Archive of SID

اثرات سطوح مختلف بیوچار گندم و تنش آبی بر ویژگی‌های کمی و کیفی کارلا (خربزه تلخ) در شرایط گلدانی

اسماعیل میر، حلیمه پیری[1] و امیر ناصرین

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
esmaealmir@gmail.com
استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
h_piri2880@uoz.ac.ir
استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی ، ایران.
a.naserin@asnrukh.ac.ir

دریافت: دی ۱۳۹۹ و پذیرش: شهریور ۱۴۰۰

چکیده

کارلا گیاهی دارویی است که از میوه آن برای درمان دیابت استفاده می‌شود. در این تحقیق اثر تنش آبی و بیوچار بر پارامترهای کیفی و کمی گیاه کارلا مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در شرایط گلخانه به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سه تیمار آب آبیاری (۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ آب مورد نیاز) و چهار تیمار بیوچار (صفر، ۱/۲۵٪، ۲/۵٪ و ۵٪ وزنی خاک گلدان) بود. سطوح تنش آبی در طول فصل رشد با توزین هر هفته گلدان‌ها و جبران کمبود آب خاک تا حد ظرفیت زراعی (FC) با افزودن مقدار آب لازم به آن‌ها اعمال شد و میزان آب اضافه شده به هر گلدان نیز در طول فصل رشد اندازه‌گیری شد. ۵۰ روز پس از کاشت، برداشت محصول هر هفته یک‌بار انجام شد. در مجموع پنج بار برداشت انجام شد. در هر برداشت پارامترهای کمی ارتفاع گیاه، تعداد، وزن، قطر و طول میوه و پارامترهای کیفی مقدار قند میوه، شاخص سبزینگی و شاخص سطح برگ در هر گلدان به‌دقت اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد محصول و کارایی مصرف آب آبیاری در پایان فصل کشت در هر تیمار محاسبه شد. نتایج نشان داد که اثرات سطوح آب مورد نیاز و بیوچار بر پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود (در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪). با کاهش آب آبیاری، مقدار پارامترهای کمی و عملکرد گیاه کاهش یافت. بیشترین مقدار پارامترهای مزبور از تیمار ۱۰۰٪ مقدار آب آبیاری حاصل شد که از این نظر با تیمار ۷۵ ٪ آب آبیاری معنی‌دار نبود. استفاده از بیوچار تا سطح ۲/۵٪ وزنی خاک باعث افزایش پارامترها شد. استفاده بیشتر بیوچار (۵٪ وزنی خاک) باعث کاهش پارامترهای کمی و عملکرد گیاه شد. استفاده از مقدار مناسب بیوچار سبب کاهش اثرات منفی تنش رطوبتی و بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاه در مقایسه با شاهد شد. بنابراین کاربرد آن برای گیاه و به‌ویژه در شرایطی که گیاه تحت تنش خشکی است و یا در گلخانه‌ها و خزانه‌کاری‌ها به‌منظور کاهش میزان آب مصرفی و بهبود رشد و عملکرد گیاه قابل توصیه می‌باشد، هرچند پیشنهاد می‌شود آزمایش در شرایط مزرعه نیز انجام شود.

واژه‌های کلیدی: شاخص سبزینگی، شاخص سطح برگ، کارایی مصرف آب، قند میوه

[1]- آدرس نویسنده مسئول: گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از مشکلات اساسی در اقلیم گرم وخشک ایران، کمبود آب می‌باشد. با توجه به کاهش سرانه آب تجدیدشونده به‌دلیل رشد جمعیت و کاهش نزولات جوی در سال‌های اخیر و احتمال تداوم آن در آینده، لازم است تمهیداتی جهت مقابله با بحران آب اتخاذ نمود. بخش وسیعی از زمین‌های زیر کشت محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است و این گیاهان در معرض شرایط نامطلوب محیطی مانند شوری و خشکی قرار دارند (فیضی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). از این رو، افزایش توان گیاهان برای تحمل تنش‌های محیطی همچون کم‌آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. وقوع تنش‌های محیطی، حفظ و حراست از منابع آب و خاک موجود و افزایش بهره‌وری هرچه بیش‌تر از این منابع، از اهمیت بالایی برخوردار است (دمیرال و ترکان، ۲۰۰۴). مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر کاهش مصرف منابع آب داشته باشد (لی و همکاران، ۲۰۱۶). اعمال مدیریت صحیح آبیاری و کاشت گیاهان مقاوم به خشکی، به‌منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک ازجمله اقدامات مؤثر برای افزایش بازدهی مصرف آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب کشور می‌باشد. یکی از راه-کارهای افزایش نگهداشت آب در خاک استفاده از اصلاح-کننده‌های خاک می‌باشد (لیو همکاران، ۲۰۱۸). زغال زیستی (بیوچار) از اصلاح‌کننده‌هایی می‌باشد که در سال-های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. بیوچار زغال تهیه شده از زیست توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که سوختن آن‌ها در حضور کم و یا عدم حضور اکسیژن با فرآیند موسوم به پیرولیز انجام می‌شود (گلیسر و بریک، ۲۰۱۲). توانایی بالای این ماده در جذب و نگهداری عناصر غذایی و جلوگیری از آبشویی آن‌ها، جذب فلزات سمی و کودهای شیمیایی باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود (بریک. همکاران، ۲۰۱۱). بیوچار به‌علت سرعت تجزیه بسیار کند نسبت به سایر مواد آلی، ظرفیت زیادی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای از قبیل دی‌اکسید کربن و متان که از ضایعات آزاد می‌شود، دارد و می‌تواند کربن را برای دوره‌های طولانی ذخیره کند و باعث بهبود عملکرد خاک می‌شود (لهمن و همکاران، ۲۰۰۶). بیوچار به‌عنوان ماده‌ای برای افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش pH در خاک‌هاس اسیدی و افزایش فراوانی جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک به‌کار می‌رود. هچنین تغییراتی روی چرخه عناصر غذایی و ساختمان خاک گذاشته و به‌صورت غیرمستقیم رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (وان‌زویتن و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر مثبت بیوچار بر ویزگی-های فیزیکی خاک مانند بهبود سطح ویژه، افزایش ظرفیت ذخیره آب و نفوذپذیری خاک ارائه شده است (خادم و همکاران، ۱۳۹۶). بیوچار با تأثیر بر مواد معدنی مانند کلسیم، منیزیم، فسفر، پتاسیم و گوگرد به‌صورت مستقیم موجب افزایش رشد گیاه شده و همچنین به‌صورت غیرمستقیم، با تأثیر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، زمینه‌ی افزایش رشد گیاه را فراهم می‌آورد (اکسیو و همکاران، ۲۰۱۲). شواهد نشان می‌دهد اضافه کردن این ماده به خاک محصول گیاه را افزایش می‌دهد و آبشویی مواد مغذی را کاهش داده و فعالیت‌های میکروبی خاک را تحریک می‌کند (کیولیام و همکاران، ۲۰۱۲). عباس‌پور و همکاران (۱۳۹۸) اثر بیوچار بر حاصلخیزی خاک و کارایی مصرف آب در گیاه سیاهدانه را در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند. ایشان بیان داشتند استفاده از بیوچار در مناطق خشک و نیمه‌خشک علاوه بر بهبود خصوصیات خاک، جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه را افزایش داده و با تأثیر بهینه بر عملکرد، میزان آب مصرفی در سیاهدانه را کاهش داده و باعث صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود. دهقانی‌احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۷) اثر سطوح مختلف بیوچار برمشخصه‌های رطوبتی خاک در کم‌آبیاری گیاه ذرت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد بیوچار می‌تواند به‌نحو موثری توانایی خاک در نگهداری آب را بهبود بخشد و این شرایط باعث بهبود ۱ تا ۱۳ درصدی در عملکرد دانه محصول ذرت و کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

اثرات تنش خشکی در تیمارهای کم‌آبیاری شد. گائولو و همکارن (۲۰۱۴) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که بیوچار موجب بهبود ساختمان خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و تهویه خاک رسی شد. یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی و آلی در سیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کودهای زیستی در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و در برخی موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند باعث پایداری نظام کشاورزی شود. یکی از خصوصیات کودهای آلی، تجزیه کندتر آن‌ها در مقایسه با کودهای معدنی می‌باشد. کودهای دامی هر دو یا سه سال اعمال می‌شود که علاوه بر هزینه‌ی بالا، تجزیه سریع و معدنی شدن مواد آلی، تأثیر معنی‌داری نیز بر گرمایش جهانی دارد (اسلم و همکاران، ۲۰۱۴). سرتیپ و همکاران (۱۳۹۶) اثر کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات و کودهای شیمیایی را بر گیاه کارلا مود بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ در ترکیب با ۵۰ درصد و ۷۵ درصد کودهای شیمیایی در بهبود صفات فیزیولوژیکی و عملکرد میوه گیاه کارلا تأثیر مثبتی داشته است و به‌جای مصرف مداوم کودهای شیمیایی، می‌توان با استفاده بهینه از نهادهای زیستی در راستای کشاورزی پایدار گام برداشت.

