برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. وجین علف‌های هرز بصورت دستی در دو مرحله در طول فصل رشد انجام گردید. محصول نیز در تاریخ ۹۷/۴/۲۵ برداشت گردید. به دلیل حذف اثرات حاشیه‌ای از بوته‌های واقع در نیم متر مربع وسط هر کرت برداشت انجام گردید. عملکرد دانه از حاصلضرب وزن کل دانه‌ها بر حسب کیلوگرم در مساحت یک هکتار (۱۰۰۰۰ مترمربع) و تقسیم حاصل آن بر نیم مترمربع محاسبه گردید. شاخص کارآبی مصرفی آب نیز پس از بدست آوردن وزن محصول نهایی و تبدیل آن به کیلوگرم و سپس

در ساقه و برگ‌ها می‌شود. به همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی روی گیاه را می‌توان از روی کاهش ارتفاع یا اندازه کوچک‌تر برگ‌ها تشخیص داد. در میان تیمارهای بیوچار، بیشترین ارتفاع بوته (۰/۵۳ متر) مربوط به تیمار C₃ (استفاده از بیوچار در سطح ۱۰ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) و کمترین ارتفاع بوته (۰/۴۷ سانتی متر) متعلق به تیمار C₂ (استفاده از بیوچار در سطح ۵ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) می‌باشد. مطابق شکل ۲ با افزایش سطح بیوچار افزوده شده به خاک در حالت آبیاری کامل گیاه، افزایش ارتفاع بوته مشاهده شد در صورتیکه در حالت آبیاری در سطح ۵۰ درصد نیاز آبی، افزایش ارتفاع بوته وجود داشت که مقدار آن کمتر از افزایش ارتفاع بوته در حالت آبیاری کامل گیاه می‌باشد که مطابق با نتایج پژوهش ماهرخ و عزیززی (۱۳۹۳) بوده که تفاوت آن‌ها معنی‌دار است. مقادیر اختلاف بین ارتفاع بوته در دو سطح آبیاری از سمت تیمار بیوچار C₁ به سمت C₃ بترتیب دارای اختلاف ۲۲/۲۲، ۲۲/۹۳ و ۱۶/۳۲ درصدی است.

۵ درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مطابق جدول ۳ بین تیمارهای آبیاری، بیشترین ارتفاع بوته (۰/۵۴۸ متر) از تیمار I₁ (آبیاری با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی) و کمترین ارتفاع بوته (۰/۴۵۴ متر) نیز از تیمار I₂ (آبیاری با تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی) حاصل گردید که با نتایج پژوهش انجام گرفته ماهرخ و عزیززی (۱۳۹۳) بر مطالعه اثر زئولیت (بعنوان یک اصلاح کننده خاک) بر تحمل تنش آبیاری ذرت دانه ای مطابقت دارد. شرایط محیطی از جمله تنش خشکی، به میزان زیادی ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد. طی بروز تنش خشکی، کاهش پتانسیل آب بافت‌های مریستمی در طول روز موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول‌ها می‌گردد. از آنجا که اندام‌های هوایی حساسیت بیشتری به تنش کم‌آبی دارند و محدودیت نموی گیاه در اثر کمبود رطوبت خاک در قسمت‌های هوایی رودتر اتفاق می‌افتد. هر گونه کمبود آب موجب تقلیل بیشتر آماس سلولی، کاهش تقسیم و توسعه سلولی به خصوص



شکل ۲- بر هم کنش تنش آبی و سطوح مختلف بیوچار بر ارتفاع بوته

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد گیاه دارویی زنبان تحت تأثیر تنش آبی و بیوچار

