

بهبود کیفیت گل مغربی صورتی (*Oenothera speciosa* Rosea)**با کاربرد ورمی کمپوست و سبوس برنج در بستر بام سبز**

ظاهره بهرامی^۱، وحید روحی^۲، عبدالرحمان محمدخانی^۳ و سعید ریزی^{۴*}

۱، ۲، ۳ و ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار و استادیار، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۳۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۹/۱۶)

چکیده

بام‌های سبز بخشی از تلاش‌ها برای پایدارتر ساختن شهرها و یکی از راه‌حل‌های پیشرفته برای چالش‌های شهری است. گسترش فیزیکی شهرها منجر به از بین رفتن طبیعت سبز شده است. بنابراین ایجاد و توسعه فضای سبز نقش مهمی در زندگی همه موجودها از جمله انسان دارد. به همین منظور آزمایشی با عنوان بررسی تأثیر برخی از بسترهای کشت بر عملکرد گل مغربی صورتی (*Oenothera speciosa* Rosea) در شرایط بام سبز، به صورت فاکتوریل با استفاده از عامل‌های ورمی کمپوست (۰، پنج و ۱۰ درصد حجمی) و سبوس (پوست) برنج (۰، ۷ و ۱۴ درصد حجمی) در قالب طرح کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که تیمار ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر شمار گل، میانگین گلدهی، قطر گل، قطر ساقه، حجم ریشه و وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و رطوبت خاک داشته است. همچنین در بیشتر صفات مورد بررسی، اختلاف مثبت معنی‌داری بین تیمارهای اعمال شده و تیمار شاهد وجود داشت. در این تحقیق ورمی کمپوست ۱۰ درصد حجمی به همراه ۱۴ درصد حجمی سبوس برنج بیش‌ترین تأثیر را بر ویژگی‌های گل مغربی صورتی داشته است. پس با توجه به نتایج کلی مشخص است که این ترکیب به عنوان بستر کشت در بام سبز برای گل مغربی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بام سبز، بستر کشت، سبوس برنج، گل مغربی صورتی، ورمی کمپوست.

مقدمه

با افزایش چالش‌های زیست‌محیطی در چند دهه اخیر بشر امروز به فکر راهکارهایی سودمند برای رسیدن به توسعه پایدار افتاده است. توسعه‌ای که افزون بر تأمین منابع مورد نیاز بشر، منابع زیست‌محیطی را به مخاطره نیندازد (Bakhshi & Khorsandniko, 2013; Fernandez-Cañero *et al.*, 2013). بام سبز از جمله فناوری‌های زیست‌محیطی است که تحت فرآیندهای طبیعی شکل می‌گیرد و در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان برای موارد مختلف مورد توجه بوده

است و واحدهای مسکونی، ساختمان‌های اداری، آموزشی، درمانی، زیارتی و غیره را در نواحی شهری پوشش می‌دهد. بام سبز به‌طور معمول شامل مجموعه‌ای به هم پیوسته از پوشش گیاهی با رشد متناسب، محیط کشت، یک لایه زهکشی مطلوب برای تخلیه آب و یک عایق ضد آب (نفوذناپذیر) است (Zahrabi, 2006). نخستین بام سبز گزارش شده در تاریخ بشری باغ‌های معلق بابل است. شیوه‌های معماری و آثار به دست آمده چنین عظمتی را در این سرزمین به اثبات رسانده است (Mehrafsar, 2013).

گل، وزن تر و خشک را ایجاد کرده است (Shadanpour *et al.*, 2011). سبوس برنج که پوسته خارجی مغز برنج است به‌طور طبیعی مقادیر بالایی سیلیس دارد که از آن به‌عنوان جایگزینی برای پرلیت در چند سال گذشته استفاده شده است (Evans & Gachukia, 2004). این ماده به‌عنوان یک منبع مکمل حاوی سیلیس در شالیزار و در محیط‌های پژوهشی استفاده می‌شود (Prakash *et al.*, 2010). در آزمایشی که بر گیاه فیکوس بنجامین انجام شد نتایج نشان داد، تأثیر تیمارهای مختلف (زغال‌سنگ نارس، پرلیت، سبوس برنج و کمپوست زباله چای) بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، شمار شاخه‌های جانبی وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه معنی‌دار بوده و بهترین کشت در نسبت حجمی / حجمی ۵۰ درصد ضایعات چای کمپوست و ۵۰ درصد سبوس برنج به دست آمده است (Abouzari *et al.*, 2012).

به دلیل اینکه کمبود آب به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک به‌صورت جدی دیده می‌شود نیاز به استفاده از گونه‌هایی با نیاز آبی کم، بیش‌ازپیش ضروری است. افزون بر این ساختمان‌ها برای احداث بام سبز نیاز به وزن سازه سبک دارند (Papafotiou *et al.*, 2013). گیاه گل مغربی صورتی با نام علمی *Oenothera speciosa* Rosea، گیاهی چندساله و از خانواده *Onagraceae* است. این گیاه بومی شمال شرق مکزیک و تگزاس بوده و گیاهی است دائمی به فرم ایستاده تا پهن‌شونده با گل‌های صورتی تا سفید که به شرایط کم‌آبی و خشکی مقاوم است (Hekmati, 2011; Ghasemi ghehsareh, 2012).