با توجه به اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی در سال‌های اخیر صنایع داروسازی، پزشکان و گروه‌های تحقیقاتی بسیاری از کشورها توجه خود را به منابع‌طبیعی و گیاهان دارویی معطوف ساخته‌اند. به‌طوری که هم اکنون مزارع وسیع آزمایشی و تولیدی گیاهان دارویی وجود دارد که با افزایش مصرف آن‌ها نیاز به توسعه کشت، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح، ضروری می‌باشد (هانسون و اسمکینز، ۲۰۰۹). تحقیقات سازمان بهداشت جهانی نشان می‌دهد در بسیاری از کشورها به‌خصوص کشورهای در حال توسعه از گیاهان دارویی برای رفع نیازهای بهداشتی و درمانی خود استفاده می‌کنند (کودهری و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به افزایش جمعیت دنیا و نیاز روزافزونی که صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به‌عنوان مواد اولیه دارو دارند، تحقیق بیشتر پیرامون این دسته از گیاهان ضروری و بررسی راه‌کارهای مختلف جهت افزایش عملکردکمی و کیفی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است.

کارلا با نام علمی (*Momordica Charantia L*) از خانواده ی کدوئیان (*Cucurbitaccac*) گیاهی گرمسیری است که در سراسر جهان پراکندگی دارد و مناطق عمده‌ی کشت آن شرق آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی است (مبصری‌مقدم،۲۰۱۲). گرچه این گیاه در اقلیم‌های گوناگون رشد می‌کند اما بهترین بازدهی را در اقلیم‌های گرم دارد. کارلا گیاهی یکسالی، خزنده، بالارونده و پرشاخ و برگ است. میوه، دانه و برگ‌های به‌دلیل وجود کوئینین تلخ مزه می‌باشد. بخش‌های مختلف میوه این گیاه از گذشته برای درمان در طب سنتی استفاده می‌شده است. به‌طور کلی کارلا به‌صورت غذا و دارو مورد استفاده قرار می‌گیرد (کریسان، ۲۰۰۸). این گیاه مقاومت بدن در برابر عفونت‌ها را افزایش می‌دهد. کارلا از خون سم‌زدایی می‌کند و مزیت‌های زیادی در درمان و کنترل اختلالات خون از قبیل دمل‌های خونی، خارش، بیماری‌ها و عفونت‌های قارچی دارد (بلوم و همکاران، ۲۰۱۱). اگرچه دانه، برگ و ساقه این گیاه دارای خاصیت دارویی می‌باشند و مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما مهمترین بخش آن میوه گیاه است که برای کنترل دیابت از آن استفاده می‌شود. گیاه دارویی کارلا اولین بار در ایران در سال ۱۳۸۷ در شهرستان کنارک استان سیستان و بلوچستان و در سطح یک هکتار کشت شد. سطح زیر کشت این محصول در استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۹۵ بیش از شش هکتار بوده است که از هر هکتار بیش از ۱۵ تن میوه برداشت می‌شود (سرتیپ و همکاران، ۱۳۹۶). این گیاه در استان سیستان و بلوچستان به‌صورت گلخانه‌ای نیز کشت می‌گردد. این استان پتانسیل بالقوه‌ای در تولید گیاهان دارویی دارد اما خشکسالی‌های اخیر باعث کاهش رونق کشاورزی در این استان شده است. آب یکی از عوامل محیطی مهم در تولید گیاهان دارویی می‌باشد. کمبود آب

www.SID.ir

Archive of SID

در مراحل مختلف رشد گیاه صدمات سنگینی به آن وارد می‌کند. در گیاهان دارویی آب علاوه بر پارامترهای رشدی گیاه بر مواد موثره گیاه دارویی نیز اثر می‌گذارد. به‌نظر می‌رسد بیوچار با داشتن خصوصیاتی مانند توانایی ویژه در جذب و نگهداری عناصر غذایی در خاک و ظرفیت نگهداری آب بالا بتواند جایگزین کودهای شیمیایی در گیاهان شده و مقاومت گیاه به تنش آبی را افزایش دهد (هایدر، ۲۰۱۶). با توجه به اهمیت دارویی کارلا در صنعت داروسازی و غذایی، در این تحقیق به بررسی اثرات بیوچار در شرایط تنش آبی روی این گیاه پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ۲۰ بهمن ماه ۱۳۹۸ در گلخانه خصوصی با ابعاد ۶۰ ×۹ متر در شهرستان زاهدان انجام شد. میانگین دمای گلخانه در فصل کشت ۲۱/۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی آن ۴۶ درصد بود. شهرستان زاهدان در طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۷۲ متر از سطح دریا در استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. این منطقه بر اساس اقلیم‌نمای آمبرژه دارای اقلیم گرم و خشک می‌باشد.

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک پیش از مراحل آماده سازی زمین نمونه‌های مرکب خاک از اعماق ۰ تا ۳۰ سانتی متری خاک برداشت شد و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد. همچنین از آب مورد استفاده نیز جهت تعیین کیفیت آن نمونه‌برداری شد. برای تهیه بیوچار در این تحقیق از کاه و کلش گندم استفاده شد. ابتدا کاه و کلش بسته بندی شده و سپس در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و در شرایط بدون اکسیژن حرارت داده شد. این ماده (بیوچار موردا ستفاده) از شرکت کربن اکتیو بشل واقع در قائمشهر مازندران خریداری شد. نتایج تجزیه آب و خاک و بیوچار مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، آب و بیوچار

پارامترهای اندازه‌گیری شده	خاک	آب	بیوچار
pH	۸/۲۶	۷/۹۲	۷/۵
هدایت الکتریکیEC (ds/m)	۰/۵۸	۰/۸۴	۶/۴
ظرفیت زراعی خاک (درصد)	۲۳	–	–
نقطه پژمردگی (درصد)	۱۰	–	–
کربن آلی (درصد)	۰/۰۸	–	۴۶/۵
فسفر (meq/lit)	۰/۵۲	۰/۲۶	۹/۸
پتاسیم (meq/lit)	۰/۶۴	۰/۴۱	۸۹/۹
کلسیم (meq/lit)	۰/۳۴	۲/۰۵	۱۶/۳
منیزیم (meq/lit)	۰/۶۷	۲/۹۵	۱۰/۶
سدیم (meq/lit)	۰/۵۸	۴/۲	۲/۶
نیتروژن کل (درصد)	۰/۰۱	–	۲۶/۸
SAR	۰/۸۲	۲/۷	۱/۱۸
بافت- کلاس	لوم شن	C3-S1	–

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیق در قالب طرح فاکتوریل کاملا تصادفی در گلخانه اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح آبیاری به‌ترتیب معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار آب مورد نیاز و چهار سطح بیوچار (صفر، ۱/۲۵، ۲/۵ و ۵ درصد وزنی خاک) بود. بیوچار مورد استفاده از کاه و کلش و بقایای گندم بود. خاک و بیوچار پس از عبور از الک دو میلی‌متر در سطوح تعیین شده با یکدیگر مخلوط شدند و سپس گلدان‌ها با ارتفاع ۳۰ و قطر ۲۵ سانتی‌متر با مخلوط خاک و بیوچار تا وزن شش کیلوگرم پر شد. کود نیتروژن از منبع اوره به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک در سه مرحله یک‌سوم همزمان با کاشت، یک‌سوم مرحله رویشی (شاخه دهی) و یک‌سوم زمان گلدهی (۵۰ درصد گلدهی گیاه)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم از نوع سولفات پتاسیم و کود فسفر از نوع سوپرفسفات تریپل به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت به خاک اضافه شد. پس از اختلاط خاک و بیوچار و اضافه نمودن آن به گلدان-ها، گلدان‌ها به‌صورت کامل اشباع شد. سپس روی گلدان‌ها جهت جلوگیری از تبخیر آب پوشانده شد. خروج آب ثقلی از انتهای گلدان در بازه‌های زمانی مشخص تا زمانی که خروج آب ثقلی متوقف شود، اندازه‌گیری شد. وزن گلدان در این حالت به‌عنوان وزن در حالت ظرفیت زراعی در نظر گرفته شد. سپس در هر گلدان پنج عدد بذر گیاه کارلا رقم هندی کشت شد. پس از جوانه زدن و استقرار، تعداد گیاه در هر گلدان به سه عدد کاهش یافت. کلیه گلدان‌ها تا زمان استقرار گیاه به‌صورت کامل و تا حد ظرفیت زراعی آبیاری شدند. سپس گلدان‌ها هر هفته توزین شدند. کمبود آب در هر گلدان تا حد رطوبت زراعی گیاه (براساس تغییرات وزن گلدان‌ها و مقدار آب زهکش شده) محاسبه شد و حجم آب محاسبه شه در اختیار گیاه قرار می‌گرفت. در مجموع ۱۳ بار آبیاری انجام شد. میزان کل آب مصرفی طی دوره رشد از مجموع آب مصرفی در تمام روزهای دوره رشد به‌دست آمد. جدول ۲ حجم آب مورد استفاده در هر تیمار را نشان می‌دهد.