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته (m)	وزن تر (gr)	وزن خشک (gr)	وزن صد دانه (gr)	وزن کل دانه ها (kg)	عملکرد دانه (kg/hk)	کارایی مصرف آب (kg/m ³)
تکرار	۲	۰/۰۰۱۵	۱/۹۱۵	۱/۳۸	۰/۰۶۸	۰/۰۰۰۱۶	۶۶۹۲۸/۶۶	۰/۰۰۴۳
تنش آبی	۱	۰/۰۴۰	۲۶/۷۶	۱۳/۰۹*	۱/۲۲۷	۰/۰۰۰۲۳	۹۲۸۴۳۰/۲۳*	۰/۰۰۰۱۶
خطا	۲	۰/۰۰۳۵	۱/۵۸	۰/۵۳۸	۰/۰۹۵۵	۰/۰۰۰۱۷	۷۰۳۵۷/۵۵	۰/۰۰۰۲۳
بیوچار	۲	۰/۰۰۵۷*	۱۳/۶**	۲۶/۵۶**	۱/۷۶۸**	۰/۰۰۰۳۵**	۱۴۲۴۰/۷۸**	۰/۰۰۳۷**
تنش آبی × بیوچار	۲	۰/۰۰۰۰۷۲	۱/۷۱۸	۲/۸۲	۰/۱۱۵	۰/۰۰۰۰۱۱	۴۵۸۴/۲۲	۰/۰۰۰۱۶
ضریب تغییرات (%)	-	۵/۹۶	۹/۹۵	۱۶/۹۵	۵/۹۷	۱۶/۳۴	۱۶/۳۴	۱۷/۹۶

* و ** بترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه تحت تأثیر تنش آبی و بیوجار*

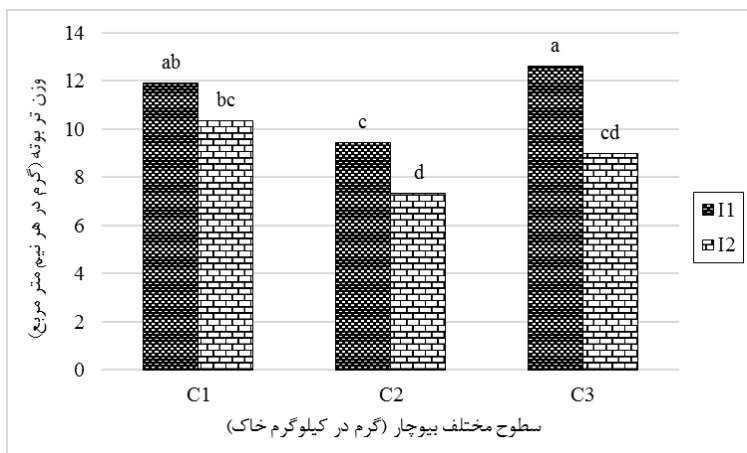
ویژگی تیمار	ارتفاع بوته (m)	وزن تر (gr)	وزن خشک (gr)	وزن صد دانه (gr)	وزن کل دانه ها (kg)	عملکرد دانه (kg/ha)	کارایی مصرف آب (kg/M ³)
تنش آبی							
I ₁	۰/۵۴ ^a	۱۱/۳۳۸ ^a	۷/۷۷۲ ^a	۳/۰۲۲ ^a	۰/۰۸۰۱ ^a	۱۶۰۲/۴۴ ^a	۰/۲۲۶ ^a
I ₂	۰/۴۵۲ ^b	۸/۹ ^a	۶/۰۶ ^a	۲/۵ ^a	۰/۰۵۷۳ ^a	۱۱۴۸/۲۲ ^a	۰/۲۲۰ ^a
بیوجار							
C ₁	۰/۵ ^a	۱۱/۱۵ ^a	۹/۰۳ ^a	۲/۵۱ ^b	۰/۰۸۲ ^a	۱۶۴۳ ^a	۰/۲۶۵ ^a
C ₂	۰/۴۷ ^a	۸/۳۹ ^a	۴/۸۲۵ ^b	۲/۳۸ ^b	۰/۰۴۰ ^b	۸۱۳ ^b	۰/۱۳۱ ^b
C ₃	۰/۵۳ ^a	۱۰/۸۱ ^a	۶/۹ ^{ab}	۳/۳۸ ^a	۰/۰۸۳ ^a	۱۶۷۰ ^a	۰/۲۷۳ ^a

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد می‌باشند.