سازمان پارک‌ها و فضای سبز استان تهران، در سال‌های اخیر اقدام به احداث طرح نمونه (پایلوت) بام سبز کرد، بستر کشتی که در این طرح استفاده شد شامل یک مخلوط معمولی مناسب، شامل یک‌سوم ماسه، یک‌سوم سنگ‌های متخلخل و یک‌سوم گیاه خاک مصنوعی (ترکیبی از چوب پوسیده و کود گیاهی) بود. در این طرح ضخامت خاک به‌کاررفته بین ۱۰-۱۵ سانتی‌متر بود به‌طوری‌که جواب‌گوی گونه‌های گیاهی به‌کاررفته باشد. اگرچه بسته به گونه گیاهی مورد استفاده ضخامت خاک تغییر داده شد (Mahdloei, 2010).

سبزپوش کردن بام نیازمند گیاهانی است که بتوانند در برابر محیط خشن پشت‌بام در شرایط کم‌آبی، یخ‌زدگی، توفان و غیره مقاومت کنند. نوع گیاهان انتخابی بسته به نوع آب‌وهوا و شرایط اقلیمی متفاوت است (Razavian & Ghafouripur, 2010). محیط کشت فضایی است که گیاهان در آن آغاز به رشد و نمو می‌کنند. این محیط باید به میزان کافی مواد مغذی و ظرفیت نگهداری آب برای حمایت از گیاهان بام سبز را داشته باشد. به‌طورمعمول این بستر، ۸۰ درصد مواد کانی سبک، ۲۰ درصد مواد آلی و در ترکیب با یکدیگر، بیش از ۳۰ درصد ظرفیت نگهداری آب را دارد که با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و سازه ساختمان، ترکیب بستر رشد می‌تواند متفاوت باشد (Razavian & Ghafouripur, 2010). همچنین محیط کشت به دلیل قوانین ویژه سازه‌ای باید وزن کمی داشته باشد، به همین دلیل نسبت به خاک معمولی تفاوت‌هایی دارد (Khoshkhui, 2013). در سال‌های اخیر، برای بهبود کیفیت خاک‌ها و افزایش عملکرد در گیاهان مختلف مواد آلی یکی از منابع بسیار سودمند به شمار می‌روند. در این میان، ورمی‌کمپوست چندی است که دلیل کیفیت و عملکرد مناسب روی گیاهان موردتوجه محققان داخلی قرار گرفته است. ورمی‌کمپوست عبارت است از کود آلی زیستی (بیولوژیکی) که در عبور آرام، پیوسته و پی‌درپی مواد از مسیر دستگاه گوارش کرم خاکی همراه با اعمال خرد کردن، ساییدن، به هم زدن و مخلوط کردن آن‌که در بخش‌های مختلف این مسیر و آغشته کردن این مواد به انواع ترشح‌های دستگاه گوارش این جاندار مانند کربنات کلسیم، آنزیم‌ها مواد مخاطی، سوخت‌وسازگر (متابولیت)های مختلف و ریزموجود (میکروارگانیزم)های دستگاه گوارشی و سرانجام ایجاد شرایط مناسب برای ساخت (سنتز) اسیدهای هومیک درمجموع منجر به تولید ماده‌ای می‌گردد که ویژگی‌هایی بسیار متفاوت با مواد فرورده‌شده پیدا می‌کند که ورمی‌کمپوست خوانده می‌شود (Gupta, 2003). در آزمایشی که بر گیاه زینتی گل جعفری انجام شد نتایج نشان داد ورمی‌کمپوست با نسبت حجمی / حجمی ۶۰ درصد بیشترین قطر ساقه، اندازه

هرکدام از مواد استفاده شده از لحاظ سبکی و سنگینی برای سازگاری با وزن متحمل شده از سوی ساختمان محاسبه شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از برنامه آماری SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $p < 0.05$ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تیمار ورمی کمپوست بر شمار گل، میانگین گلدهی، قطر گل، قطر ساقه، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، حجم ریشه و شمار گیاهچه جانبی گل مغربی صورتی تأثیر معنی‌داری داشته است. ورمی کمپوست عناصر غذایی بسیار غنی به‌ویژه نیتروژن داشته که به تدریج آن‌ها را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (جدول ۲). ورمی کمپوست افزون بر عناصر اصلی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم که در فعالیت‌های حیاتی گیاه نقش اساسی دارند، قابلیت دسترسی به نیتروژن و فسفر را با افزایش تثبیت نیتروژن و محلول کردن فسفر افزایش می‌دهد (Khallesro et al., 2012). در تحقیقی تأثیر ورمی کمپوست خاکاره در بستر کشت گل‌دانی بر تغذیه و رشد گیاه دیفن باخیا با غلظت‌های (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بررسی شد. نتایج نشان داد که قطر ساقه در گیاهان تیمار شده اختلاف معنی‌داری با گیاهان شاهد دارد. مطلوب‌ترین تیمار ۲۵ درصد ورمی کمپوست کود گاوی به همراه خاکاره در هر گیاه بود (Khomami, 2011). در تحقیقی دیگر نیز تأثیر ورمی کمپوست بر میزان گلدهی و شمار چتر در گیاه دارویی رازیانه مثبت ارزیابی شده است (Darzi et al., 2011). نتایج این پژوهش با گزارش‌های پژوهشگران روی گیاهان دیفن باخیا و اطلسی همخوانی دارد (Hamidpour et al., 2013; Khomami, 2011).