جدول ۲- حجم آب مورد استفاده در هر تیمار در هر آبیاری

حجم آب مصرفی (میلی‌متر)	تیمار I3	تیمار I2	تیمار I1
۱	۳۷/۲۵	۲۷/۹۳	۱۸/۶۲
۲	۴۰/۳۶	۳۰/۲۷	۲۰/۱۸
۳	۴۱/۵۱	۳۱/۱۳	۲۰/۷۵
۴	۵۳/۷۹	۴۰/۳۴	۲۶/۸۹
۵	۵۵/۸۶	۴۱/۸۹	۲۷/۹۳
۶	۵۸/۹۳	۴۴/۱۹	۲۹/۴۶
۷	۶۲/۵۸	۴۶/۹۳	۳۱/۲۹
۸	۶۸/۸۴	۵۱/۶۳	۳۴/۴۲
۹	۶۷/۳۸	۵۰/۵۳	۳۳/۶۹
۱۰	۶۵/۲۵	۴۸/۹۳	۳۲/۶۲
۱۱	۶۱/۹۲	۴۶/۴۴	۳۰/۹۶
۱۲	۵۸/۴۷	۴۳/۸۵	۲۹/۲۳
۱۳	۵۵/۵۶	۴۱/۶۷	۲۰/۸۳
کل دوره رشد (مترمکعب در هکتار)	۷۲۷۷	۵۴۵۷	۳۶۳۹

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌برداری گیاهی

مراحل رشد گیاه شامل چهار مرحله می‌باشد. مرحله اولیه (۲۰ روز) که رشد گیاه کم واندازه آن کوچک است، مرحله توسعه (۲۸ روز) و مرحله میانی (۲۰ روز) که گیاه به اندازه کامل رشد و توسعه یافته است و گلدهی انجام شده است و مرحله پایانی (۲۰ روز) که میوه‌دهی انجام و برگ‌ها کم کم زرد می‌شوند (عمرزهی و همکاران، ۱۳۹۸). اولین برداشت محصول تقریبا پس از ۵۰ روز از تاریخ کاشت یعنی ۱۱ فروردین ۱۳۹۹ انجام شد و تا وا سط اردیبه شت ادامه دا شت. بردا شت هر هفته یک‌بار انجام شد. در مجموع پنج بار بردا شت انجام شد. در هر برداشت پارامترهای کمی ارتفاع گیاه، تعداد میوه، وزن میوه ها، قطر و طول میوه و پارامتر های کیفی مقدار قند میوه، شاخص سبزینگی و شاخص سطح برگ کارلا در هر گلدان به‌دقت اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری در پایان فصل کشت در هر تیمار محاسبه شد. در پایان داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

کارایی مصرف آب آبیاری (IWUE)

عبارت است از: نسبت محصول تولید شده به آب آبیاری. از رابطه (۱) به دست آمد (پیرو و همکارن، ۲۰۰۹).

$$IWUE = \frac{Y}{IR} \qquad (۱)$$

در این رابطه:

IWUE: کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب) Y: مقدار محصول برداشت شده (کیلوگرم)

IR: مقدار آب‌آبیاری (مترمکعب در هکتار)

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس پارامترهای کمی اندازه-گیری شده در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد اثر بیوچار بر پارامترها در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بوده است. جدول ۴ مقایسه میانگین و جدول ۵ اثرات متقابل پارامترهای اندازه-گیری شده را نشان می‌دهد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات و درجه آزادی) پارامترهای کمی اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد میوه	قطر میوه	طول میوه	وزن میوه	عملکرد	کارایی مصرف آب آبیاری
آبیاری (A)	۲	۱۳۴۵/۶۵*	۱۸۷/۶*	۱/۴۷**	۴۵/۶*	۳۴۷/۶۵**	۲۴۵۰۳/۲۱**	۱۸۹/۱۵**
بیوچار (B)	۳	۲۷۴۸/۲۳*	۹۸/۳۴**	۲/۵۶**	۹۴/۸۷**	۱۷۶/۵۴*	۲۳۷۴۰/۵۴*	۱۰۱/۲۴*
اثر متقابل (A*B)	۶	۳۲۵۱/۸۵*	۱۱۵/۰۴*	۵/۸۷*	۱۰۰/۲۳**	۶۷/۵۸*	۳۵۴۱/۴۶*	۶۷/۵۱*
خطا	۲۴	۲۱۵/۶۱	۸۹/۶۳*	۱۲/۴	۲۳/۴۵	۳۶/۸۶	۴۳۱/۵۲	۷۵/۱۴
ضریب تغییرات		۹/۴	۱۰/۲	۸/۷	۸/۹	۱۰/۵	۱۰/۴	۱۰/۱

*و **معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترهای کمی اندازه‌گیری شده

تیمارهای آزمایشی		ارتفاع گیاه (cm)	تعداد میوه	قطر میوه (cm)	طول میوه (cm)	وزن میوه (gr)	عملکرد (ton/ha)	کارآیی مصرف آب آبیاری (kg/m3)
مقدار آب آبیاری	۵۰ درصد	۱۳۲/۷b	۱۴/۳b	۶/۴b	۱۱/۶b	۱۴۸/۴b	۸/۴c	۲/۳۱b
	۷۵ درصد	۱۶۱/۵ab	۱۸/۴a	۹/۷a	۱۵/۸a	۱۷۱/۶ab	۱۴/۴ab	۲/۶۴a
	۱۰۰ درصد	۱۷۶/۴a	۲۰/۷a	۱۰/a۶	۱۶/۵a	۱۸۱/۴a	۱۵/۵a	۲/۱۳c
مقدار بیوچار	صفر درصد	۱۵۶/۷c	۱۷/۱bc	۸/۵c	۱۴/۳c	۱۶۴/۵c	۱۱/۳c	۱/۵۵c
	۱/۲۵ درصد	۱۶۸/۲b	۱۸/۸ab	۱۰/۴b	۱۶/۱ab	۱۷۶/۴b	۱۵/۱ab	۲/۰۸b
	۲/۵ درصد	۱۷۸/۸a	۲۰/۲a	۱۱/۲a	۱۷/۳a	۱۸۳/۶a	۱۶/۴a	۲/۲۶a
	۵ درصد	۱۵۱/۳d	۱۶/۳d	۷/۸cd	۱۳/۷cd	۱۵۹/۲cd	۱۰/۷dc	۱/۴۷d

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار آب آبیاری و بیوچار (A×B) پارامترهای کمی کارلا

مقدار آب آبیاری	مقدار بیوچار	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد میوه	قطر میوه (cm)	طول میوه (cm)	وزن میوه (gr)	عملکرد (ton/ha)	کارآیی مصرف آب آبیاری (kg/m3)
۵۰ درصد	صفر	۱۴۳/۲e	۱۳/۵e	۷/۳d	۱۲/۳de	۱۵۲/۳d	۸/۴g	۲/۳۱d
	۱/۲۵ درصد	۱۵۴/۶c	۱۵/۶c	۹/۷b	۱۴/۴c	۱۶۰/۵c	۱۰/۵f	۲/۸۹ab
	۲/۵ درصد	۱۳۴/۷f	۱۰/۴f	۵/۸ef	۹/۵f	۱۴۸/۴e	۷/۲gh	۱/۹۸f
	۵ درصد	۱۲۱/۵g	۷/۶g	۴/۳f	۷/۶fg	۱۲۷/۸f	۶/۵h	۱/۷۹g
۷۵ درصد	صفر	۱۵۰/۲d	۱۴/۹d	۷/۲d	۱۳/۶d	۱۵۵/۶d	۱۰/۸f	۱/۹۸f
	۱/۲۵ درصد	۱۶۳/۷b	۱۸/۴b	۸/۸c	۱۵/۸bc	۱۶۱/۲c	۱۳/۹e	۲/۵۵c
	۲/۵ درصد	۱۷۹/۴a	۲۱/۵a	۱۱/۳a	۱۷/۴b	۱۷۷/۷a	۱۶/۲a	۲/۹۷a
	۵ درصد	۱۴۰/۱e	۱۳/۳e	۶/۴e	۱۲/۳de	۱۴۷/۸	۸/۴g	۱/۵۴gh
۱۰۰ درصد	صفر	۱۵۶/۹c	۱۶/۸c	۸/۶c	۱۴/۷c	۱۶۵/۳c	۱۲/۶c	۱/۷۳g
	۱/۲۵ درصد	۱۶۸/۶b	۱۹/۱b	۱۰/۸b	۱۶/۸b	۱۷۲/۴b	۱۵/۵b	۲/۱۳e
	۲/۵ درصد	۱۸۰/۵a	۲۳/۴a	۱۲/۴a	۱۸/۵a	۱۸۵/a۵	۱۷/۷a	۲/۴۴cd
	۵ درصد	۱۴۸/۶d	۱۴/۱d	۷/۵dc	۱۴/۲c	۱۵۴/۷d	۱۰/۲f	۱/۴i

