مقاله پژوهشی

بررسی شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاه حسن یوسف (*Solenostemon scutellarioides* L.) به کاربرد بیوچار در بستر کشت

سهیلا کشاورز کلهری[1] و علیرضا لادن‌مقدم (نویسنده مسئول)[2*]

۱- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، Kalhorisoheyla@gmail.com

۲*- دانشیار، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، ladanmoghadam.alireza@gmail.com

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۱

Evaluation of *Solenostemon scutellarioides* plant growth indices and dyes to Biochar application in culture medium

Sohila Keshavarz Kalhori[1] and Alireza Ladan Moghadam (Corresponding author)[*2]

1- M.Sc Student, Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, Kalhorisoheyla@gmail.com

2*- Associate Professor, Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, ladanmoghadam.alireza@gmail.com

Received: October 2022 Accepted: December 2022

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاه حسن یوسف (*Solenostemon scutellarioides* L.) به کاربرد بیوچار در بستر کشت بصورت طرح آماری کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۳ گیاه، در مجموع ۴۵ گلدان حسن یوسف طراحی و انجام شد. تیمارها شامل بیوچار با چهار سطح ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک و گلدان بدون بیوچار بعنوان شاهد، بود. برای انجام تحقیق، ابتدا نشاءهای حسن یوسف در مرحله ۶ برگی در گلدان حاوی بستر کشت رایج که با توجه به تیمارها به آن بیوچار (به نسبت صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک) اضافه گردید، انتقال داده شد. گلدان‌ها در گلخانه‌ای تجاری در شهرستان پاکدشت با میانگین دمای حدود۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد و شدت نور حدود ۱۵ تا ۲۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه نگهداری شدند. سپس در مرحله مناسب انتقال به بازار، حدود ۳۰ روز پس از انتقال قلمه‌ها، صفات مورد نظر ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک گیاه و ارتفاع گیاه در تیمار بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک، بیشترین تعداد برگ، محتوای آنتوسیانین و کلروفیل کل برگ در تیمار بیوچار ۴۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک و بیشترین و کمترین درصد نشت یونی غشاء سلول به ترتیب در تیمارهای شاهد و بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک، بود. بنابراین با توجه به نتایج می‌توان کاربرد بیوچار با غلظت‌های ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک را برای بهبود شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاه حسن یوسف توصیه نمود.

کلمات کلیدی: آنتوسیانین، بیوچار، حسن یوسف، کلروفیل کل

Abstract

This study was designed and conducted to evaluate the growth responses of *Solenostemon scutellarioides* L. plant using biochar in the culture medium as a completely randomized statistical design with 5 treatments, 3 replications and each repetition containing 3 plants a total of 45 pots. Treatments included biochar with four levels of 10, 20, 40 and 60 g / kg soil weight and pots without biochar as a control. To conduct the research, first *Solenostemon scutellarioides* seedlings were transferred in a 6-leaf stage in pots containing conventional culture medium to which biochar (relative to zero, 10, 20, 40 and 60 g / kg soil weight) was added according to the treatments. The pots were kept in commercial greenhouses in Pakdasht city with an average temperature of about 20 to 25 degrees Celsius, relative humidity of about 60 to 70 percent and light intensity of about 15 to 20 micromoles per square meter per second. Then in the appropriate stage of transfer to the market, about 30 days after the transfer of cuttings, the desired traits were evaluated. The results showed that the highest fresh and dry weight of the plant and plant height in biochar treatment 60 g / kg soil weight, maximum number of leaves, anthocyanin content and leaf total chlorophyll in biochar treatment 40 g / kg soil weight and the highest and lowest ion leakage of cell membranes was 60 g / kg soil weight in control and biochar treatments, respectively. Therefore, according to the results, the use of biochar with concentrations of 40 and 60 g / kg soil weight can be recommended to improve the growth indices and enzymatic activity of *Solenostemon scutellarioides* plant.

Keywords: Anthocyanin, Biochar, *Solenostemon scutellarioides*, Total chlorophyll