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که اختلاف بین سطوح مختلف ورمی کمپوست معنی‌دار است. به طوری که بیش‌ترین شمار گل (۲۷۱/۱۱)، میانگین گلدهی (۸/۱۱)، قطر گل (۳۳/۰۹ میلی‌متر)، قطر ساقه (۰/۵۲ میلی‌متر)، وزن تر و خشک اندام هوایی (۲۵/۲۴ و ۷/۵۱ گرم)، وزن تر و خشک ریشه (۸/۸۶ و ۳/۳۸ گرم) و حجم ریشه مربوط به تیمار ۱۰ درصد

ایران به‌عنوان کشوری در حال توسعه، نیازمند حرکت به سوی توسعه پایدار به منظور تضمین آینده نسل فردا است. از جمله راهکارهای مؤثر برای دستیابی به توسعه پایدار می‌توان به سامانه بام سبز اشاره کرد که در چند دهه اخیر در کشورهای پیشرفته جهان بسیار مورد توجه قرار گرفته است، هدف از انجام این تحقیق، بررسی بستر مناسب کاشت برای گل مغربی صورتی در شرایط بام سبز با ارزیابی ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه و همچنین صفات بسترهای کشت است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر ورمی کمپوست و سبوس برنج بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل مغربی صورتی (*Oenothera speciosa* Rosea) در بام سبز، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ بر بام بخش تأسیسات گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد تأیید و اجرا شد. منطقه مورد نظر با مختصات جغرافیایی بین ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی است. ارتفاع از سطح دریا در این منطقه ۲۰۷۰ متر و میانگین کمینه و بیشینه مطلق دما به ترتیب ۳۲- و ۴۲ درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالیانه ۱۱۶ میلی‌متر است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل‌ها شامل بسترهای کشت با مقادیر مختلف ورمی کمپوست (۰، ۵ و ۱۰ درصد حجمی) و سبوس برنج (۰، ۷ و ۱۴ درصد حجمی) اجرا شد. نشاهای یکدست گل مغربی صورتی، از مرکز تولید سازمان پارک‌ها و فضای سبز استان اصفهان تهیه شد. نشاها در بسترهایی از جنس کارتن پلاست در ابعاد ۶۰×۶۰ و عمق ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. در طی چهار ماه صفات اندازه‌گیری شده شامل شمار گل، میانگین گلدهی روزانه، قطر گل، قطر ساقه، ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، قطر طوقه، شمار گیاهچه جانبی، حجم ریشه، رطوبت نسبی برگ، رطوبت خاک (به روش وزنی، زمانی که تخلیه رطوبت بستر به ۵۰ درصد رسید) و میزان سبزینه (کلروفیل) برگ (Arnon, 1967) بودند. همچنین در این تحقیق وزن بسترهای متفاوت کشت به ازای وزن خشک

درصد سبوس برنج و خاک استفاده شد. نتایج نشان داد هنگامی که سبوس برنج به خاک اضافه شد موجب کاهش عملکرد گیاه شده ولی به صورت خالص باعث اصلاح ویژگی فیزیکی شیمیایی گیاه شده است (Mohammadi, 2013). افزایش قطر گل با افزایش درصد سبوس برنج، احتمال دارد به دلیل ویژگی سیلیس در کاهش تبخیر و تعرق و افزایش مقاومت برگی باشد که این امر به طور کلی با رسوب سیلیسیوم در دیواره یاخته‌ای و ایجاد یک لایه محافظ در زیر پوستک (کوتیکول) ارتباط دارد (Gao *et al.*, 2004; Ma & Takahashi, 2002; Kupfer & Kahnt, 1992). سبوس برنج به احتمال یک دفاع مکانیکی در کاهش سرعت تبخیر و تعرق ایجاد کرده و می‌تواند دلیلی برافزایش قطر گل باشد (Kamenidou *et al.*, 2010; Kamenidou *et al.*, 2008). نتایج این پژوهش با نتایج تحقیق روی گیاه فیکوس بنجامین همخوانی دارد (Abouzari *et al.*, 2012). همچنین افزایش قطر گل در این گیاه (مغربی صورتی) تحت تأثیر تیمارهای به کار رفته، همسان نتایج روی گیاه ژبربا و گیاه رز مینیاتوری است (Kamenidou *et al.*, 2008).

در این تحقیق نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن است که تأثیر سطوح مختلف سبوس برنج بر وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر طوقه و شمار گیاهچه نیز معنی‌دار بوده است (جدول ۳). سبوس برنج غنی از مواد آلی بوده و ظرفیت بافوری بالایی ایجاد می‌نماید که به توسعه سامانه ریشه و در نهایت رشد گیاه کمک می‌کند (Hohjo *et al.*, 2001) که در این آزمایش نیز به احتمال می‌توان بیان کرد که سبوس برنج با ماهیتی که در خود دارد باعث افزایش تخلل و بهبود گسترش ریشه در خاک شده و وزن تر و خشک ریشه را افزایش داده است. نتایج این تحقیق (جدول‌های ۱ و ۲) با نتایج بررسی‌ها روی وزن تر و خشک گیاه زوفا هماهنگی دارد (Garousi *et al.*, 2013).

استفاده از سبوس برنج به همراه خاک باعث افزایش وزن دانه می‌شود (Tariq *et al.*, 2012). تحقیقات نشان داده است که کودهای آلی بسیار بهتر از کودهای شیمیایی است و استفاده از آن‌ها افزون بر کاهش هزینه‌های اقتصادی، چالش‌های پر شمار کودهای

ورمی کمپوست و کم‌ترین آن‌ها مربوط به تیمار شاهد است. در گزارشی، افزایش ارتفاع گیاه بابونه در تأثیر تیمار ورمی کمپوست نسبت به دیگر کودهای زیستی گزارش شده است (Haj Seyed Hadi *et al.*, 2011). در پژوهشی دیگر محققان گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی (بیولوژیک) در گیاهان دارویی بابونه و همیشه‌بهار باعث افزایش عملکرد گل شده است (Sanches Govin *et al.*, 2005) که نتایج تحقیقات در مورد گیاه شمعدانی نیز مؤید همین مطلب است (Borji *et al.*, 2014) و نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده از بررسی‌ها بر گیاه بابونه، سوسن و گیاه دارویی انیسون همخوانی دارد (Mousavi Mirkalaei *et al.*, 2013; Darzi *et al.*, 2011; Fallahi *et al.*, 2008). به نظر می‌رسد بالا بودن میزان عناصر غذایی به ویژه نیتروژن در ورمی کمپوست (نسبت به دیگر ترکیب‌های مورد استفاده)، جذب آب و تدارک مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را افزایش داده و در نتیجه با بهبود فرآیند نورساخت (فتوسنتز)، رشد رویشی گیاه و در نتیجه ارتفاع بوته‌ها در تیمار ورمی کمپوست را افزایش داده است.