ارتفاع گیاه

بر اساس جدول ۴ با کاهش عمق آب آبیاری ارتفاع گیاه کاهش یافت. بیشترین مقدار ارتفاع در تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری (۱۷۶/۴ سانتی‌متر) مشاهده شد؛ که از این نظر با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین مقدار آن در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری (۱۳۲/۷ سانتی‌متر) بود. کاهش ارتفاع ناشی از تنش خشکی می‌تواند به‌دلیل کاهش پتانسیل آب بافت‌های مریستمی در طول روز و نقصان پتانسیل فشاری باشد که در نتیجه مانع بزرگ شدن سلول‌ها شده و ارتفاع کاهش می‌یابد. سطوح مختلف بیوچار نیز بر ارتفاع گیاه اثر معنی‌دار داشت. با افزایش مقدار بیوچار تا سطح ۲/۵ درصد وزنی، ارتفاع گیاه افزایش یافت؛ اما مصرف بیشتر بیوچار باعث کاهش ارتفاع شد. بیشترین ارتفاع گیاه در سطح ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۱۷۸/۸ سانتی‌متر) و کمترین آن در سطح پنج درصد وزنی بیوچار (۱۵۱/۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد. افزایش سطوح بیشتر بیوچار (پنج درصد وزنی) باعث کاهش ارتفاع شد. سطوح بالای بیوچار باعث شوری خاک می‌شود. لذا فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود. درنتیجه مقدار انرژی که گیاه باید برای جذب آب مصرف کند، افزایش می‌یابد که این عمل باعث افزایش تنفس و کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. کوراکو و همکاران (۲۰۱۴) با افزودن چهار سطح بیوچار صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار بیوچار در کشت گیاه جو به این نتیجه رسیدند که افزودن بیوچار موجب افزایش ارتفاع گیاه جو نسبت به تیمار شاهد شده و بیش‌ترین افزایش ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد، با افزودن پنج تن در هکتار بیوچار به‌دست آمد. اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار (جدول ۵) نشان داد با کاهش مقدار آب آبیاری و بیوچار ارتفاع کاهش یافت. در تمامی سطوح آبیاری استفاده پنج درصد وزنی بیوچار باعث کاهش ارتفاع گیاه شد. در سطوح ۱۰۰ و ۷۵ درصد آب آبیاری استفاده بیوچار تا ۲/۵ درصد وزنی باعث افزایش ارتفاع شد. در سطح آبیاری ۵۰ درصد مصرف ۱/۲۵ درصد وزنی بیوچار افزایش ارتفاع را در پی داشت و استفاده بیشتر بیوچار در این سطح کم‌آبی باعث کاهش ارتفاع شد؛ بنابراین می‌توان گفت در سطح ۵۰ درصد آبیاری، بیوچار نمی‌تواند اثرات شدید کم‌آبی را جبران نماید بلکه باعث افزایش شدت تنش‌های وارده می‌شود. وجود منافذ زیاد و سطح ویژه بالا در بیوچار موجب افزایش قدرت تبادل کاتیونی و افزایش عناصر غذایی در تیمارهای حاوی بیوچار می‌شود. همچنین بیوچار به‌دلیل منافذ زیاد و سطح ویژه بالا، زیستگاه مناسبی برای میکروارگانیسم‌های خاکزی است و از خشکی و شکار شدن آن‌ها توسط موجوات بزرگ‌تر جلوگیری کرده و منابع سرشاری از مواد معدنی و کربنی را برای میکروارگانیسم‌ها فراهم می‌کند. با توجه به این‌که میکروارگانیسم‌ها از خدمات اکوسیستمی مهم در طبیعت هستند، می‌توانند با

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر برساختار بیولوژیکی خاک، چرخه‌ی عناصر غذایی، بهبود دانه‌بندی خاک و معدنی شدن کربن آلی بر رشد گیاه موثر است و باعث افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌گردد (جمال و ابب، ۲۰۱۶).

تعداد میوه: همان‌طور که از جدول ۴ مشاهده می‌شود با کاهش عمق آب آبیاری تعداد میوه گیاه کاهش یافت. بیشترین مقدار آن از تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری (۲۰/۷ عدد) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌دار با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری (۱۸/۴ عدد) نداشت. حیدریان و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تنش آبی بر ارقام مختلف خربزه به این نتیجه رسیدند که کم‌آبی باعث کاهش تعداد میوه می‌شود. مصرف بیوچار باعث افزایش تعداد میوه ها شد. بیشترین مقدار آن از تیمار ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۲۰/۲ عدد) به‌دست آمد اما از این نظر با تیمار ۱/۲۵ درصد وزنی بیوچار تفاوت معنی‌دار حاصل نشد. افزایش بیوچار به مقدار پنج درصد وزنی باعث کاهش تعداد میوه شد به‌طوری‌که تعداد میوه گیاه در تیمار عدم مصرف بیوچار بیشتر بود. اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار بر تعداد گیاه (جدول ۵) نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری و بیوچار تعداد میوه کاهش یافت. بیشترین مقدار آن از تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۲۳/۴ عدد) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌دار با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۲۱/۵ عدد) نداشت. در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری، تعداد گیاه در سطح ۱/۲۵ درصد وزنی بیوچار (۱۵/۶ عدد) بیشتر بود. مصرف بیوچار در سطح ۲/۵ و ۵ درصد وزنی باعث کاهش تعداد میوه گیاه شد.

قطر، طول و وزن میوه

سطوح مختلف آبیاری و بیوچار در سطح احتمال یک درصد بر قطر میوه تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۴). با کاهش عمق آب آبیاری قطر میوه کاهش یافت (جدول ۵). بیشترین مقدار آن از تیمار ۱۰۰ آب آبیاری حاصل شد که تفاوت معنی‌دار با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری نداشت. کاهش سطوح بیوچار نیز باعث کاهش قطر میوه شد. بیشترین مقدار آن از تیمار ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۱۱/۲ سانتی‌متر) به‌دست آمد. استفاده بیشتر از بیوچار (سطح پنج درصد وزنی) باعث کاهش قطر میوه شد. اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار نشان داد کاهش عمق آب آبیاری و بیوچار باعث کاهش قطر میوه شد. بیشترین قطر میوه در تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۱۲/۴ سانتی‌متر) به‌دست آمد که ازاین نظر با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۱۱/۳ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌دار نداشت. با افزایش شدت تنش آبی قطر میوه کاهش یافت. در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری استفاده ۱/۲۵ درصد وزنی بیوچار باعث افزایش قطر میوه شد و استفاده بیشتر از بیوچار قطر میوه را کاهش داد؛ بنابراین می‌توان گفت می‌توان سطوح بالای بیوچار ممکن است سبب ایجاد اثرات شوری در گیاه شود که بر روی رشد و نمو گیاه تأثیر داشته و باعث کاهش قطر میوه شده است. با کاهش آب آبیاری طول میوه کاهش یافت (جدول ۵). بیشترین مقدار طول میوه از تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری (۱۶/۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد که از این نظر با تیمار ۷۵ درصد مقدار آب آبیاری تفاوت معنی‌دار نداشت. کاهش مقدار بیوچار نیز باعث کاهش طول میوه شد. بیشترین مقدار طول میوه از تیمار ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۱۷/۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد ولی با تیمار ۱/۲۵ درصد وزنی بیوچار تفاوت معنی‌دار نداشت. استفاده پنج درصد وزنی بیوچار باعث کاهش طول میوه شد. اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار نشان داد با کاهش بیوچار و کاهش آب آبیاری طول میوه کاهش یافت. بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۱۶/۸ سانتی‌متر) به‌دست آمد. کمترین مقدار طول میوه در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری و مصرف پنج درصد وزنی بیوچار (۷/۶ سانتی‌متر) به‌دست آمد؛ که نشان دهنده کاهش اثرات بیوچار در تنش‌های آبی شدید می‌باشد. کاهش مقدار آب آبیاری باعث کاهش وزن میوه شد؛ اما این کاهش بین تیمارهای ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد آب آبیاری و تیمار ۷۵ درصد و ۵۰ درصد آب آبیاری معنی‌دار نبود. کاهش وزن میوه به‌دلیل کاهش فتوسنتز همراه با

www.SID.ir

Archive of SID

پیری برگ‌ها در اثر تنش باشد. کاهش در میزان فتوسنتز با کاهش سطح برگ و فعالیت آنزیم ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز به‌علت کاهش تبادل دی‌اکسید کربن در اثر بسته شدن روزنه‌ها می‌باشد (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۶). استفاده از بیوچار باعث افزیش وزن میوه شد؛ اما این افزایش تا استفاده ۲/۵ درصد بیوچار بود. استفاده بیشتر از بیوچار باعث کاهش وزن میوه شد به‌طوریکه وزن میوه در تیمار عدم استفاده از بیوچار بیشتر از تیمار پنج درصد وزنی بیوچار بود. افزایش وزن میوه در اثر کاربرد بیوچار به‌دلیل افزایش دسترسی به آب و مواد غذایی در خاک و بهبود شرایط رشد گیاه و در نتیجه افزایش وزن محصول می‌شود. کاهش وزن میوه در سطوح بالاتر بیوچار می‌تواند ناشی از شوری ایجاد شده در سطوح بالای بیوچار باشد (پورمنصور و همکاران، ۱۳۹۸). اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار نشان داد با کاهش آب آبیاری و کاهش بیوچار وزن میوه کاهش یافت. بیشترین وزن میوه از تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۱۸۵/۵ گرم) حاصل شد؛ اما از این نظر با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۱۷۷/۷ گرم) تفاوت معنی‌دار نداشت. تخلخل بالا، جرم مخصوص کم، ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد و ظرفیت نگهداری رطوبت بالای بیوچار باعث افزایش حاصلخیزی خاک شده و رشد گیاه و ریشه را موجب می‌شود. به‌همین دلیل دسترسی گیاه به مواد غذایی بیشتر شده و افزایش قطر، طول و وزن میوه را به‌همراه دارد. افزایش بیشتر بیوچار (پنج درصد وزنی) در تمامی تیمارهای آبیاری باعث کاهش وزن میوه شد. در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری استفاده از تیمارهای ۲/۵ و ۵ درصد بیوچار نسبت به تیمار عدم استفاده از بیوچار باعث کاهش وزن میوه شد؛ بنابراین می‌توان گفت بیوچار در شدت تنش‌های بالا کارایی موثر ندارد.