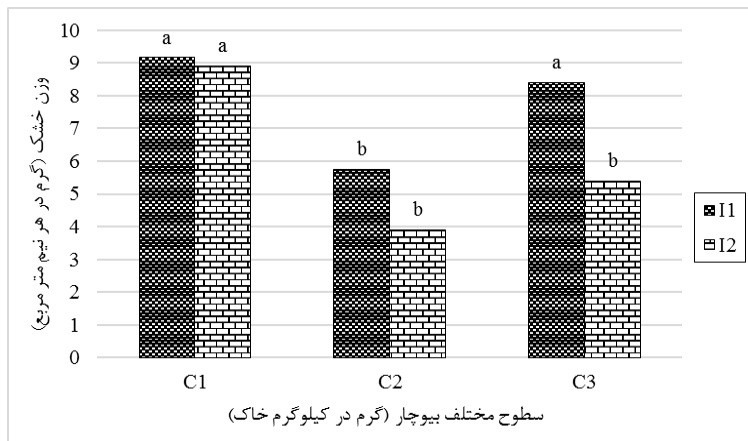
وزن تر و خشک بوته

بترتیب تحت اثر تیمارهای C₁ و C₂ با مقادیر ۹/۰۳ و ۴/۸۲۵ حاصل شد (جدول ۳). مطابق شکل‌های (۳) و (۴) تفاوت معنی‌داری بین مقادیر وزن تر و خشک بوته تحت تأثیر تنش آبی و سطوح مختلف بیوجار وجود دارد. از پایین‌ترین سطح بیوجار (C₁) به سمت بالاترین سطح بیوجار (C₃) وزن خشک و تر بوته دچار کاهش و افزایش نوسانی هستند اما کمترین مقدار هر دو پارامتر در تیمار I₂C₂ مشاهده شده است. در برخی مطالعات با کاربرد بیوجار، عملکرد نسبت به شاهد کمتر بود. در برخی از موارد محققین کاهش را به غیر متحرک شدن نیتروژن توسط بیوجار نسبت داده‌اند (Rondon et al., 2007 and Blackwell et al., 2010 and Asai et al., 2009) و این پدیده انتظار می‌رود که مدت زمان نسبتاً کوتاه تا زمانی که جزء ناپایدار بیوجار تجزیه می‌شود دوام داشته باشد. افزایش وزن تر بوته و کاهش وزن خشک بوته در نتیجه افزایش سطح بیوجار افزوده شده به خاک متناسب با نتایج پژوهش قلی زاده و همکاران (۱۳۸۵) می‌باشد. همچنین کاهش وزن خشک بوته در نتیجه اعمال تنش آبی مطابق با نتایج پژوهش ولدآبادی (۱۳۹۲) می‌باشد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که تنها اثر بیوجار در سطح ۱ درصد بر وزن تر بوته و همچنین اثر بیوجار در سطح ۱ درصد و تنش آبی در سطح ۵ درصد بر وزن خشک بوته معنی‌دار بوده که معنی‌دار بودن ۱ درصدی اثر بیوجار بر وزن تر مطابق با نتایج پژوهش خالصی و همکاران (۱۳۹۳) بر روی ذرت و نتایج پژوهش قلی زاده و همکاران (۱۳۸۵) بر روی گیاه بادرشبی می‌باشد. معنی‌دار بودن ۵ درصدی تنش آبی بر روی وزن خشک بوته مطابق نتایج پژوهش قلی زاده و همکاران (۱۳۸۵) بوده و فاقد معنی‌دار بودن تکرار مطابق با نتایج احمدی آذر و همکاران (۱۳۹۴) است. برای تیمارهای تنش آبی بیشترین و کمترین وزن تر بوته بر حسب گرم بترتیب با ۱۱/۳۳۸ و ۸/۹ برای تیمار I₁ و I₂ و بیشترین و کمترین وزن خشک بوته بر حسب گرم نیز بترتیب با مقادیر ۷/۷۷۲ و ۶/۰۶ برای تیمارهای آبیاری I₁ و I₂ به دست آمدند. برای تیمارهای مختلف بیوجار نیز بیشترین وزن تر بوته بر حسب گرم با مقدار ۱۱/۱۵ مربوط به C₁ و کمترین مقدار این پارامتر با ۸/۳۹ مربوط به تیمار C₂ می‌باشد و بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک بوته بر حسب گرم