همچنین نتایج نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمار سبوس برنج بر صفات مورد ارزیابی است (جدول ۱). در جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین شمار گل (۲۴۶/۸۸ عدد) و میانگین گلدهی (۸/۰۸ عدد) مربوط به تیمار شاهد است و کمترین شمار گل (۱۹۷/۷۷) و میانگین گلدهی (۵/۵۵) مربوط به تیمار سبوس برنج ۷ درصد است. بیشترین قطر گل، قطر ساقه و ارتفاع ساقه مربوط به تیمار ۱۴ درصد سبوس برنج و کمترین میانگین گلدهی (۵/۵۵)، قطر گل (۲۸/۶۶) و ارتفاع ساقه (۲۶/۵۰) مربوط به تیمار ۷ درصد سبوس برنج است. سبوس برنج به طور طبیعی مقادیر بالایی سیلیسیوم دارد که از آن به عنوان یک جایگزین پرلیت در چند سال گذشته استفاده شده است (Evans & Gachukia, 2004). این ماده به عنوان یک منبع مکمل حاوی سیلیس در شالیزار و در محیط‌های پژوهشی استفاده می‌شود (Narayananaswamy & Parkash, 2009). به منظور بررسی تأثیر ضایعات خرما و سبوس برنج مخلوط با خاک بر رشد و عملکرد خیار در کشت گلخانه‌ای آزمایشی انجام شد. در این آزمایش از تیمار ۵

در این پژوهش نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد تیمار ورمی کمپوست بر محتوای نسبی آب برگ گیاه مغربی صورتی، رطوبت خاک و میزان سبزینه a و کل تأثیرات معنی داری داشته در صورتی که اثر آن بر میزان سبزینه b معنی دار نیست. همچنین نتایج نشان دهنده تأثیر معنی دار تیمار سبوس برنج بر محتوای نسبی آب برگ، رطوبت خاک، سبزینه a و سبزینه کل بود.

شیمیایی مانند خراب کردن بافت خاک، نفوذ مواد شیمیایی به آبهای سطحی و آلوده کردن این آبها و رسیدن این آلودگیها به صورت چرخه‌ای به غذای حیوانات و انسانها را نیز به همراه ندارد. افزون بر این قیمت کودهای شیمیایی نسبت به ورمی کمپوست به مراتب بالاتر بوده و استفاده از ورمی کمپوست به جای کودهای شیمیایی سبب صرفه جویی در هزینه‌ها می‌شود (Kheirkhah Rahim abad & Lotfi, 2013).

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر ورمی کمپوست و سبوس برنج بر برخی صفات گل مغربی صورتی در بام سبز

Table 1. Analysis of variance of effect of Vermicompost and Rice hull on some characteristics of *Oenothera speciosa* in green roof

Change source	df	Flower number	Daily Flowering average	Flower diameter	Stem diameter	Plant height	Stem Fresh weight	Root Fresh weight	Stem Dry weight	Root Dry weight	Crown diameter	Number of seedlings	Root volume
Vermicompost (A)	2	21550.92**	14.14**	29.75**	0.03**	36.34**	270.62**	20.81**	7.32**	1.44*	32.05**	46.70**	20.70**
Rice hull (B)	2	5681.92**	14.57**	94.69**	0.07**	96.12**	94.33**	0.76 ^{ns}	11.68**	0.30 ^{ns}	15.78**	42.48**	2.48 ^{ns}
A×B	4	17992.20**	13.02**	61.74**	0.01**	67.31**	42.33**	17.46**	18.34**	0.98*	48.19**	70.53**	16.25**
Error	18	138.25	0.88	3.72	0.003	1.49	2.70	1.22	1.06	0.30	1.13	2.77	2.85
CV		5.36	13.98	6.22	13.12	4.05	8.67	14.44	15.61	18.31	11.65	10.15	22.57

ns, *, **: non-significant, significant at p<0.05 and p<0.01.

ns * و **: غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۲. تجزیه کود ورمی کمپوست مصرفی در بسترهای کشت.

Table 2. Vermicompost fertilizer analysis used in medium culture.

Cu (PPM)		Mn (PPM)		Zn (PPM)		Fe (PPM)			
5-90		15-25		27-40		36-40			
Moisture	Cl meg/lit	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	C/N	N _i %	O.C%	O.M%	pH/5dw	EC (dsm)
25	15.5	3.19	0.61	7.66	4.92	37.7	65	7	1.1

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیر ورمی کمپوست و سبوس برنج بر برخی صفات گل مغربی صورتی در بام سبز

Table 3. Mean comparison of effect of Vermicompost and Rice hull on some characteristics of *Oenothera speciosa* in green roof