عملکرد

کاهش مقدار آب آبیاری باعث کاهش عملکرد شد. بیشترین مقدار عملکرد از تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری (۱۵/۵ تن در هکتار) به‌دست آمد؛ که با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. این کاهش می‌تواند به‌دلیل کاهش جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از خاک و همچنین کاهش جذب دی‌اکسیدکربن به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها در شرایط خشکی و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز و کربوهیدرات‌های تولید شده طی فرایند فتوسنتز باشد که درنهایت موجب کاهش عملکرد گیاه شده است. همچنین محققین بیان داشتند گیاهان خانواده کدوییان به‌دلیل رشد سریع به‌ویژه در مراحل اولیه رشد و داشتن برگ‌های بزرگ و سیستم ریشه‌ای سطحی به مقدار زیادی آب برای رشد و نمو نیاز دارند. این عوامل باعث می‌شود که کمبود رطوبت خاک باعث کاهش عملکرد کدوییان شود (لسکوار و پیسینی،۲۰۰۵). گویلی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیق خود راجع به اثرات بیوچار گاوی و تنش رطوبتی بر اسفناج به نتایج مشابه دست یافتند و بیان داشتند، اعمال سطوح تنش رطوبتی سبب کاهش معنی‌دار سطح برگ، هدایت روزنه‌ای، آب مصرفی، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی گیاه در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه شد. استفاده بیوچار تا سطح ۲/۵ درصد وزنی باعث افزایش عملکرد شد. استفاده بیشتر از بیوچار (تیمار پنج درصد وزنی بیوچار) باعث کاهش عملکرد شد؛ که احتمالا به‌دلیل افزایش شوری حاصل از کاربرد مقادیر زیاد بیوچار می‌باشد. سان و همکاران (۲۰۱۹) هفت سطح بیوچار را بر روی گیاه گندم مورد ارزیابی قرار دادند. نتیجه مطالعه آن‌ها نشان داد کاربرد ۵ تا ۲۰ تن در هکتار بیوچار باعث افزایش عملکرد گندم شد اما کاربرد بیشتر از آن موجب کاهش عملکرد گندم شد. محققین بیان داشتند افزایش عملکرد در اثر کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند به‌دلیل اثرات مستقیم (عناصر غذایی موجود در زیست توده که طی فرایند تجزیه حرارتی به بیوچار تبدیل شده) و غیرمستقیم (بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک) آن باشد (ماجور و همکاران، ۲۰۱۰). ژانگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز در تحقیق خود بیان نمودند کاربرد ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار بیوچار باعث افزایش عملکرد ذرت به مقدار ۱۱/۶ و ۱۸/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. اختر و همکاران (۲۰۱۴) بیان

www.SID.ir

Archive of SID

کردند کاربرد بیوچار باعث مقاومت گیاه گوجه‌فرنگی به تنش خشکی گردید و عملکرد گیاهان تحت تنش تیمار شده با بیوچار به‌دلیل افزایش کارآیی مصرف آب و محتوای نسبی آب در این تیمارها افزایش یافت. اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار نشان داد با کاهش مصرف بیوچار و آب آبیاری عملکرد کاهش یافت. بیشترین عملکرد از تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار به‌دست آمد؛ اما از این نظر با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار تفاوت معنی‌دار نداشت. در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری مقدار عملکرد در سطح ۲۵/ ۱ درصد وزنی بیوچار نسبت به سایر سطوح بیوچار بیشتر بود. می‌توان بیان داشت استفاده از بیوچار با به‌کار بردن آب آبیاری مناسب، باعث فراهم شدن آب و مواد غذایی و درنتیجه رشد بهینه گیاه گردیده است. ابراهیم و همکاران (۲۰۱۵) به افزایش بیشتر عملکرد کاه و کلش در تیمارهای حاوی بیوچار و آبیاری بر اساس ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه در مقایسه با تیمارهای بدون بیوچار و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه اشاره کردند. پورمنصور و همکاران (۱۳۹۸) رشد محصول گندم در سطوح مختلف بیوچار و تنش آبی را در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار دادند. ایشان بیان داشتند ۷۵ درصد آبیاری و ۱/۲۵ درصد وزنی بیوچار تأثیر مثبت بر عملکرد و بهبود شرایط گیاه داشت و افزودن مقادیر بیشتر بیوچار به‌دلیل شور شدن خاک سبب کاهش عملکرد می‌شود.

کارآیی مصرف آب آبیاری

با کاهش آب آبیاری تا سطح ۷۵ درصد کارآیی مصرف آب آبیاری افزایش یافت. کاهش بیشتر آب آبیاری تا سطح ۵۰ درصد باعث کاهش کارآیی مصرف آب آبیاری شد. علت آن به‌دلیل کاهش عملکرد در این تیمار می‌باشد. مصرف بیوچار تا سطح ۲/۵ درصد وزنی باعث افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری شد. بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب آبیاری در تیمار ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۲/۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب) مشاهده شد. افزایش بیوچار به پنج درصد وزنی به‌دلیل افزایش شدت تنش‌های وارده سبب کاهش کارآیی مصرف آب شد. افزودن بیوچار باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. در نتیجه اصلاح خاک با بیوچار منجر به افزایش تولید محصولات زراعی از طریق حفظ بیشتر آب ناشی از بارندگی‌ها و کاهش دفعات آبیاری می‌شود (استروبل و همکاران، ۲۰۱۱). اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار (جدول ۵) نشان داد با کاهش آب آبیاری تا سطح ۷۵ درصد و افزایش بیوچار تا سطح ۲/۵ درصد وزنی باعث افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری شد. بیشترین مقدار آن از تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار (۲/۹۷ کیلوگرم بر متر مکعب) حاصل شد که از این نظر با تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری و ۱/۲۵ درصد وزنی بیوچار (۲/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب) تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. افزایش کارآیی مصرف آب با بالا بودن عملکرد و همچنین کاهش میزان آب مصرفی در تیمارها مرتبط است. افزایش کارآیی مصرف آب با کاربرد بیوچار در تحقیقات سایر محققین نیز گزارش شده است. ازوما و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند کاربرد ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار بیوچار کود گاوی کارایی مصرف آب ذرت را به‌ترتیب ۶، ۱۳/۹ و ۹/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد.

جدول ۶ نتیجه تجزیه واریانس و جدول ۷ مقایسه میانگین اثرات ساده آب آبیاری و بیوچار را بر صفات کیفی اندازه‌گیری شده گیاه کارلا نشان می‌دهد. نتیجه تجزیه واریانس نشان داد اثر آب آبیاری و بیوچار بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات و درجه آزادی) پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	قند میوه	کلروفیل a	کلروفیل b	شاخص سطح برگ
آبیاری (A)	۲	۰/۰۱۲*	۷۴/۴۳*	۶۷/۲۱*	۱۵۸۹/۶۲*
بیوچار (B)	۳	۰/۰۲۴*	۲۰/۵*	۱۳/۳۵*	۲۴۱۶/۳۴**
اثر متقابل (A*B)	۶	۰/۰۱۸*	۱۲/۶۱*	۱۴/۵۶*	۱۸۴۶/۸۵*
خطا	۲۴	۰/۰۰۳*	۱/۵۲	۰/۹۷	۷۵۳/۴۶
ضریب تغییرات		۷/۶*	۵/۷۴	۶/۵۳	۱۰/۲۴

جدول ۷- مقایسه میانگین پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده

تیمارهای آزمایشی		قند میوه (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	شاخص سطح برگ (سانتی‌مترمربع)
مقدار آب آبیاری	۵۰ درصد	۱/۳۵a	۱/۴۵b	۰/۷۸b	۳۰/۲b
	۷۵ درصد	۱/۲۴b	۲/۰۲a	۱/۲۹a	۴۴/۳a
	۱۰۰درصد	۱/۱۲c	۲/۱۶a	۱/۳۴a	۴۹/۵a
مقدار بیوچار	صفر درصد	۱/۰۲d	۱/۳۴C	۰/۷۳c	۳۶/۳c
	۱/۲۵ درصد	۱/۱۵c	۱/۷۸b	۱/۱۹b	۴۷/۶b
	۲/۵ درصد	۱/۲۸b	۲/۲۱a	۱/۴۲a	۵۱/۴a
	۵ درصد	۱/۳۷a	۱/۴۵c	۰/۸۵c	۳۵/۷c

قند میوه: کاهش آب آبیاری باعث افزایش مقدار قند میوه شد (جدول ۶). بیشترین مقدار قند میوه در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری (۱/۳۵ میلی‌گرم بر گرم) به‌دست آمد. در شرایط تنش خشکی با وجود کاهش میزان تولید مواد نورساختی، محتوای قندهای محلول به‌دلیل تغییر شکل بیشتر نشاسته و یا دیگر شکل‌های ذخیره‌ای به قند، تجزیه پلی‌ساکاریدهای دیواره یاخته‌ای، تغییر در میزان انتقال قندها و یا مصرف کمتر کربوهیدرات‌ها توسط بافت‌ها افزایش می‌یابد (مانز، ۲۰۱۰). افزایش بیوچار باعث افزایش قند میوه شد (جدول ۷). بیشترین مقدار آن از تیمار پنج درصد بیوچار (۱/۳۷ میلی‌گرم بر گرم) به‌دست آمد. کمترین مقدار قند نیز در تیمار عدم استفاده از بیوچار (۱/۱۵ میلی‌گرم بر گرم) حاصل شد. اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار (شکل ۱) نشان داد با کاهش آب آبیاری و افزایش بیوچار مقدار قند میوه افزایش یافت. بیشترین مقدار آن در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری و پنج درصد وزنی بیوچار (۱/۴۲ میلی-گرم بر گرم) به‌دست آمد. مقدار قند در تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری و پنج درصد مصرف بیوچار با تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار تفاوت معنی‌دار نداشت.