مقدمه و کلیات

حسن‌یوسف، گیاهی همیشه سبز بسیار پر رشد چندساله یا دائمی می‌باشد که رنگ‌آمیزی برگ‌های آن با زیبایی و تنوع ویژه‌ای که دارد، آن را از سایر گیاهان متمایز می‌نماید (Dole and Wilkins, 1999). این گیاه در تابستان در زیر سایه درختان در محیط خارج از گلخانه کشت می‌شود و باید در منازل در محل روشن نگهداری شود تا رنگ برگ‌های خود را حفظ نماید (قاسمی‌قهساره و کافی، ۱۳۸۶). در دهه اخیر استفاده از ماده‌ای به نام بیوچار به عنوان اصلاح کننده خاک مورد توجه پژوهشگران قرارگرفته است. در سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از منابع تجدیدپذیری که حداکثر محاسن اکولوژیک و حداقل مضرات زیست محیطی را دارا باشد، امری ضروری است. بیوچار ماده کربنی است که از گرمادهی بقایای گیاهی و ضایعات در محیط حاوی اکسیژن محدود یا بدون اکسیژن به دست می‌آید. پایداری بالایی داشته و به منظور مدیریت ضایعات، کاهش تغییرات اقلیمی، تولید انرژی و بهبود خصوصیات خاک تولید می‌شود (عباس‌پور و همکاران، ۱۳۹۸). مصرف بیوچار در اغلب موارد موجب بهبود حاصلخیزی خاک و همچنین با تامین بخشی از عناصر مورد نیاز گیاه موجب افزایش عملکرد و افزایش محصولات اصلی و فرعی گیاهی می‌شود. از طرفی هم موجب حفظ و دسترسی به رطوبت در طول دوره گرم و کم بارش می‌شود (زعفریان و همکاران، ۱۳۹۸). احمدی وخوشخوی (۱۳۹۴) در آزمایشی اثر بیوچار گاوی بر رشد میخک باغچه‌ای را در گلخانه به صورت طرح کامل تصادفی با چهار سطح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد با چهار تکرار و دو مشاهده در هر تکرار بررسی نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار طول شاخه، قطر گل و ساقه و تعداد برگ مربوط به تیمار ۵۰ درصد بیوچار بود. در تحقیقی از سطوح مختلف بیوچار (در ۴ سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم در کیلوگرم خاک) در گیاه آفتابگردان استفاده شد که نتایج نشان داد که افزایش در سطوح بیوچار سبب افزایش وزن خشک ریشه و اندام هوایی شد، به طوری که در سطح ۱۵ گرم بیوچار در کیلوگرم خاک، وزن خشک ریشه ۴/۶ برابر تیمار شاهد بود و وزن خشک اندام هوایی در این سطح نسبت به شاهد ۳ درصد افزایش داشت (Hejazi Zadeh *et al.*, 2016). به منظور بررسی اثر بیوچار و کود زیستی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد و محتوای عناصر غذایی گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل بیوچار در دو سطح (صفر و ۶۰ تن در هکتار) و کود آلی و زیستی در پنج سطح (عدم مصرف کود، ورمی‌کمپوست، سودوموناس، ازتوباکتر و میکوریزا) بود. در بررسی اثر اصلی تیمارهای آزمایش نتایج نشان داد که مصرف بیوچار سبب افزایش کلرفیل **a** و کل شد. همچنین اثر اصلی بیوچار و کود زیستی بر وزن تر برگ، ساقه و وزن تر کل گیاه معنی‌داری بود. اعمال بیوچار موجب افزایش وزن تر برگ، ساقه و وزن تر کل نسبت به شرایط عدم مصرف بیوچار شد. بر اساس نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثرات اصلی، کاربرد تمام تیمارهای کودی سبب افزایش محتوای نیتروژن نسبت به شاهد گردید (زعفریان و

همکاران، ۱۳۹۸). همچنین در آزمایشی اثر بیوچار بر خصوصیات رشدی گیاه گلرنگ به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، انجام شد. تیمار بیوچار که از چوب درخت پسته در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط کم اکسیژن تهیه شده بود در چهار سطح صفر، ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی مورد پژوهش قرارگرفت. در پایان دوره رشد، گیاهان جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که اثر تیمار بیوچار بر صفات سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه، وزن خشک ریشه، ارتفاع گیاه، کلروفیل برگ، درصد نشت یونی، محتوای نسبی آب برگ، غلظت سدیم، فسفر و پتاسیم و نسبت غلظت سدیم به پتاسیم معنی‌دار بود، اما اثر این تیمار بر شاخص‌های طول و عرض برگ، تعداد برگ سبز و زرد و مجموع آنها، وزن تر ریشه، فاصله میان‌گره و مدت زمان جوانه‌زنی از زمان کاشت معنی‌دار نبود (عرب‌بافرانی و همکاران، ۱۳۹۹). حسین‌نژاد میر و همکاران (۱۴۰۰) آزمایشی به منظور بررسی اثر بیوچار ذرت علوفه‌ای و کاربرد کود اوره تحت کشت فلفل دلمه‌ای بصورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در ۹ تیمار و ۳ تکرار انجام دادند. تیمارها شامل سه سطح بیوچار (صفر، ۲ و ۵ درصد وزن خاک) و سه سطح نیاز کود اوره (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد) بود. یک نشاء فلفل دلمه‌ای در مرحله ۴ برگی در گلدان‌های حاوی ۵ کیلوگرم خاک و بیوچار منتقل شد، سپس در سه مرحله و در هر مرحله به ترتیب ۲۳۶، ۳۱۴ و ۳۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن از منبع کود اوره به هر گلدان اضافه شد. نتایج نشان داد که در تیمار۱۲۰درصد کود اوره و ۵ درصد بیوچار تجمع هدایت الکتریکی، pH، سدیم و نیتروژن کل در خاک به ترتیب برابر با ۴۱/۷، ۱۲/۵، ۲/۱ و ۵۳/۵ درصد و کربن آلی خاک ۴/۱۶ برابر نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. در تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و ۵ درصد بیوچار تجمع پتاسیم خاک به میزان ۹۶/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. همچنین بیشترین مقدار افزایش کلسیم و منیزیم در تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و ۲ درصد بیوچار به میزان ۵۸/۳ درصد مشاهده شد. علاوه بر این نتایج نشان داد که تیمار ۱۲۰ درصد کود اوره و بدون بیوچار عملکرد میوه فلفل دلمه‌ای را ۶۱/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد.