شکل ۳- بر هم‌کنش تنش آبی و سطوح مختلف بیوجار بر وزن تر بوته



شکل ۴- برهم کنش تنش آبی و سطوح مختلف بیوجار بر وزن خشک بوته

پژوهش پیرزاد و همکاران (۱۳۹۴) بوده که بر روی اثر زئولیت بر گیاه ماش سبز صورت گرفت. مطابق نتایجی که در جدول ۳ موجود است مقدار $۱۶۰۲/۴۴$ کیلوگرم بر هکتار به عنوان بالاترین عملکرد دانه برای تیمار I_1 و مقدار $۱۱۴۸/۲۲$ کیلوگرم بر هکتار به عنوان پایین ترین عملکرد دانه برای تیمار I_2 در بین دو تیمار تنش آبی مشاهده گردید و در بین سطوح مختلف بیوجار، بیشترین و کمترین عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم بر هکتار بترتیب با مقادیر ۱۶۷۰ و ۸۱۳ مربوط به سطوح بیوجار C_3 و C_2 حاصل شد. کاهش میزان عملکرد دانه با واحد کیلوگرم بر هکتار تحت اثر تیمار آبیاری I_1 و از سمت C_1 به C_2 و سپس افزایش آن از C_2 به C_3 و نیز کاهش نوسانی این پارامتر تحت اثر رژیم آبیاری I_2 از سمت تیمار C_1 به سمت تیمار C_2 و افزایش آن از تیمار C_2 به سمت تیمار C_3 در شکل ۷ مورد مشاهده بوده که تمامی این کاهش‌ها و افزایش‌های نوسانی معنی دار می‌باشند. بیشترین و کمترین عملکرد دانه بترتیب در تیمارهای I_1C_3 و I_2C_2 مشاهده گردید. مقادیر اختلاف بین ارتفاع بوته در دو سطح آبیاری از سمت تیمار بیوجار C_1 به سمت C_3 بترتیب دارای اختلاف $۵۷/۶۳$ ، $۴۹/۵۱$ و $۲۶/۵۴$ درصدی است.

کارایی مصرف آب

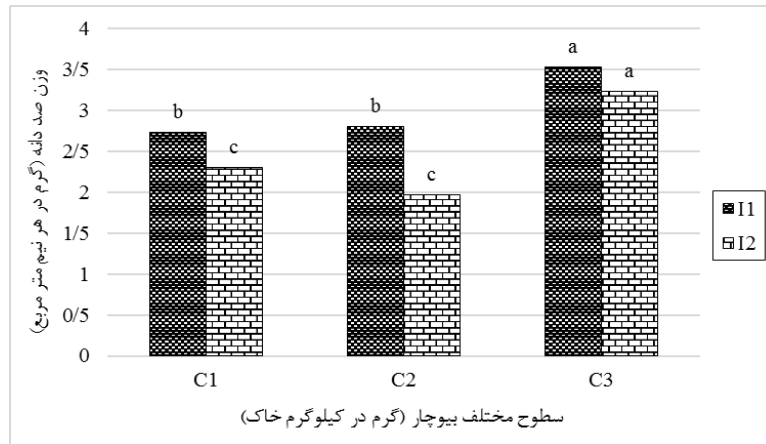
این شاخص فقط تحت تأثیر اثر بیوجار در سطح ۱ درصد معنی دار واقع شد (جدول ۲) و مطابق جدول ۳ از بین دو سطح تنش آبی، بیشترین و کمترین مقدار آن بترتیب $۰/۲۲۶$ و $۰/۲۲۰$ کیلوگرم بر مترمکعب برای سطح تنشی I_1 و I_2 قابل مشاهده است و از میان سه سطح بیوجار، بیشترین مقدار این شاخص برای سطح C_3 با مقدار $۰/۲۷۳$ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین مقدار آن برای سطح C_2 با مقدار $۰/۱۳۱$ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد.