Treatment	Number of flower	Flowering average	Flower diameter (mm)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	Stem fresh weight (g)	Root fresh weight (g)	Stem dry weight (g)	Root dry weight (g)	Crown diameter (mm)	Number of seedlings	Root volume (ml)
Vermicompost (zero)	173.88 ^c	5.65 ^b	29.80 ^b	0.44 ^b	31.38 ^a	16.44 ^b	8.13 ^a	6.55 ^{ab}	3.08 ^{ab}	10.88 ^a	18.66 ^a	6.77 ^b
Vermicompost (5%)	212.77 ^b	6.46 ^b	30.09 ^b	0.40 ^b	27.77 ^b	15.16 ^b	5.94 ^b	5.71 ^b	2.59 ^b	9.36 ^b	14.11 ^c	6.44 ^b
Vermicompost (10%)	271.11 ^a	8.11 ^a	33.09 ^a	0.52 ^a	31.11 ^a	25.24 ^a	8.86 ^a	7.51 ^a	3.38 ^a	7.13 ^c	16.44 ^b	9.22 ^a
Rice hull (zero)	246.88 ^a	8.08 ^a	29.62 ^b	0.35 ^b	30.88 ^b	21.86 ^a	7.34 ^a	7.75 ^a	3.18 ^a	9.96 ^a	16.22 ^b	7.66 ^a
Rice hull (7%)	197.77 ^c	5.55 ^c	28.66 ^b	0.50 ^a	26.50 ^c	15.46 ^c	7.66 ^a	5.47 ^c	3.05 ^a	7.60 ^b	14.33 ^c	6.88 ^a
Rice hull (14%)	213.11 ^b	6.58 ^b	34.70 ^a	0.51 ^a	32.88 ^a	19.52 ^b	7.93 ^a	6.54 ^b	2.82 ^a	9.82 ^a	18.66 ^a	7.88 ^a

میانگین‌ها با حروف مشترک، تفاوت معنی داری از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۵ بر پایه آزمون دانکن ندارند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05).

جدول ۴. تجزیه واریانس تأثیر ورمی کمپوست و سبوس برنج بر محتوای نسبی آب برگ (RWC)، رطوبت خاک، سبزینه a, b و

کل برگ گیاه مغربی صورتی در بام سبز

Table 4. Analysis of variance of the effect of Vermicompost and Rice hull on Relative Water Content, soil humidity, leaf Chlorophyll a, b and total of *Oenothera speciosa* in green roof

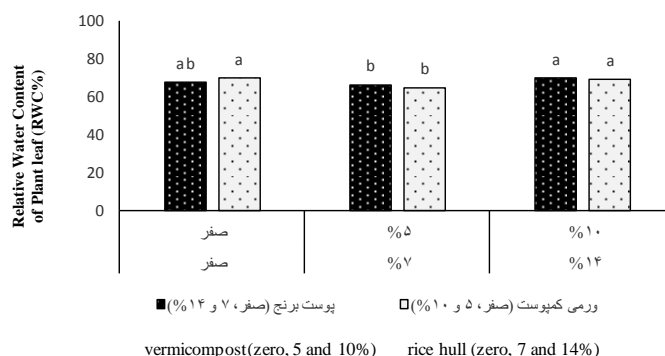
Source of Variation	df	MS				
		RWC	Soil humidity	Cholorophyll a	Cholorophyll b	Total cholorophyll
Vermicompost (A)	2	63.56**	43.89**	0.10*	0.05 ^{ns}	0.33**
Rice hull (B)	2	21.71*	10.27**	0.05*	0.03 ^{ns}	0.16*
A×B	4	151.08**	19.91**	0.03**	0.02 ^{ns}	0.09 ^{ns}
Error	18	5.93	0.69	0.008	0.02	0.04
cv		3.57	2.43	10.24	25.72	14.81

ns, *, **: non-significant and significant at p<0.05 and p<0.01.

ns * و **: غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

تأثیر تیمار ورمی کمپوست بر محتوای نسبی آب برگ گیاه مغربی صورتی معنی دار است (شکل ۱) به طوری که بیشترین محتوای نسبی (۶۹/۸۱ درصد) مربوط به تیمار شاهد بود، اگرچه با ورمی کمپوست ۱۰ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد و کمترین آن مربوط به تیمار ۵ درصد ورمی کمپوست (۶۵/۰۷ درصد) است. همچنین تأثیر تیمار سبوس برنج (شکل ۲) نشان داد بیشترین محتوای نسبی آب برگ گیاه مغربی صورتی مربوط به

تیمار ۱۴ درصد سبوس برنج به میزان ۶۹/۸۱ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۷ درصد سبوس برنج (۶۶/۷۵ درصد) است. محتوای نسبی آب برگ با توجه به نوع گیاه، نیاز تبخیری و دیگر شرایط اتمسفری و محیطی می تواند متفاوت باشد. به نظر می رسد بین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ و میزان رطوبت خاک رابطه مستقیم وجود دارد که با کاهش رطوبت خاک ایجاد تنش درصد محتوای رطوبت نسبی کاهش پیدا می کند.

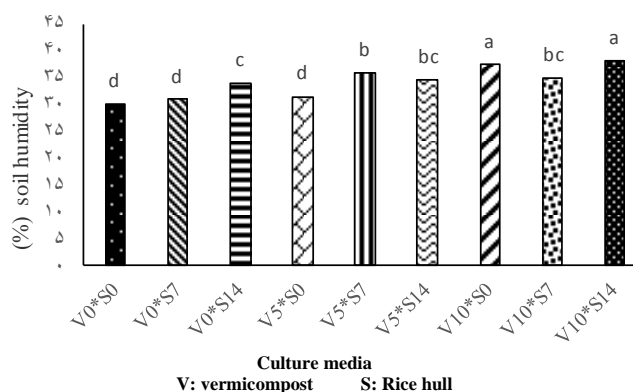


شکل ۱. تأثیر تیمار ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد) و سبوس برنج (۷، ۱۴ و ۲۰ درصد) بر محتوای نسبی آب برگ گیاه. (حروف غیرهمسان در مقایسه های مبین وجود تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد در آزمون دانکن است.)