فرآیند پژوهش

این پژوهش در گلخانه‌ای تجاری در شهرستان پاکدشت با میانگین دمای حدود۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد و شدت نور حدود ۱۵ تا ۲۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه در بهار سال ۱۴۰۱ انجام شد. برای انجام تحقیق، ابتدا نشاءهای حسن یوسف در مرحله ۶ برگی در گلدان حاوی بستر کشت رایج که با توجه به تیمارها به آن بیوچار کاه و کلش گندم (به نسبت صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک) اضافه گردید، انتقال داده شد. این تحقیق بصورت طرح آماری کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۳ گیاه، در مجموع ۴۵ گلدان حسن یوسف طراحی و انجام شد و صفات مورد نظر در مرحله مناسب انتقال به بازار، حدود ۳۰ روز پس از انتقال قلمه‌ها به بستر، ارزیابی گردید.

وزن تر حسن یوسف بلافاصله پس از خروج گیاه از بستر و وزن خشک پس از ۷۲ ساعت قرارگرفتن در دمای ۶۰ درجه‌سانتیگراد توسط ترازوی دیجیتالی و با دقت ۰/۰۱ توزین و بر حسب گرم یادداشت شد (Clickle and Reid, 2002).

برای اندازه گیری درصد نشت یونی غشاء سلول، ابتدا نمونه‌ها در بن‌ماری ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت قرارداده شدند و پس از خروج نمونه‌ها از بن‌ماری، میزان EC1 توسط دستگاه EC متر قرائت شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو ۱۲۰ درجه سانتیگراد با فشار ۱/۲ اتمسفر قرارگرفته و پس از سرد شدن، میزان EC_2 قرائت شد. در نهایت درصد نشت یونی غشاء سلول با فرمول زیر محاسبه و یادداشت شد (Singh *et al*., 2008).

نشت یونی غشاء سلول = $(EC_1 / EC_2) \times ۱۰۰$

تعداد برگ در هر گلدان حسن یوسف شمارش گردید.

ارتفاع گیاه حسن یوسف به کمک خط‌کش از سطح خاک تا بلندترین قسمت گیاه، اندازه‌گیری و بر حسب سانتیمتر یادداشت شد.

برای سنجش محتوای آنتوسیانین برگ به روش Meng and Wang (2004)، از محلول استخراج متانول و اسیدکلریدریک ۱ نرمال استفاده شد و در انتها میزان جذب با اسپکتروفتومتر در دو طول موج ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر، قرائت و محاسبه محتوای آنتوسیانین برگ از فرمول زیر انجام شد. برای سنجش محتوای کلروفیل کل برگ نیز از حلال استون ۸۰ درصد استفاده گردید و سپس جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر، قرائت و محاسبه محتوای کلروفیل از فرمول زیر انجام شد (Arnon, 1949).

A: میزان جذب نور

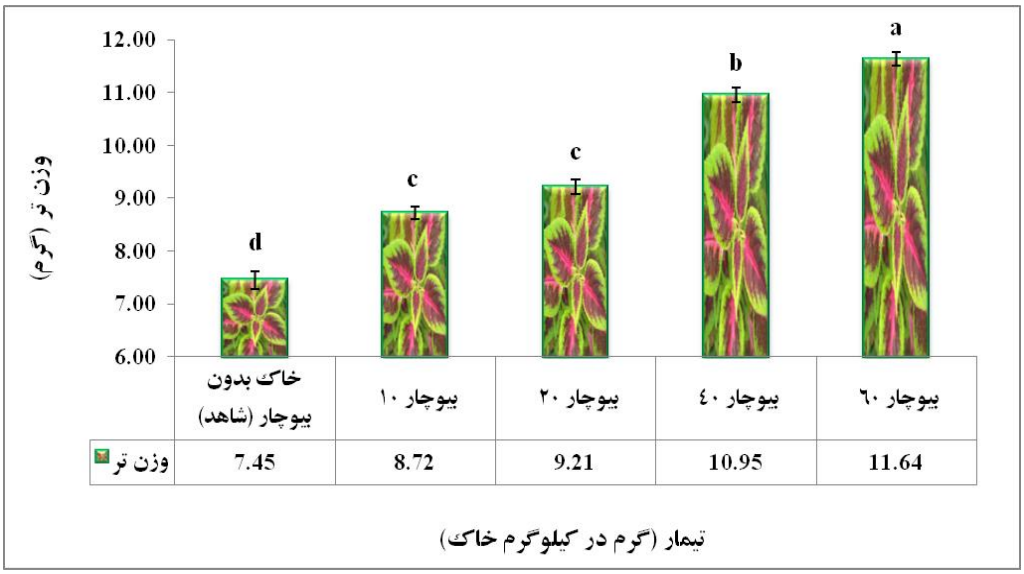
آنتوسیانین گلبرگ=(A530 nm) -1/4 (A657 nm)

کلروفیل کل برگ= 20/2(A645 nm) + 8/02 (A663 nm)

و در نهایت پس از ثبت اطلاعات حاصل از انجام آزمایشات در نرم‌افزار Excel، آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ و ۵٪ انجام شد. رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