وزن صد دانه و وزن کل دانه‌ها

تنها اثر بیوجار در سطح ۱ درصد بر وزن صد دانه دارای اثر معنی دار است (جدول ۲). در بین تمام تیمارهای تنش آبی و بیوجار، بیشترین وزن صد دانه در تیمارهای I_1 و C_3 بترتیب با مقادیر $۳/۰۲۲$ و $۳/۳۸$ و بر حسب گرم به دست آمد و در مقابل آن کمترین وزن صد دانه در دو تیمار I_2 و C_2 با مقادیر $۲/۵$ و $۲/۳۸$ بر حسب گرم حاصل گردید (جدول ۳). همانند وزن صد دانه اعمال تیمارهای بیوجار در سطح ۱ درصد بر وزن کل دانه‌ها مؤثر است (جدول ۲) و همچنین مطابق داده‌های جدول ۳، در بین تمام تیمارهای تنش آبی و بیوجار، بیشترین مقدار پارامتر وزن کل دانه‌ها مربوط به I_1 با مقدار $۰/۰۸۰۱$ کیلوگرم و C_3 با مقدار $۰/۰۸۳$ کیلوگرم به دست آمد و کمترین مقادیر نیز مربوط به I_2 با مقدار $۰/۰۵۷۴$ کیلوگرم و C_2 با مقدار $۰/۰۴۰$ کیلوگرم حاصل شدند. افزایش سطح بیوجار به بالاترین سطح در دو تیمار مختلف تنش آبی افزایش معنی داری بر وزن صد دانه نشان داد. دلیل کاهش این پارامتر در شرایط تنش آبی می‌تواند به این دلیل باشد که وقوع تنش موجب کاهش جذب آب و املاح و در نتیجه، کاهش فتوسنتز برگ و تولید شیره پرورده گردیده است (Albarak, 2006 & Sinaki et al., 2007). با افزایش سطح بیوجار وزن صد دانه تحت اثر هر دو تیمار آبیاری افزایش پیدا کرد (شکل ۵). کاهش معنی دار وزن کل دانه‌ها تحت اثر رژیم آبیاری I_1 از سمت C_1 به سمت C_2 و نیز افزایش معنی دار آن از سمت C_2 به سمت C_3 را می‌توان در شکل ۶ مشاهده نمود.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد بیوجار در سطح ۱ درصد در مراحل مختلف رشدی تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه زینان داشته است (جدول ۲) که این سطح معنی داری مطابق با نتایج



شکل ۵- برهم کنش تنش آبی و سطوح مختلف بیوجار بر وزن صد دانه



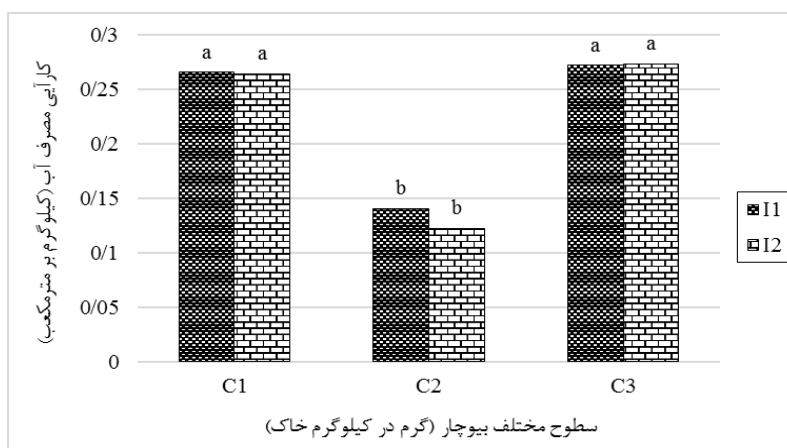
شکل ۶- برهم کنش تنش آبی و سطوح مختلف بیوجار بر وزن کل دانه‌ها