Figure 1. Effect of Vermicompost (zero, 5 and 10%) and Rice hull (zero, 7 and 14%) on plant leaf Relative Water Content (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05))

بیشترین میزان رطوبت خاک مربوط به تیمارهای ورمی کمپوست ۱۰ درصد به همراه ۱۴ درصد سبوس برنج است (شکل ۲) و کمترین رطوبت خاک مربوط به تیمار شاهد است. همچنین نتایج تأثیر متقابل بر

میزان سبزینه (شکل ۳) نشان داد بیشترین میزان سبزینه a، b و کل مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۰ درصد به همراه سبوس برنج ۱۴ درصد است و کمترین میزان سبزینه مربوط به تیمار شاهد است.

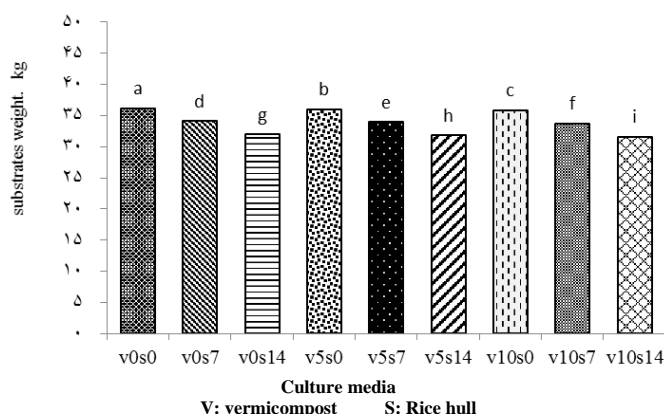


شکل ۲. تأثیر بسترهای مختلف بر رطوبت خاک گیاه مغربی صورتی (حرف v مخفف نسبت های ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد) و s سبوس برنج (۷، ۱۴ درصد) است.)

Figure 2. Effect of different culture media on soil humidity of *Oenothera speciosa*. (V: Vermicompost (0, 5 and 10%) and s: rice hull (0, 7 and 14%).

باشند این موضوع باید توجه شود که بامها اغلب از بخش‌های تصنعی و دوست‌ناداشتنی ساختمان‌ها هستند که اگر هیچ اقدام احتیاطی و پیشگیرانه‌ای انجام نشود و کمبود کیفیت داشته باشند، مشکلات به‌سرعت افزایش می‌یابند. به همین منظور در این تحقیق وزن بسترهای مختلف نیز از لحاظ سبکی و سنگینی محاسبه شد. که سنگین‌ترین بستر در این طرح بستر شاهد و سبک‌ترین بستر حاوی مقادیر ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد به همراه سبوس برنج ۱۴ درصد مشاهده شد (شکل ۴). استفاده از تیمار ورمی‌کمپوست منابع تغذیه‌ای برای گیاه را فراهم کرده و سبوس برنج افزون بر سبکتر کردن بستر کشت رطوبت موردنظر را همراه با وجود ورمی‌کمپوست در بستر برای گیاه ایجاد کرد و احداث بام سبز را مقرون‌به‌صرفه ساخت.

آزمایش (شکل ۳) بیشترین میزان سبزینه a مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد در ترکیب با سبوس برنج ۱۴ درصد است. به نظر می‌رسد که افزایش تخلیه رطوبت خاک منجر به کاهش جذب آب توسط ریشه و در نتیجه کاهش میزان نورساخت و عملکرد محصول شده است (Fotouhi et al., 2008). پژوهش Khorramdel et al. (2010)، به افزایش رنگ‌دانه‌ها با افزودن کود زیستی اشاره دارد. این در حالی است که در دیگر گیاهان کاربرد بیشتر کودهای حاوی نیتروژن، تأثیری مثبتی بر افزایش میزان سبزینه‌ها را به همراه داشته است (Shafagh Kolvanagh et al., 2010). برای احداث بام‌های سبز نیازمند کمترین تأسیسات و نگهداری هستیم. بام سبز طراحی شده باید سبک بوده و بار محدودی را به ساختمان وارد کند تا برای قرار گرفتن بر بام ساختمان‌های موجود مناسب‌تر



شکل ۴. وزن بسترهای کشت با نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست و سبوس برنج (حرف v مخفف نسبت‌های ورمی‌کمپوست ۵، ۷ و ۱۰ درصد) و s مخفف سبوس برنج (۰، ۷ و ۱۴ درصد) است.

Figure 4. Substrates weight with different ratios percent of vermicompost and rice hull. V: Vermicompost (0, 5 and 10%) and s: rice hull (0, 7 and 14%).

رطوبتی بستر کمک می‌کند بلکه موجب افزایش روزه‌های هوا نیز می‌شود. در این تحقیق تیمار ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد به همراه سبوس برنج ۱۴ درصد بیشترین تأثیر را بر صفات موردبررسی داشته‌اند. افزودن سبوس برنج به بسترهای کشت، وزن ایجادشده بر ساختمان را کاهش داده و سبوس برنج همراه با ورمی‌کمپوست افزون بر تأمین تخلل مناسب، نگهداری رطوبت و مواد تغذیه‌ای در خود، کاربرد بام سبز را مقرون‌به‌صرفه می‌سازد.