یافته‌های پژوهش

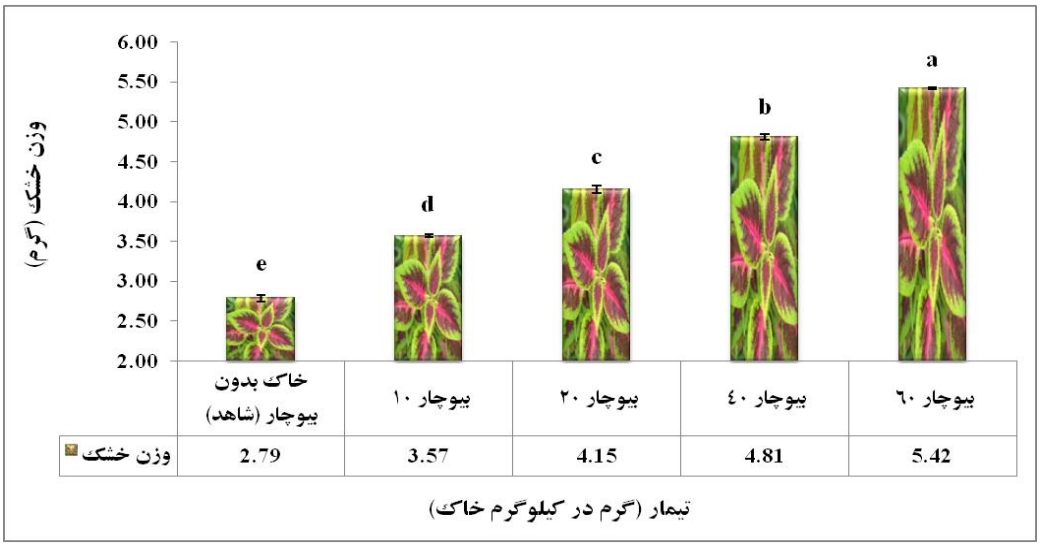
نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر تیمار بر وزن تر و خشک گیاه، درصد نشت یونی غشاء سلول، ارتفاع گیاه و محتوای کلروفیل کل برگ در سطح ۱٪ و بر تعداد برگ و محتوای آنتوسیانین در سطح ۵٪، معنی‌دار است. نمودار تغییرات وزن تر گیاه حسن یوسف (شکل ۱) نشان داد که از نظر گروه‌بندی دانکن بین سطوح مختلف بیوچار با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد، ولی بین تیمار بیوچار ۲۰ گرم در کیلوگرم خاک با تیمار بیوچار ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش میزان بیوچار، میزان وزن تر گیاه حسن یوسف افزایش نشان داد که این افزایش در تیمارهای بیوچار ۶۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک بیشتر است. همچنین تیمار بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک با ۱۱/۶۴ گرم، بیشترین و تیمار شاهد با ۷/۴۵ گرم، کمترین وزن تر را دارند.



شکل ۱- تغییرات وزن تر گیاه حسن یوسف

Fig 1- Chang of *Solenostemon scutellarioides* L. Fresh weight

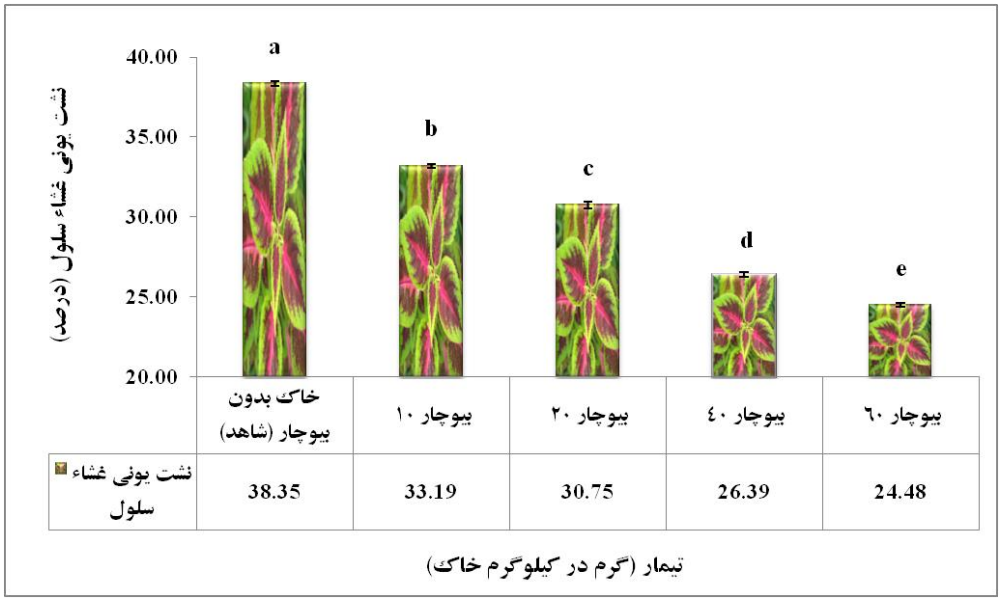
نمودار تغییرات وزن خشک گیاه حسن یوسف (شکل ۲) نشان داد که از از نظر گروه‌بندی دانکن بین سطوح مختلف بیوچار با یکدیگر و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با افزایش میزان بیوچار، میزان وزن خشک گیاه حسن یوسف افزایش نشان داد که این افزایش در تیمارهای مختلف، تقریباً یکنواخت است. همچنین تیمار بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک با ۵/۴۲ گرم، بیشترین و تیمار شاهد با ۲/۷۹ گرم، کمترین وزن خشک را دارند.