شکل ۷- برهم کنش تنش آبی و سطوح مختلف بیوجار بر عملکرد دانه

بیوجار C₃ مقدار این شاخص در حالت I₁ از حالت I₂ کمتر است. کارایی مصرف آب با اعمال تنش آبی دارای حرکت افزایشی نوسانی است که مطابق با نتایج پژوهش (Hazrati et al., 2017) بر روی زئولیت بوده که این شاخص با اعمال تنش به همراه کاربرد مقادیر بالای زئولیت افزایش می‌یابد (شکل ۸).

کارایی مصرف آب در حالت I₂C₃ در بیشترین مقدار و در حالت I₂C₂ در کمترین مقدار خود قرار دارد. درست است که اعمال تنش آبی موجب کاهش مقدار آب مصرفی می‌شود اما کاهش محصول را در پی دارد بنابراین در تمامی سطوح بیوجار مقدار این شاخص در حالت I₂ نسبت به حالت I₁ دارای مقادیر کمتری است. اما در سطح



شکل ۸- بر هم کنش تنش آبی و سطوح مختلف بیوپچار بر کارایی مصرف آب

نگهداری آب در خاک شده و به این ترتیب می‌توان با مصرف بیوپچار میزان آب مصرفی را کاهش داد. نتایج این پژوهش حاکی از تأثیر مثبت بیوپچار بر گیاه زینان و عملکرد آن بود. می‌توان گفت کاربرد سطح C_3 بیوپچار (۴۵ تن در هکتار) با تعدیل تنش آبی بر پارامترهای تعداد گل در کاله، وزن کل دانه‌ها و عملکرد دانه اثر گذاشته و مقادیر این پارامترها در تیمار C_3 تحت رژیم آبیاری کامل و آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی اختلاف بسیار کمی داشته و در پارامتر تعداد گل در کاله این مقادیر برابرند. کاربرد سطوح پایین و بالای بیوپچار (۹ تن در هکتار و ۲۲/۵ تن در هکتار) نیز با تعدیل تنش آبی بر وزن صد دانه اثر گذاشته و کمترین اختلاف تحت تأثیر دو تیمار مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. بطور کلی می‌توان گفت کاربرد بیوپچار در سطوح پایین (۹ تن در هکتار) و علی‌الخصوص تحت اثر آبیاری کامل گیاه می‌تواند منجر به حداکثر میزان عملکرد و خصوصیات رشد زینان شود و این سطح از بیوپچار می‌تواند اثر مطلوب تری بر روی پارامترهای مختلف گیاه بر جا گذارد.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب طرح پژوهشی به شماره ابلاغیه ۴۷۸۴/د/۱۳۹۷/۵ مورخ ۱۳۹۷/۰۳/۵ و با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه بیرجند انجام شده است که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

احمدی آذر، ف، حسنلو، ط، ایمانی، ع، فیضی اصل، و. ۱۳۹۴. تنش خشکی و کاربرد ژئولیت معدنی بر رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*)، مجله پژوهش-