نتیجه‌گیری

بنابر نتایج این تحقیق می‌توان اظهار داشت که کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست باعث افزایش شمار گل، قطر گل، ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، حجم ریشه، رطوبت خاک و غیره در گیاه مغربی می‌شود. این برتری را می‌توان ناشی از تأثیر مطلوب ورمی‌کمپوست در بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی، زیستی و ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت دانست. همچنین سبوس برنج نه تنها به بهبود شرایط تغذیه‌ای و

REFERENCES

1. Abouzari, A., Rouhi, S., Eslami, A. & Kaviani, B. (2012). Comparison of the Effect of Different Soilless Growing Media on some Growth Characteristics of Benjamin Tree (*Ficus benjamina*). *International Journal of Agriculture & Biology*, 14(6), 985-988.
2. Akanni, D. I. & Ojeniyi S.O. (2007). Effect of different levels of poultry manure on soil physical properties, Nutrients status, growth and yield of tomato. *Research Journal of Agronomy*, 1(1), 1-4.
3. Akbarinia, A., Ghalavand, A., Tahmasebi Sarvestani, Z., Sharrifi Ashorabadi, A. & Banj Shafieei, S. (2004). Effect of different nutrition systems on soil properties, Elemental uptake and seed yield of Ajowan (*Carum copticum*). *Pajouhesh & Sazandegi*, 62, 11-19.
4. Arnon, A.N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, 112-121.
5. Bakhshi, R. & Khorsand niko, M. (2013). Offering new solutions for green roof development approach to sustainable development goals in Iran. *6th Trans-Regional Conference On Advances In Engineering Sciences*, 14 May., Tonekabon city, Iran, PP: 1-11. (in Farsi)
6. Borji, Sh., Khodadadi, M. & Mobasser, H. R. (2014). Effect of different levels of vermicompost on growth characteristics and flowering geranium. *Journal of Novel Applied Sciences*, 3(3), 307-309.
7. Bybordi, A., Malakuti, M.J., Amir colary, A. & Nafisi, M. (2000). *Chemical fertilizer supply and apply among sustainable agriculture*. Agriculture Education Press. PP 205-212. (In Farsi).
8. Darzi, M.T.; Hadjseyed Hadi, M.R. & Rejali, F. (2011). Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26 (4), 452-465. (in Farsi)
9. Evans, M.R. & Gachukia, M. (2004). Fresh parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates. *Horticultural Science*, 39, 232-235.
10. Evans, MR. & Gachukia, M. (2004). Fresh parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates. *Horticultural Science*, 39, 232-235.
11. Fallahi, J., Koocheki, A. & Rezvani Moghaddam, P. (2008). Investigating the effects of organic fertilizers on quantity index and the amount of essential oil and chamazulene in chamomile (*matricaria recutita*). *Agricultural research*, 8(1 b), 157-168.
12. Fernandez-Cañero, R., Emilsson, T., Fernandez-Barba, C. & Machuca, M. Æ. H. (2013). Green roof systems: A study of public attitudes and preferences in southern Spain. *Journal of Environmental Management*, 128, 106-115.
13. Fotouhi, K., Ahmadali, J., Noorjoo, A. & Khorshid, A. (2008). Irrigation management based on allowed water depletion at different growth stages of sugar beet in Miyandoab region. *Journal of Sugar Beet*, 24(1), 43-60. (in Farsi)
14. Gao, X., Zou, C., Wang, L. & Zhang, F. (2004). Silicon improves water use efficiency in maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 27(8), 1457-1470.
15. Garousi, H., Hemmati, Kh. & Habibi, D. (2013). The effect of growth-promoting bacteria vermicompost, municipal solid waste compost on the growth characteristics, chlorophyll content and some secondary metabolites of *Hyssopus officianalis*. *Plant Sciences Researches*, 8(3), 58-66.
16. Ghasemi ghehsareh, M. (2012). *Floriculture*. Volume 1, moalef, Iran.
17. Gupta, p.k. (2003). Why vermicomposting? In vermicomposting for sustainable agriculture, *agrobios (india) agronomy house*. Jodhpur 14-25.
18. Haj Seyed Hadi, MR., Darzi, MT., Ghandehari, Z. & Riazi, Gh. (2011). Effects of vermicompost and amino acids on the flower yield and essential oil production from *Matricaria chamomile* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(23), 5611-5617.
19. Hamidpour, M., Fathi, S. & Roosta, H.R. (2013). Effects of zeolite and vermicompost on growth characteristics and concentration of some nutrients in *Petunia hybrida*. *Journal of science and technology of greenhouse culture*, 4(13), 95-103. (in Farsi)
20. Hekmati, J. (2011). *The seasonal flowers*. Publication of Agriculture Iran, Tehran.
21. Hillel, D. (1971). *Soil and water, physical principles and processes*. New York, Academic Press.
22. Hohjo, M., Ganda, M., Maruo, T., Shinohara, Y. & Ito, T. (2001). Effect of NaCl application on growth. Yield and fruit quality in NFT- tomato plants. *Acta Horticulturae*, 548, 469-475.
23. Jahanbin, S., Tahmasebi Sarvestani, Z., Modarres, A. M. & Karimzadeh, G. (2004). Effect of drought steress on yield, yield components and resistance indices of Hull-less Barley genotypes. *Journal of Agriculture Sciences and Natural Resources*, 10(4), 25-34.
24. Kamenidou, S., Cavins, T.J. & Marek, S. (2008a). Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. *Horticultural Science*, 43(1), 236-239.
25. Kamenidou, S., Cavins, T.J. & Marek, S. (2009b). Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. *Horticultural Science*, 119, 297-301.