شکل ۲- تغییرات وزن خشک گیاه حسن یوسف

Fig 2- Chang of *Solenostemon scutellarioides* L. Dry weight

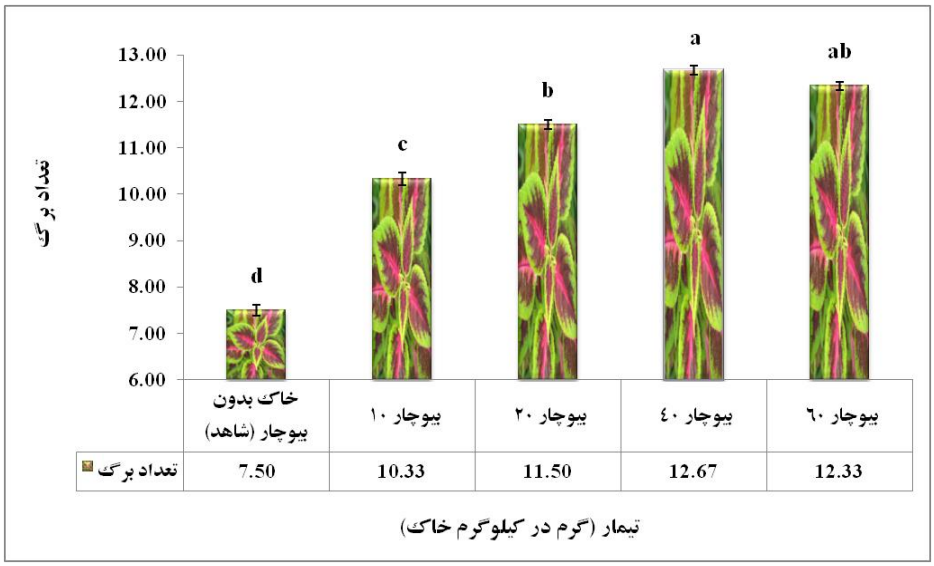
نمودار تغییرات درصد نشت یونی غشاء سلول در گیاه حسن یوسف (شکل ۳) نشان داد که از نظر گروه‌بندی دانکن بین سطوح مختلف بیوچار با یکدیگر و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. افزایش میزان بیوچار، درصد نشت یونی غشاء سلول گیاه حسن یوسف کاهش نشان داد که این کاهش در تیمارهای مختلف، تقریباً یکنواخت است. همچنین تیمار بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک با ۳۸/۳۵ درصد، کمترین و تیمار شاهد با ۲۴/۴۸ درصد، بیشترین نشت یونی غشاء سلول را دارند.



شکل ۳- تغییرات نشت یونی غشاء سلول گیاه حسن یوسف

Fig 3- Chang of *Solenostemon scutellarioides* L. ion leakage of cell membranes

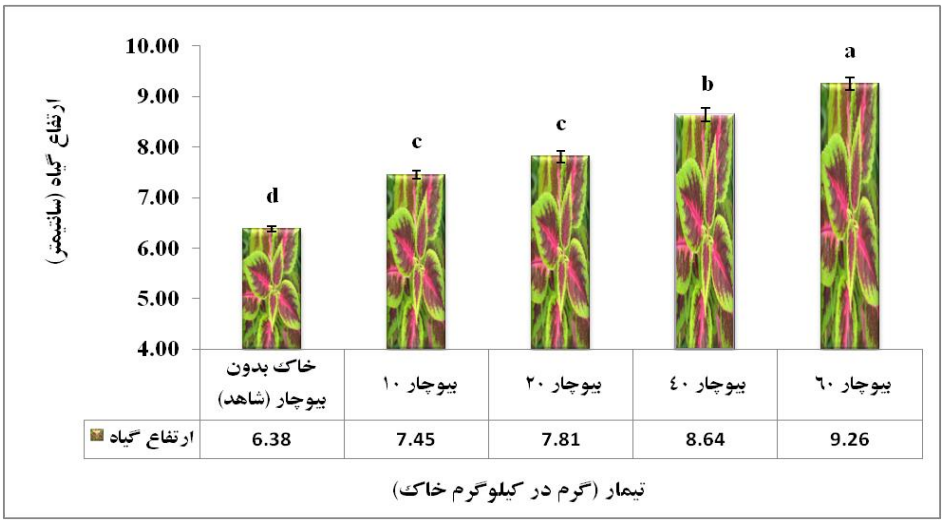
نمودار تغییرات تعداد برگ گیاه حسن یوسف (شکل ۴) نشان داد که از نظر گروه‌بندی دانکن بین سطوح مختلف بیوچار با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد، ولی بین تیمار بیوچار ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک با تیمارهای بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک و بیوچار ۲۰ گرم در کیلوگرم خاک، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش میزان بیوچار تا ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک، تعداد برگ گیاه حسن یوسف، افزایش و سپس با افزایش میزان بیوچار تا ۶۰ گرم در کیلوگرم، کاهش تعداد برگ مشاهد شد که این کاهش معنی‌دار نبود. همچنین تیمار بیوچار ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک با ۱۲/۶۷، بیشترین و تیمار شاهد با ۷/۵۰، کمترین تعداد برگ را دارند.