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که تنش آبی منجر به کاهش خصوصیات رشد و عملکرد گیاه دارویی زینان شد. تمامی منابع متغیر در حالت تنش آبی از خود کاهش نشان دادند. همچنین تمامی پارامترها از سمت تیمار اولیه بیوپچار (C_1) به سمت تیمار بیشترین مقدار بیوپچار (C_3) در تیمار C_2 از خود کاهش نشان دادند و سپس افزایش داشتند که نمایانگر این موضوع است که بیوپچار و مقدار آن بر رشد بافت‌های مختلف گیاهی و تولید محصول بیشتر، مؤثر واقع شده است. تمامی پارامترها به غیر از وزن خشک بوته بیشترین مقادیرشان در تیمار بیوپچار C_3 ثبت گردید. مقادیر ۳ پارامتر ارتفاع بوته، وزن صد دانه و کارایی مصرف آب در تیمار C_3 در هر دو رژیم آبیاری دارای بیشترین مقادیر خود نسبت به سایر تیمارهای بیوپچار بودند. کمترین مقادیر برای تمامی پارامترهای موردنظر در تیمار بیوپچار C_2 و تیمار آبیاری I_2 حاصل شد که اختلاف آن‌ها با سایر تیمارها معنی‌دار بود. محققین، این کاهش را به غیر متحرک شدن نیتروژن توسط بیوپچار نسبت داده‌اند و این پدیده انتظار می‌رود که مدت زمان نسبتاً کوتاه تا زمانی که جزء ناپایدار بیوپچار تجزیه می‌شود دوام داشته باشد. با توجه به اینکه خاک منطقه مورد مطالعه حاوی مقدار کمی مواد آلی است استفاده از بیوپچار توانست با تأثیر بر ویژگی‌های خاک بر رشد رویشی و زایشی زینان تأثیر مثبت داشته باشد. خاکستر در بیوپچار حاوی مواد مغذی گیاهی، بیشتر کاتیون‌های بازی مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم و همچنین فسفر و عناصر کم‌مصرف شامل روی و منگنز می‌باشد. عناصر معدنی موجود در زیست توده به استثنای نیتروژن عمدتاً در خاکستر بیوپچار یافت خواهند شد. در طی فرآیند گرماکافت برای تولید بیوپچار، نسبت قابل توجهی از نیتروژن زیست توده از طریق تصاعد از دست می‌رود. بیوپچار با دارا بودن منافذ بالا باعث افزایش قدرت

- of Biodiversity and Environmental Sciences 8:1-13
- Berek, A.K., Hue, N. and Ahmad, A. 2011. Beneficial use of biochar to correct soil acidity. The Food Provider, Available at <http://www.ctahr.hawaii.edu/huen/nvh/biochar>
- Blackwell P., Krull E., Butler G., Herbert A., Solaiman Z. 2010. Effect of banded biochar on dryland wheat production and fertiliser use in south-western Australia: an agronomic and economic perspective. Australian Journal of Soil Research 48:531-548.
- Hazrati, S., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Mokhtassi-Bidgoli, A., Modarres-Sanavy, A.M., Mohammadi, H. and Silvana Nicola. 2017. Effects of zeolite and water stress on growth, yield and chemical compositions of Aloe vera L. Agricultural Water Management, 181, 66-72.
- Joy, P.P., Thomas, J., Mathew, S. and Skaria, B. P. 2001. Medicinal Plants. Calcutta: Naya Prokash, page 210.
- Letchamo, W., H. L. Xu, and A. Gosselin. 1995. Variations in photosynthesis and essential oil in Thyme. J. Plant physiol, 147:29-37.
- Mukherjee, A., Lal, R. and Zimmerman, A.R. 2014. Effects of biochar and other amendments on the physical properties and greenhouse gas emissions of an artificially degraded soil. Science of the Total Environment, 487: 26-36
- Rondon M.A., Lehmann J., Ramirez J., Hurtado M. 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. Biology and Fertility of Soils 43:699.
- Sinaki, J., Majidi Heravan, M. E., Shirani Rad, A. H., Noormohammadi, G. H. and Zarei, G. H. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.) American-Eurasian. Agricultural. & Environ. Science, 2(2): 417-422.
- Sun, Y., F. Yan, and F. Liu. 2013. Drying/rewetting cycles of the soil under alternate partial root-zone drying irrigation reduce carbon and nitrogen retention in the soil-plant systems of potato. Agr. Water Manag. 128: 85-91.
- Zhu, Q. H., Peng, X. H., Huang, T. Q., Xie, Z. B. and Holden, N. M. 2014. Effect of biochar addition on maize growth and nitrogen use efficiency in acidic red soils. Pedosphere, 24(6): 699-708.
- های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۸. ۳: ۴۷۴-۴۵۹.
- پیرزاد، ع.، جلیلیان، ج.، اکبری باوندی، و. ۱۳۹۴. بهبود عملکرد ماش سبز (*Vigna radiata* L.) با کاربرد ژئولیت تحت شرایط کمبود آب، پژوهش در گیاهان زراعی، ۳. ۱: ۱-۱۳.
- خالصی، خ.، عامریان، م.، ر.، اصغری، ح.، ر.، رحیمی، م. ۱۳۹۳. تأثیر بیوجار و نیتروژن بر برخی صفات کمی ذرت در شرایط کم آبیاری، کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری، تبریز.
- صابری، ا.، رضایی، ف.، خاشعی سیوکی، ع. ۱۳۹۶. برآورد ضریب گیاهی اجغون (*Trachyspermum ammi*) در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۱. ۳: ۳۸۹-۳۹۸.
- قلی زاده، آ.، اصفهانی، م.، عزیزی، م. ۱۳۸۵. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد ژئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*)، نشریه پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۳: ۱۰۲-۹۶.
- ماهرخ، ع.، عزیزی، ف. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد ژئولیت طبیعی بر تحمل به تنش کم‌آبیاری در ذرت دانه‌ای، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۲. ۲: ۳۰۴-۲۹۶.
- ولدآبادی، ع. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر کاربرد کودهای بیولوژیک و ژئولیت بر خواص کمی مرزه در شرایط تنش خشکی، همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان.
- نجفی، ش. ۱۳۹۰، گیاهان دارویی، انتشارات مرنندیز، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی زابل، ۲۷۲ صفحه.
- Albarrak, K. H. M. 2006. Irrigation Interval and nitrogen level effects on growth and yield of Canola (*Brassica napus* L.). Science King Faisal University, 7(3): 87-99.
- Asai H., Samson B.K., Stephan H.M., Songyikhangsuthor K., Homma K., Kiyono Y., Inoue Y., Shiraiwa T., Horie T. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. Field Crops Research 111:81-84.
- Azeem, M., Hayat, R., Hussain, Q., Ahmed, M., Imran, M. and Crowley, D. 2016. Effect of biochar amendment on soil microbial biomass, abundance, and enzyme activity in the mash bean field. Journal