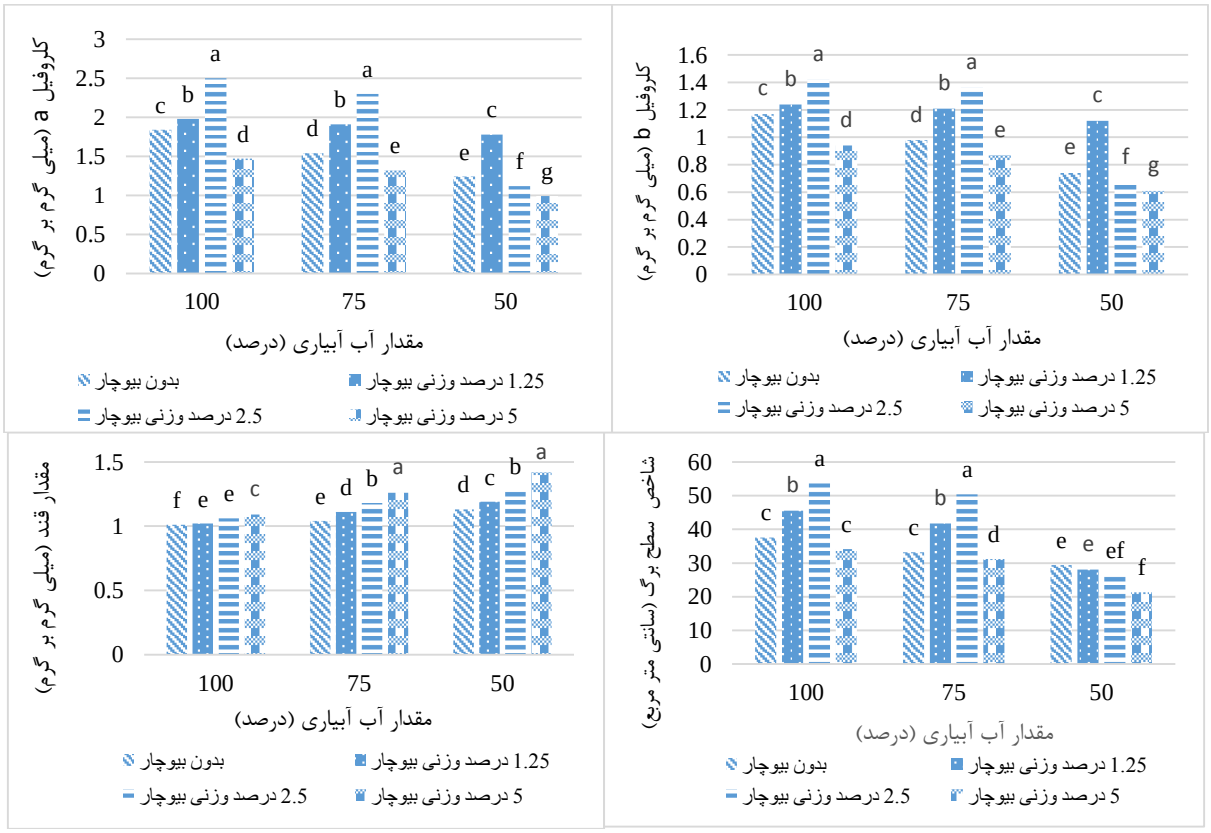
شاخص سطح برگ

نتیجه تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد اثر آب آبیاری و بیوچار به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات ساده آب آبیاری (جدول ۷) نشان داد با کاهش آب آبیاری شاخص سطح برگ کاهش یافت؛ اما از این نظر با سطح آبیاری ۷۵ درصد تفاوت معنی‌دار نداشت. سطح برگ تعیین‌کننده میزان تشعشع جذب شده توسط گیاه و تولید ماده خشک می‌باشد. تقسیم سلولی در اثر افزایش میزان اسید آبسسیک، تأمین نشدن آسیمیلات مورد نیاز برای رشد برگ و درنتیجه کاهش فتوسنتز از مهم‌ترین علل احتمالی کاهش شاخص سطح برگ بر اثر تنش خشکی گزارش شده است (تسفای و همکاران، ۲۰۰۶). کاهش سطح برگ ناشی از تنش خشکی به‌دلیل کاهش میزان سرعت و گسترش سطح برگ‌ها به‌واسطه اختلال در فتوسنتز و کاهش آماس سلولی درنتیجه اعمال تنش خشکی است. کاهش سطح برگ در تیمارهای تنش آبی به‌واسطه‌ی حساسیت بالای تقسیم سلولی و سرعت رشد سلول‌ها به کم‌آبی است (ندیم و همکاران، ۲۰۰۲). رودریگز و همکاران (۲۰۱۰) بیان

www.SID.ir

Archive of SID

کردند سطح برگ در اثر تنش آب کاهش می‌یابد که موجب کاهش جذب نور توسط گیاه و کاهش عملکرد می‌شود. مقایسه میانگین اثرات ساده بیوچار (جدل ۶) نشان داد با مصرف بیوچار تا سطح ۲/۵ درصد شاخص سطح برگ افزایش یافت اما استفاده بیشتر بیوچار باعث کاهش شاخص سطح برگ نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف بیوچار) شد. اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار (شکل ۱) نشان داد کمترین مقدار شاخص سطح برگ در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری و پنج درصد وزن بیوچار حاصل شد. استفاده بیوچار تا سطح ۲/۵ درصد وزنی در تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری باعث افزایش شاخص سطح برگ نسبت به تیمار عدم مصرف بیوچار شده بود؛ بنابراین می‌توان گفت مصرف مقدار مناسب بیوچار در شرایط کم‌آبی می‌تواند اثرات ناشی از تنش خشکی را تا حدودی کاهش دهد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار آب آبیاری و بیوچار (A×B) پارامترهای کیفی کارلا

شاخص سبزینگی

مقدار کلروفیل و رنگدانه‌های فتوسنتزی از مهم‌ترین عوامل موثر در ظرفیت فتوسنتزی گیاهان هستند زیرا به‌طور مستقیم بر سرعت و میزان فتوسنتز و تولید زیست توده موثر هستند (کافی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد اثر مقدار آب آبیاری و بیوچار و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر مقادیر کلروفیل a و b تأثیرگذار بود. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۷) نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری مقادیر کلروفیل a و b کاهش یافت. بیشترین مقدار کلروفیل a (۲/۱۶ میلی‌گرم بر گرم) و کلروفیل b (۳۴/۱ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد اما از این نظر با تیمار ۷۵ درصد مقدار آب آبیاری تفاوت معنی‌دار نداشت. با کاهش مقدار بیوچار نیز مقادیر کلروفیل کاهش یافت و از این نظر در سطوح مختلف در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بیشترین مقدار کلروفیل a (۲/۲۱ میلی‌گرم بر گرم) و کلروفیل b (۱/۴۲ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار ۲/۵ درصد وزنی بیوچار به‌دست آمد. اثرات متقابل آب آبیاری و بیوچار (شکل ۱) نشان داد