شکل ۴- تغییرات تعداد برگ گیاه حسن یوسف

Fig 4- Chang of *Solenostemon scutellarioides* L. leaves number

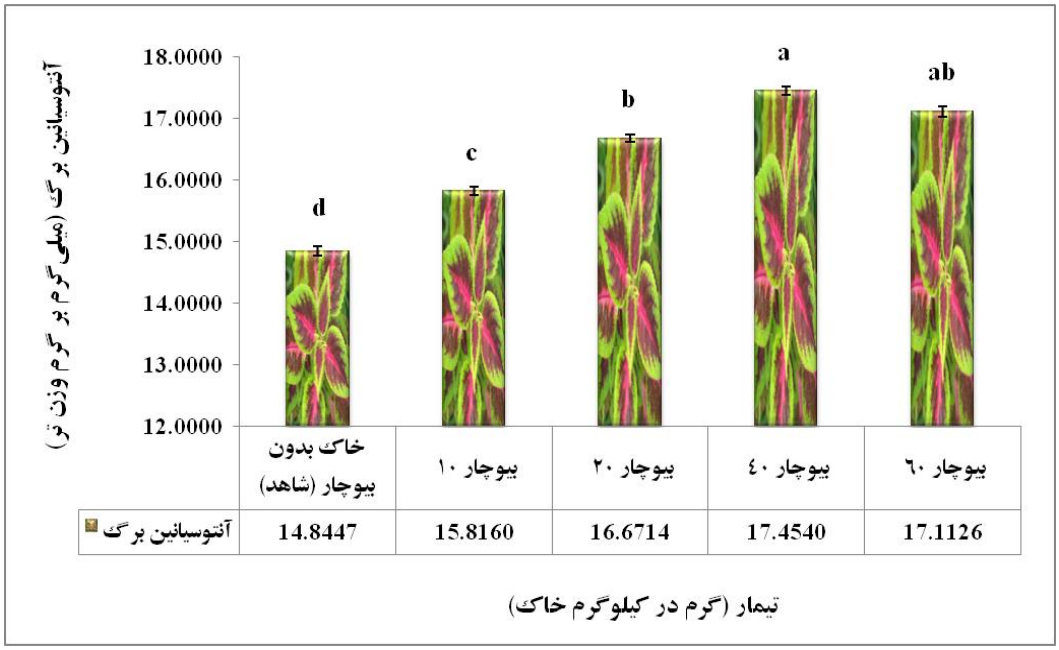
نمودار تغییرات ارتفاع گیاه حسن یوسف (شکل ۵) نشان داد که از نظر گروه‌بندی دانکن بین سطوح مختلف بیوچار با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد، ولی بین تیمار بیوچار ۲۰ گرم در کیلوگرم خاک با تیمار بیوچار ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش میزان بیوچار، ارتفاع گیاه حسن یوسف افزایش نشان داد که این افزایش در تیمارهای بیوچار ۶۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک بیشتر است. همچنین تیمار بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک با ۹/۲۶ سانتیمتر، بیشترین و تیمار شاهد با ۶/۳۸ سانتیمتر، کمترین ارتفاع گیاه حسن یوسف را دارند.