26. Kamenidou, S., Cavins, T.J. & Marek, S. (2010c). Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. *Horticultural Science*, 123, 390-394.
27. Khalesro, S.H., Ghalavand, A., Sefidkon, F. & Asgharzadeh, A. (2012). The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(4), 551-560.
28. Kheirkhah Rahim abad, K. & Lotfi, K. (2013). Vermicompost, wondrous phenomenon. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 42, 44-49.
29. Khomami, A. M. (2011). Effect of sawdust vermicompost in pot media on nutrition and growth of *Dieffenbachia* (*Dieffenbachia amoena*) plant. *Seed and Plant Production Journal*, 26(4), 435-444.
30. Khorramdel, S., Amin-ghafoori, A., Rezvani-moghaddam, P. & Nassiri-Mahallati, M. (2010). The effect of different Irrigation levels with using biological fertilizers on seed yield, Chlorophyll and RWC of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *The First National Conference on Sustainable Agriculture and Clean Products*, 11-12 Nov., Isfahan.
31. Khoshkhuhi, M. (2013). *Floricultural principles and species (second edition)*. Shiraz University Press, Shiraz.
32. Kupfer, C. & Kahnt, G. (1992). Effects of application of amorphous silica on transpiration and photosynthesis of soybean plants under varied soil and relative air humidity conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 168, 318-325.
33. Ma, J.F. & Takahashi, E. (2002). Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan. *Elsevier Science*, Amsterdam. pp: 294.
34. Mahdloei, S. (2010). *Feasibility study of vertical green space in greater Tehran (Case Study: Tehran region 5)*. Master in science thesis of environment design.
35. Matos, G.D. & Arrunda, M.A.Z. (2003). Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, 39, 81-88.
36. Mehrafsar, S. (2013). Green roofs and challenges in the process of implementing them, *Payam-e-Sabz*, 109(12), 13-16. (in Farsi)
37. Mohammadi Ghehsareh, A. (2013). Effect of date palm wastes and rice hull mixed with soil on growth and yield of cucumber in greenhouse culture. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(17), 1-5.
38. Mousavi Mirkalaei, S.M., Oraghi Ardebili, Z. & Mostafavi, M. (2013). The effects of different organic fertilizers on the growth of lilies (*Lillium longiflorum*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4(1), 181-186.
39. Narayanaswamy, C. & Prakash, N.B. (2009). Calibration, and categorization of plant available silicon in rice soils of South India. *Journal of Plant Nutrition*, 32(8), 1237-1254.
40. Papafotiou, M., Pergialioti, N. & Tassoula, L. (2013). Growth of native aromatic Xerophytes in an extensive Mediterranean green roof as affected by substrate type and depth and irrigation frequency. *Horticultural Science*, 48, 1327-1333.
41. Prakash, N.B., Narayanaswamy, C. & Chandrashekar, N. (2010). Status, calibration, and categorization of plant available silicon in different rice soils of Karnataka. *Technical Bulletin from Department of Soil Science and Agricultural Chemistry*. University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
42. Razavian, M. T. & Ghafouripour, A. (2010). Green Roofs. *Amayesh Geographical Journal*, 10, 137-170.
43. Rochana, T., Sawaneg, R., Patma, V.R. & Bunyong, T. (2006). Effect of organic and clay mineral ammendment on physical properties of degraded sandy soil for sugarcane production. *Research Articles*, 8(1), 44-48.
44. Sanches Govin, E., Rodrigues Gonzales, H., Carballo Guerra, C. & Milanés Figueredo, M. (2005). Influencia de abonos organicosy biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. *Revista Cubana de Plant Medicinal*, 10(1), 1-5.
45. Shadanpour, F., Mohammadi Torkashvand, A. & Hashemi Majd, K. (2011). The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold. *Scholars Research Library Annals of Biological Research*, 2(6), 109-115.
46. Shafagh Kolvanagh, J., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Moghaddam, M. & Dabbagh Mohammadinassab, A. (2010). Influence of nitrogen and weed interference on grain yield, yield components and leaf chlorophyll value of Soybean. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 19(1), 1-20.
47. Tariq, U., Rehman, Sh., Khan, M.A., Younis, A., Yaseen, M. & Ahsan, M. (2012). Agricultural and municipal waste as potting media components for the growth and flowering of *Dahlia hortensis* 'Figaro'. *Turkish Journal of Botany*, 36, 378-385.
48. Zahrabi, A.M. (2006). The Green roof a long step in appropriate of the urban environment for the disabled and veterans. *1st National Conference on Enabling the Urban Environment for the Disabled*, 25-26 Oct, Tehran, pp. 130-139.

Quality of pink evening primrose (*Oenothera speciosa* Rosea) improved by application of vermicompost and rice hull in green roof medium

Tahereh Bahrami¹, Vahid Rouhi², Abdulrahman Mohammad Khani³ and Saeid Reezi^{4*}

1, 2, 3, 4. M.Sc. Student, Assistant Professor, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

(Received: Aug. 22, 2015 - Accepted: Dec. 7, 2015)

ABSTRACT

Green roofs are a part of efforts to make the cities more sustainable and it is one of the modern solutions for urban problems. The physical development of cities led to loss of the natural environment. Therefore, the development of green spaces plays an important role in human life. In order to evaluate the effect of some culture media on yield of "*Oenothera speciosa* Rosea" in green roof situation, a factorial experiment conducted based on a complete random design with vermicompost (0, 5, and 10% v/v) and rice hull (0, 7, and 14% v/v) factors in three replications. The results showed that vermicompost treatment has a positive significant effect on the number of flowers, daily flowering average, flower diameter, stem diameter, root volume, fresh and dry weight of shoots and roots and soil humidity. Also, in most measured traits, it showed a positive effect compared to control plants. In this research, vermicompost (10% v/v) mixed with rice hull (14% v/v) improved quality and quantity traits of pink evening primrose. Then, overall results showed that this mixture can recommend as a medium for evening primrose in the green roof.

Keywords: culture media, green roof, *Oenothera speciosa* Rosea, rice hull, vermicompost.

* Corresponding author E-mail: sreezi57@yahoo.com

Tel: +98 913 3349072