www.SID.ir

Archive of SID

با کاهش آب آبیاری و کاهش مصرف بیوچار مقادیر کلروفیل a و b کاهش یافت. بیشترین مقادیر کلروفیل از تیمار ۱۰۰ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار به‌دست آمد اما از این نظر با تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری و ۲/۵ درصد وزنی بیوچار اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. مصرف بیشتر بیوچار (پنج درصد وزنی) باعث کاهش مقدار کلروفیل شد. علت آن را می‌توان به شور شدن خاک در مقادیر بالای بیوچار نسبت داد. دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت تنش از جمله شاخص‌ها فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است. غلظت کلروفیل به‌عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می‌شود زیرا غلظت کلروفیل برگ یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک گیاه است (قوش و همکاران، ۲۰۰۴)؛ بنابراین کاهش آن در شرایط خشکی می‌تواند به‌عنوان یک عامل محدودکننده‌ی غیرروزنه‌ای در فتوسنتز به‌حساب آید (هوکسترا و همکاران، ۲۰۱۱). با افزایش تنش خشکی میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد. در شرایط تنش آبی فاکتورهای لازم برای سنتز کلروفیل کاهش و تخریب آن افزایش می‌یابد. به‌عبارت دیگر در شرایط تنش کم‌آبی، گیاه با بسته نگه داشتن روزنه‌ها در طی روز، سعی در حفظ محتوای آب نسبی خود دارد، در این زمان انتقال الکترون در فتوسیستم II مختل شده و الکترون اضافی ناشی از فتولیز آب، باعث تولید اکسیژن فعال و خسارت به غشای سلولی از طریق پراکسیداسیون چربی‌ها، پروتئین‌ها و کاهش محتوای کلروفیل گیاه می‌گردد. یکی از مهمترین دلایل کاهش کلروفیل تخریب آن به‌وسیله گونه‌های اکسیژن فعال (پراکسیدهیدروژن) می‌باشد، بنابراین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می‌شود (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۴). در گیاهان گزارش‌های متفاوتی از تأثیر تنش بر کلروفیل گزارش شده است. در آزمایشی تأثیر خشکی بر رشد گیاه آفتابگردان بررسی شد. نتیجه نشان داد غلظت کلروفیل a و b و کلروفیل کل کاهش یافت (مانیوانن و همکاران، ۲۰۰۷). گرگینی‌شبانکاره و خراسانی‌نژاد (۱۳۹۶) اثر سدیم نیتروپروساید را بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه مرزه مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بیان داشتند تنش خشکی با تخریب سامانه فتوسنتزی، تخریب غشاء سلولی و کلروپلاست باعث کاهش مقدار رنگدانه‌های کلروفیل a و b و متعاقب آن کاهش توانایی فتوسنتز می‌گردد.

نتیجه‌گیری

در شرایط کم آبیاری، گیاه در طی فصل رشد با شدت‌ها و مدت‌های متفاوتی دچار تنش آبی می‌شود. وجود این تنش تغییراتی را در پاسخ گیاه به‌وجود می‌آورد که همواره یکسان نیست و در مواردی غیرقابل پیش‌بینی است. بیوچار از جمله مواد آلی است که به‌علت دارا بودن خاصیت پایداری بالا، در سال‌های اخیر در شرایط تنش آبی مورد توجه محققین قرار گرفته است. این تحقیق با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف بیوچار در شرایط کم‌آبی بر گیاه کارلا در شرایط گلخانه‌ای در زاهدان انجام شد. نتایج نشان داد اثر مقدار آب مصرفی بر پارامترهای کمی کارلا تأثیر معنی‌دار داشت اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد آب آبیاری تفاوت معنی‌دار نداشت. افزایش تنش آبی باعث کاهش شاخص سطح برگ و کلروفیل شد. با افزایش تنش مقدار قند گیاه افزایش یافت. بیوچار با تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از قبیل بهبود اسیدیته خاک، بهبود عناصر غذایی خاک، افزایش قدرت نگهداری عناصر غذایی و ایجاد شرایط مناسب برای میکروارگانیسم‌های خاک می‌تواند بر رشد گیاه اثر مثبت داشته باشد. مصرف بیوچار تا سطح ۲/۵ درصد وزنی، در شرایط تنش آبی، باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی کارلا شد. مصرف بیشتر بیوچار (پنج درصد وزنی) به‌دلیل افزایش شوری خاک، باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی کارلا شد. مصرف بیوچار در شرایط کم‌آبی به‌دلیل داشتن منافذ زیاد و بالابردن ظرفیت نگهداری آب در خاک، باعث افزایش کارایی مصرف آب شد. این کار در مناطق خشک و نیمه‌خشک میزان آب مصرفی را کاهش داده و باعث صرفه‌جویی می‌شود؛ بنابراین با مصرف بیوچار می‌توان به جای ۱۰۰ درصد آب آبیاری از ۷۵ درصد آب آبیاری استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

نمود و همان مقدار محصول تولید نمود. به‌طور کلی استفاده از کارلا سبب بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی و افزایش تحمل گیاه کارلا در برابر تنش آبی شد. پیشنهاد می‌گردد که جهت اجرایی نمودن نتایج این تحقیق، آزمایش در شرایط مزرعه‌ای نیز انجام شده و جنبه‌های فنی و اقتصادی نیز مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین با توجه به اهمیت دارویی گیاه کارلا، پیشنهاد می‌گردد تحقیقات بیشتری در زمینه کاشت این گیاه در منطقه انجام گیرد.

فهرست منابع

۱. پورمنصور، س.، رزاقی، ف.، سپاسخواه، ع. و موسوی، س.ع. ۱۳۹۸. بررسی رشد و محصول گندم تحت سطوح مختلف بیوچار و کم‌آبیاری در شرایط گلخانه‌ای. مدیریت آب و آبیاری، ۹(۱): ۲۸-۱۵.

۲. حیدریان، ن.، برزگر، ط. و قهرمانی، ز. ۱۳۹۶. اثر تنش کم‌آبی بر رشد، عملکرد، کیفیت میوه و کارآیی مصرف آب برخی توده‌های خربزه بومی ایران. به‌زراعی کشاورزی، ۱۹(۲):۳۰۲-۲۸۷.

۳. خادم، ا.، رییسی، ف. و بشارتی، ح. ۱۳۹۶. مروری بر اثرات بیوچار بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک. مدیریت اراضی، ۵ (۱):۳۰-۱۳.

۴. دهقانی‌احمدآبادی، م.، شاه‌نظری، ع.، ضیاتباراحمدی، م.خ.، اردکانی، م. و قدمی‌فیروزآبادی، ع. ۱۳۹۷. تأثیر تیمارهای مختلف بیوچار بر مشخصه‌های رطوبت خاک در کم‌آبیاری گیاه ذرت. آبیاری و زهکشی ایران، ۵ (۱۲):۱۲۲۸-۱۲۱۷.

۵. سرتیپ، ح.، خمری، ح. و دهمرده، م. ۱۳۹۶. اثرات کودهای زیستی و شیمیایی بررنگیزه‌های فتوسنتزی، متابولیت‌های ثانویه و عملکرد میوه گیاه دارویی کارلا. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۳(۴): ۶۱۹-۶۰۸.

۶. عباس‌پور، ف.، اصغری، ح.، رضوانی‌مقدم، پ.، عباسدخت، ح.، شباهنگ، ج. و بیگ‌بابایی، ع. ۱۳۹۸. تأثیر بیوچار بر حاصلخیزی خاک و کارایی مصرف آب در سیاهدانه تحت شرایط تنش خشکی. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۷(۱):۵۲-۳۹.

۷. عمرزهی، م.، حسام، م.، پیری، ح. ۱۳۹۹. تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی کارلا (خربزه تلخ) در منطقه سیستان. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۴(۳): ۷۴۹-۷۴۰.

۸. فیضی‌زاده، ب.، ابدالی، ح.، رضایی، م. و محمدی، غ. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی قابلیت کشت گندم دیم در سطح استان آذربایجان شرقی با استفاده از تحلیل‌های مکانی GIS . پژوهش‌های کاربردی، ۲۵(۳): ۹۱-۷۵.

۹. قهرمانی، م.، عبادی، م.، پرمون، ق و جهانبخش، س. ۱۳۹۴. بررسی اثر تنش کم‌آبی بر شاخص‌های فتوسنتزی و عملکرد علوفه ژنوتیپ‌های سورگوم علوفه‌ای. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲۵ (۷): ۷۴-۵۹.

۱۰. کافی، م.، باقری، ع.، نباتی، ج.، زارع مهرجردی، م و معصومی، ع. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی متغیرهای فیزیولوژیک ژنوتیپ نخود در محیط هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۴: ۶۹-۵۵.

۱۱. گرگینی شبانکاره، ح و خراسانی‌نژاد، س. ۱۳۹۶. اثر سدیم نیتروپروساید بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمایی گیاه دارویی مرزه تحت رژیم‌های کم‌آبیاری. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۴(۳): ۷۰-۵۵.

۱۲. گویلی، ا.، موسوی، س.ع. و کامگارحقیقی، ع.ا. ۱۳۹۵. اثر بیوچار کود گاوی و تنش رطوبتی بر ویژگی‌های رشد و کارایی مصرف آب اسفناج در شرایط گلخانه‌ای. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۰(۲):۲۵۹-۲۴۴.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳. مبصری‌مقدم، . ۱۳۹۰. تأثیر مقدار و زمان کودپاشی نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کارلا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زابل.