Effect of Biochar Application and Irrigation Management on Yield and Yield Components Medicinal Plant (*Trachyspermum ammi.*)

A. KhasheiSiuki*¹, A. Shahidi,² M. Yaghoubzadeh³ and M. Dastorani⁴

Recived: Augu.27, 2018

Accepted: Nov.06, 2018

Abstract

Biochar is a kind of organic materials which has high stable properties, in recent years attracts the attention of researchers. This research was conducted with the aim of investigating the effect of interaction of water stress and various biochar levels on growth and yield characteristics of medicinal plant was done in a completely randomized block design as split plot with irrigation treatment at two levels (I1 and I2: Irrigation respectively. By providing 100% and 50% water requirement), biochar treatment were used at three levels (C1, C2 and C3: biochar use at levels of 2, 5 and 10 gr per kg of soil) with three replications at the research farm of the Faculty of Agriculture, University of Birjand. Under the interaction influence of biochar and water stress, respectively, the highest and lowest plant height was 0.548 and 0.445, fresh and dry weight, 100 seed weight, 11.38, 7.77, 3.2, Versus 8.9, 6.06, 2.5 gr and the total grain weight, was 0.88 kg versus 0.057 kg, and the grain yield was 602.41 and 1148.2 kg / ha, and the water use efficiency was 0.286 and 220.0 kg / m³ An biochar application at a level of 45 tons per hectare, and especially under the influence of complete plant irrigation, can lead to maximum yield and growth characteristics of the plant.

Keywords: Birjand, medecian Herb, Ajqon

1- Associate Professor Science and Water Engineering Department. University of Birjand
2- Associate Professor Science and Water Engineering Department. University of Birjand
3- Assistant Professor Science and Water Engineering Department. University of Birjand
4- Assistant Professor Science and Water Engineering Department. University of Birjand
(* - Corresponding Author Email: abbaskhashei@birjand.ac.ir)