شکل ۵- تغییرات ارتفاع گیاه حسن یوسف

Fig 5- Chang of *Solenostemon scutellarioides* L. plant height

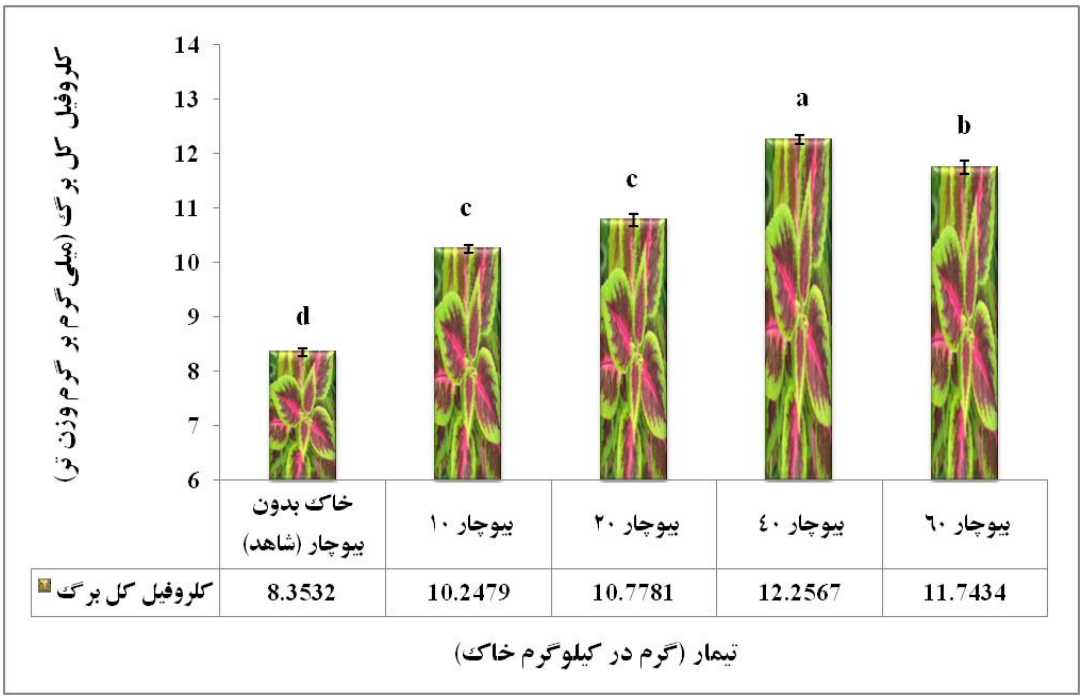
نمودار تغییرات محتوای آنتوسیانین برگ گیاه حسن یوسف (شکل ۶) نشان داد که از نظر گروه‌بندی دانکن بین سطوح مختلف بیوچار با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد، ولی بین تیمار بیوچار ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک با تیمارهای بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک و بیوچار ۲۰ گرم در کیلوگرم خاک، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش میزان بیوچار تا ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک، محتوای آنتوسیانین برگ گیاه حسن یوسف، افزایش و سپس با افزایش میزان بیوچار تا ۶۰ گرم در کیلوگرم، کاهش محتوای آنتوسیانین برگ مشاهد شد. همچنین تیمار بیوچار ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک با ۱۷/۴۵۴۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر، بیشترین و تیمار شاهد با ۱۴/۸۴۴۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر، کمترین محتوای آنتوسیانین برگ را دارند.



شکل ۶- تغییرات محتوای آنتوسیانین برگ حسن یوسف

Fig 6- Chang of *Solenostemon scutellarioides* L. leaf anthocyanin content

نمودار تغییرات محتوای کلروفیل کل برگ گیاه حسن یوسف (شکل ۷) نشان داد که از نظر گروه‌بندی دانکن بین سطوح مختلف بیوچار با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد، ولی بین تیمار بیوچار ۲۰ گرم در کیلوگرم خاک با تیمار بیوچار ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش میزان بیوچار تا ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک، محتوای کلروفیل کل برگ گیاه حسن یوسف، افزایش و سپس با افزایش میزان بیوچار تا ۶۰ گرم در کیلوگرم، کاهش محتوای کلروفیل کل برگ مشاهد شد. همچنین تیمار بیوچار ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک با ۱۲/۲۵۶۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر، بیشترین و تیمار شاهد با ۸/۳۵۳۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر، کمترین محتوای کلروفیل کل برگ را دارند.



شکل ۷- تغییرات محتوای کلروفیل کل برگ حسن یوسف

Fig 7- Chang of *Solenostemon scutellarioides* L. leaf total chlorophyll content

امروزه با گسترش زندگی‌های شهری، کاشت و پرورش گیاهان آپارتمانی و گلدانی از جمله حسن یوسف اهمیت ویژه‌ای یافته است. زندگی انسان همواره با طبیعت همراه بوده و روح و روان انسان‌ها با نزدیک شدن به طبیعت و دیدن زیبایی‌های آن به وجد می‌آید. در این بین گیاهان آپارتمانی اجزاء تزئینی زنده‌ای برای طراحی فضاهای داخلی به شمار می‌روند و به این فضاها رنگ و روح می‌بخشند. ترکیب خاک گلدان از عوامل بسیار مؤثر در رشد این گیاهان است. از این رو استفاده از مواد اصلاح کننده خاک جهت تقویت رشد و افزایش کیفیت این گیاهان امری ضروری به نظر می‌رسد (خالقی‌گزیک و همکاران، ۱۳۹۹). بیوچار به عنوان اصلاح‌کننده آلی خاک نقش موثری در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش فراهمی عناصر غذایی، کاهش آبشویی عناصر و در نهایت افزایش رشد و کیفیت گیاهان دارد (فخرآبادی و خوش‌سیمای چنار، ۱۴۰۰). از جمله اثرات مستقیم می‌توان به بیوچار با افزایش کارایی مصرف آب موجب بهبود وزن تر و خشک گیاه و حفظ تورژسانس سلولی و در نتیجه کاهش درصد نشت یونی غشاء سلول می‌گردد. همچنین با افزایش جذب عناصر غذایی موجب بهبود رشد گیاه، تعداد برگ و ارتفاع می‌شود. بیوچار با افزایش محتوای کلروفیل نیز موجب بهبود فتوسنتز مواد هیدروکربنی و تولید زیست توده بیشتر می‌شود که از جمله نتایج آن، افزایش تعداد برگ و ارتفاع گیاه است (Kharea *et al.*, 2013). بیوچار با بهبود جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن که بخشی از ساختار رنگریزه‌های گیاهی از جمله کلروفیل است موجب بهبود محتوای رنگریزه‌های گیاهی می‌گردد