14. Akhtar, S. S., Andersen, M. N., and Liu, F. 2014. Biochar enhances yield and quality of tomato under reduced irrigation. Agriculture of Water Management, 138: 37-44.
15. Aslam, Z., Khalid, M., and Aon, M. 2014. Impact of biochar on soil physical properties. Scholarly Journal of Agricultural Science, 4(5): 280-284.
16. Berek, A. K., Hue, N., and Ahmad, A. 2011. Beneficial use of biochar to correct soil acidity. The Food Provider. Available at Website http:// www.ctahr.hawaii.edu/huen/nvh/biochar. Biol. 16:1366-1379. Black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. Glob. Change
17. Blum, A., Ch. Loerz, H. J. Martin, C. A. Staab-Weijnitz, and Maser, E. 2012. Momordica charantia extract, an herbal remedy for type 2 diabetes, contains a specific 11β-hydroxysteroid dehydrogenase type 1 inhibitor. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 128: 51-55.
18. Chaudhry, U. K., Shahzad, S., Naqqash Abdul Saboor, M. N., Yaqoob, S., Salim, M., and Khalid, M. 2016. Integration of biochar and chemical fertilizer to enhance quality of soil and wheat crop (Triticum aestivum L.). Peer Journal Pre Prints. Available at Web site https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1631v1.
19. Crisan, S., Campeanu, G. and Halmagean, L. 2008. Study of Momordica charantia L. species grown on the specific conditions of Romania's western part. Journal of Vegetable Growing, 32: 425-428.
20. Curaqueo, G., Meier, S., Khan, N., Cea, M. and Navia, R.2014. Use of biochar on two volcanic soils: effects on soil properties and barley yield. Soil Science and Plant Nutrition, 14: 911-924.
21. Demiral, T. and Türkan, I. 2004. Does exogenous glycinebetaine affect antioxidative system of rice seedlings under NaCl treatment Journal of Plant Physiology, 161: 1089-1100
22. Gao Lu,S., Fang,S.F and Tong,Z.Y. 2014. Effect of rice husk biochar and charcoal fly ash on some physical properties of expansive clayey soil (Vertisol). Catena. 114: 37-44.
23. Ghosh, PK., Ajay, KK., Bandyopadhyay, MC., Manna, KG., Mandal, AK and Hati, KM. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer- NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bi.Tech.95:93-85.
24. Glaser,B and Birk,J.J. 2012. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de Índio). Geochimica et Cosmochimica Acta. 82: 39-51
25. Haider, G. 2016. Biochar as a Beneficial Soil Amendment in Sandy Soils. Ph.D. thesis. Department of Plant Ecology, Faculty of Biology and Chemistry Justus-Liebig-University Giessen, Germany.
26. Hanson, J. and Smeekens, S. 2009. Sugar perception and signaling- an update. Current Opionion in Plant Biology, 12: 562-567.
27. Hoekstra F, Golovia, A,and Buitink, J.2001 . Mechanisms of plant desiccation tolerance. Tr. P. Sc. 6: 431-438.
28. Ibrahim, MM and Hossein, RM .2006. Variability, habitability and genetic advance in some genotypes of roselle (Hibiscus sabdariffa L.). World Journal of Agricultural Sciences, 2(3): 340-345.

www.SID.ir

Archive of SID

29. Ibrahim, O. M., Bakry, A. B., El Kramany, M. F., and Elewa, T. A. ۲۰۱۵. Evaluating the role of biochar application under two levels of water requirements on wheat production under sandy soil conditions. Global Journal of Advanced Research, 2(2): 411- 418.
30. Jemal, K., and Abebe, A. 2016. Determination of bio-char rate for improved production of Lemmon grass. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 4(2): 149-157.
31. Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W. C., and Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota: A review. Soil Biology and Biochemistry. 43: 1812- 1836. .
32. Leskovar, DI. and Piccinni, G. 2005. Yield and leaf quality of processing spinach under deficit Irrigation. HortScience. 40: 1868-1870.
33. Li, J., Li,Y. E.,Wan, Y.,Wang, B., Waqas, M. A., Cai, W., and Gao,Q. 2018. Combination of modified nitrogen fertilizers and water saving irrigation can reduce greenhouse gas emissions and increase rice yield. Geoderma, 315: 1-10.
34. Li, X., Wan, S., Kang, Y., Chen, X., and Chu, L. 2016. Chinese rose growth and ion accumulation under irrigation with waters of different salt contents. Agricultural Water Management. 163: 180-189.
35. Major, J., Rondon, M. Molina D. Riha S.J. and Lehmann J. 2010. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. Plant and Soil 333:117–128.
36. Maness, N. 2010. Extraction and analysis of soluble carbohydrates. P: 341-370. In: Sunkar, R. (ed.) Plant stress tolerance, methods and protocols. Springer science & bussines media (Hummana press). pp: 386.
37. Manivaannan, P., Abdul Jaleel, C., Sanka, B., Kishorekumar, A., Somasundaram, R and Panneerselvam, R.2007. Growth biochemical modification and proline metabolism in Helianthus annus L. as induced by drought stress, Colloids and Surfaced B. Biointerfaces. 59: 141-149.
38. Nadeem, T.M.H., Imran, M. and Kamil Husain, M.2002. Evaluation of sunflower Helianthus annuusL. Inbred lines for drought tolerance. International Journal of Agriculture and Biology. 25: 398-400.
39. Rodrigues, J. G., Edvardo, M J., Forner, B. and Angeles, F. 2010. Citrus rootstock response to water stress. Sci. Hort.126: 95-102.
40. Payero J.O., Melvin S.R., Irmak S. and Tarkalson, D. 2009. Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. Agric. Water Manage. 84:101–112.
41. Quilliam, R. S., Marsden, K. A., Gertler, C., Rousk, J., DeLuca, T. H., and Jones, D. L. 2012. Nutrient dynamics, microbial growth and weed emergence in biochar-amended soil are influenced by time since application and reapplication rate. Agriculture, Ecosystems and Environment, 158(4): 192-199.
42. Streubel, J.D., Collins, H.P., Garcia-Perez, M., Tarara, J., Granatstein, D. and Kruger, C.E. 2011. Influence of contrasting biochar types on five soils at increasing rate of application. Soil Biology and Biochemistry, 75: 1402-1413.
43. Sun, H., Shi, W., Zhou, M., Ma, X. and Zhang, H.2019. Effect of biochar on nitrogen use efficiency, grain yield and amino acid content of wheat cultivated on saline soil. Plant, Soil and Environment, 65: 83-89.
44. Tesfye, K., Walke, S. and Tsubo, M. 2006. Radintion interception and radiation use efficiency of three gran legumes under water deficit conditions in semi-arid conditions. EUR. J. Agrin.25:60-70.

www.SID.ir

Archive of SID

45. Uzoma, K., Inoue, M., Andry, H., Fujimaki H., Zahoor, A. and Nishihara, E. 2011. Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. Soil Use Manage. 27: 205-212.
46. Van Zwieten,L., Kimber,S., Morris,S., Downie,A., Berger,E., Rust,J and Scheer,C. 2010. Influence of biochars on flux of N2O and CO2 from ferrosol. Australian Journal of Soil Research. 48: 555-568.
47. Xu, G., Lv, Y., Sun, J., Shao, H. and Wei, L. 2012. Recent advances in biochar applications in agricultural soils: benefits and environmental implications. CLEAN–Soil, Air, Water, 40: 1093–1098.
48. Zhang, A., Y. Liu, G. Pan, Q. Hussain, L. Li, J. Zheng, and Zhang, X. 2012. Effect of biochar amendment on maize yield and greenhouse gas emissions from a soil organic carbon poor calcareous loamy soil from Central China Plain. Plant Soil, 351: 263-275.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Different Levels of Wheat Biochar and Water Stress on Quantitative and Qualitative Characteristics of Carla (Bitter Melon) in Potted Conditions

E. Mir, H. Piri [1], and A. Naserin

MSc. student, Department of Water Engineering, College of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.
esmaealmir@gmail.com

Assistant Professor, Department of Water Engineering, College of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.
h_piri2880@uoz.ac.ir

Assistant Professor, Department of Water Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
a.naserin@asnrukh.ac.ir

Received: December 2020, and Accepted: September 2021

Abstract

Carla is a medicinal plant whose fruit is used to treat diabetes. In this study, the effect of water stress and biochar on the qualitative and quantitative parameters of Carla plant was investigated. The experiment was performed in greenhouse conditions in a factorial manner and in a completely randomized design with three replications. Treatments included three irrigation water treatments (50%, 75%, and 100% of the water requirement) and four biochar treatments (zero, 1.25%, 2.5%, and 5% by weight of potting soil). During the growing season, water treatments were applied by weekly weighing of the pots and replenishing the water loss up to Field Capacity. The amount of water added to each pot was measured. Harvest at 50 days after planting was done once a week. A total of five harvests were performed. In each harvest, quantitative parameters including plants height, number, weight, diameter and length of fruit, and qualitative parameters of fruit sugar content, greenness index, and leaf area index in each pot were carefully measured. Also, the yield and efficiency of irrigation water consumption at the end of the planting season was determined in each treatment. The results showed that the effects of irrigation water and biochar levels were significant (at 1% and 5% probability) on the measured parameters. With decrease in irrigation water, the amount of quantitative parameters and plant yield decreased. The highest value of the measured parameters was obtained from 100% irrigation water treatment, which was not significantly different from the 75% irrigation water treatment. The use of biochar up to 2.5% by weight of soil increased the parameters. Use of the right amount of biochar reduces the negative effects of stress and improves plant growth compared with the control treatment. Therefore, use of biochar for plants, especially when the plant is under water stress, can be recommendable. In order to reduce the amount of water used in greenhouses and improve plant growth and yield, biochar use is advisable, however, its use under field conditions should be tested.

Keywords: Fruit sugar, Greenness index, Leaf area index, Water Use Efficiency

[1] - Corresponding author: Department of Water Engineering, College of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

www.SID.ir