(Mukherjee *et al.*, 2013). بطورکلی استفاده از بیوچار در بستر کشت گیاهان با اصلاح ویژگی‌های بستر و بهبود دسترسی و جذب عناصر غذایی و افزایش فتوسنتز موجب بهبود کیفیت و شاخص‌های رشد گیاهان می‌گردد که در این پژوهش نیز شاخص‌های رویشی و کیفیت گیاه حسن یوسف با کاربرد سطوح مختلف بیوچار نسبت به شاهد بهبود یافت. نتایج حاصل از پژوهش با دستاوردهای عرب‌بافرانی و همکاران (۱۳۹۹)، حسین‌نژاد میر و همکاران (۱۴۰۰)، زعفریان و همکاران (۱۳۹۸) و Hejazi Zadeh *et al.*, (2016) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری کلی

این پژوهش بصورت طرح آماری کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۳ گیاه، در مجموع ۴۵ گلدان حسن یوسف به منظور بررسی پاسخ‌های رشد گیاه حسن یوسف به کاربرد بیوچار در بستر کشت، انجام شد. تیمارها شامل بیوچار با چهار سطح ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک و گلدان بدون بیوچار بعنوان شاهد، بود. نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک و ارتفاع گیاه در تیمار بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک بدست آمد. بیشترین تعداد برگ، محتوای آنتوسیانین و کلروفیل کل برگ در تیمار بیوچار ۴۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک بود. بیشترین و کمترین نشت یونی غشاء سلول به ترتیب در تیمارهای شاهد و بیوچار ۶۰ گرم در کیلوگرم وزن خاک، بدست آمد.

منابع

۱) احمدی، ی و. م، خوشخوی. ۱۳۹۴. اثر بیوچار روی رشد گل میخک باغچه‌ای (*Dianthus prlumarius* L.). نهمین کنگره علوم باغبانی ایران.

۲) حسین‌نژاد میر، ا.، هاشمی گرم‌دره، س ا.، لیاقت، ع م.، کریمی، س و. ف، عباسی. ۱۴۰۰. اثر بیوچار ذرت علوفه‌ای و کود اوره بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و عملکرد فلفل دلمه‌ای تحت شرایط گلخانه. مجله مدیریت آب و آبیاری. ۱۱(۳): ۶۰۶-۵۹۳.

۳) خالقی‌گزیک، س.، صفاری، و ر و. ش، دانشور. ۱۳۹۹. بررسی اثرات بیوچار بر پارامترهای رشدی گیاهان آپارتمانی. هفتمین همایش علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران.

۴) زعفریان، ف.، اکبرپور، و.، حبیبی، م و. م، کاوه. ۱۳۹۸. تأثیر بیوچار و کودهای زیستی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد و محتوای عناصر غذایی نعناع فلفلی. مجله به‌زراعی کشاورزی. ۲۱(۴): ۴۲۲-۴۰۷.

۵) عباس‌پور، ف.، اصغری، ح ر.، رضوانی‌مقدم، پ.، عباسدخت، ح.، شباهنگ، ج و. ع، بیگ‌بابایی. ۱۳۹۸. تاثیر بیوچار بر حاصلخیزی خاک و کارایی مصرف آب در سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) تحت شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۷(۱): ۵۲-۳۹.

۶) عرب‌بافرانی، ز.، قانعی‌بافقی، م ج و. م، شیرمردی. ۱۳۹۹. اثر بیوچار ضایعات شاخ و برگ درخت پسته بر خصوصیات رشدی گیاه گلرنگ. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. ۱۰(۳): ۹۴-۷۳.

۷) فخرآبادی، ح و. م، خوش‌سیمای چنار. ۱۴۰۰. اثر کم‌آبیاری و بیوچار بر روی خصوصیات کمی و کیفی

گیاه دارویی ریحان. نشریه آبیاری و زهکشی ایران.
۱۵(۴): ۹۵۴-۹۴۱.

۸) قاسمی‌قهساره، م و. م، کافی. ۱۳۸۶. گلکاری علمی عملی. انتشارات گلین. ۳۳۵ صفحه.

9) Arnon, D I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in vulgaris. Plant Physiol, 24(1):1–15.
10) Celicel, F G. and M S, Reid. 2002. Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*), Hort. Sci, 37: 144-147.
11) Dole, J M. and F H, Wilkins. 1999. Floriculture, principles and species, Prentice Hal, 613p.
12) Hejazi Zadeh, A., Gholam AliZadeh Ahangar, A. and M, Ghorbani. 2016. Effect of biochar on leadand cadmium uptake from applied paper factory sewage sludge by sunflower (*Heliantus annus* L.). Water and Soil Science, 26(2): 259-271.
13) Kharea, P., Dilshada, U P., Routb, K., Yadava, V. and S, Jaina. 2013. Plant refuses driven biochar: Application as metal adsorbent from acidic solutions. Arabian Journal of Chemistry, 226: 1-10.
14) Meng, X. and X, Wang. 2004. Relation of flower development and anthocyanin accumulation in *Gerbera hybrida*. Hort. Sci. Biotech. 79 (1): 131-137.
15) Mukherjee, A. and A R, Zimmerman. 2013. Organic carbon and nutrient release from a range of laboratory-produced biochars and biochar-soil mixtures. Geoderma, 193(1): 122- 130.
16) Singh, A. Kumar, J. and P, Kumar. 2008. Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of *Gladiolus*, J. Plant Growth Regul, 55: 221-229.