نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۵۱۹-۵۰۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 3, Fall 2016, P. 508-519
ISSN: 2008 - 4730

اثر بسترهای کشت بر مصرف آب و ویژگی‌های گل گازانیا (*Gazania hybrida*) در بام سبز

طاهره بهرامی[۱]- وحید روحی[۲*]- عبدالرحمان محمد خانی[۳]- سعید ریزی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۴

چکیده

بام سبز یکی از پدیده‌های نو در معماری و شهرسازی و برخاسته از مفاهیم توسعه‌ی پایدار است که از آن می‌توان به منظور افزایش سرانه فضای سبز، ارتقای کیفیت محیط‌زیست و کاهش مصرف انرژی بهره برد. به منظور بررسی اثر برخی از بسترهای کشت بر میزان مصرف آب و ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه گازانیا (*Gazania hybrida*) در بام سبز از نوع گسترده آزمایشی به صورت فاکتوریل در بستر کاشت پایه (کوکوپیت ۱۵، پرلیت ۱۵، خاک‌برگ ۱۰، کود دامی پوسیده ۱۰، خاک زراعی ۵۰ درصد) و با استفاده از فاکتورهای ورمی‌کمپوست (صفر، پنج و ۱۰ درصد) و پوست برنج (صفر، هفت و ۱۴ درصد) در قالب طرح کاملا تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۳ به اجرا در آمد. صفات مورد بررسی شامل تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، قطر گل، قطر ساقه، ارتفاع ساقه، طول و عرض بوته، تعداد گیاهچه، حجم ریشه، میزان کلروفیل، میزان مصرف آب و وزن بسترهای کاشت بود. نتایج نشان داد که تیمار ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر تعداد گل، قطر گل و ارتفاع ساقه داشته است در حالی که این تاثیر بر قطر ساقه مشاهده نشد. هم‌چنین در بیش‌تر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای اعمال شده و تیمار شاهد وجود داشت. از آنجایی که ورمی‌کمپوست به همراه پوست برنج باعث افزایش گلدهی و کاهش میزان مصرف آب گردید، بنابراین کاربرد ورمی‌کمپوست و پوست برنج به عنوان بستر کشت در بام‌های سبز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پوست برنج، پوشش گیاهی، فضای سبز، میزان مصرف آب، ورمی‌کمپوست

مقدمه

گسترش فیزیکی شهرها منجر به از بین رفتن طبیعت سبز شده است. بنابراین ایجاد و توسعه فضای سبز نقش مهمی در زندگی تمام موجودات از جمله انسان دارد اطمینان از فضای سبز کافی در مناطق شهری به بهبود و جبران اثرات منفی زندگی شهری کمک می‌کند (۱۴). استفاده از بام سبز یکی از فن‌آوری‌های پیشرفته فضای سبز است. بام سبز نه تنها سطحی است که با رنگ سبز پوشیده شده، بلکه یک سطح زنده از گیاهان در بالای بام است که بام گیاهی و بام زیستی نیز نامیده می‌شود (۳۸). اولین بام سبز گزارش شده در تاریخ بشری باغ‌های معلق بابل است. شیوه‌های معماری و آثار بدست آمده چنین عظمتی را در این سرزمین به اثبات رسانده است (۳۸). کشور ایران با متوسط بارندگی در حدود ۲۵۲ میلی‌متر جزو کشورهای خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌شود (۴۵). بخش عمده مصرف آب (بیش از ۹۴ درصد) در زمینه کشاورزی و فضای سبز می‌باشد، بنابراین برای این که بتوان در آینده با مشکل کم آبی مبارزه نمود راندمان آب مورد نیاز در این بخش باید افزایش یابد (۴۵). مهم‌ترین بخش طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های تأمین کننده آب مورد نیاز، تخمین نیاز آبی گیاه می‌باشد (۵۲). تخلیه مجاز رطوبت خاک، متداول‌ترین معیار برای تعیین زمان آبیاری، به ویژه در استفاده از روش‌های بیلان آب در برنامه ریزی‌های آبیاری به شمار می‌آید. این معیار بیان‌گر بخشی از ظرفیت ذخیره آب قابل دسترس یا قابل استخراج توسط گیاه در ناحیه توسعه ریشه است، به طوری که در فاصله دو آبیاری متوالی شرایطی بدون تنش و یا با تنش اندک برای رشد گیاه فراهم گردد (۲۹).

بام سبز از لایه‌های مختلفی تشکیل شده که هر کدام دارای عملکرد خاصی می‌باشند. لایه‌های بام سبز شامل: لایه محافظ (Protection layer)، لایه زهکش (Drainage layer)، محیط کشت (Growing medium) و لایه پوشش‌گیاهی (Plant layer) می‌باشد. محیط‌کشت فضایی است که گیاهان در آن شروع به رشد و نمو می‌کنند. این محیط باید مواد مغذی و ظرفیت نگهداری آب کافی

۱، ۲، ۳ و ۴-به ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد
(*-نویسنده مسئول: Emai: v.rouhi@gmail.com)

برای حمایت از گیاهان بام سبز را داشته باشد. اصولا بستر، دارای ۸۰ درصد مواد معدنی سبک، ۲۰ درصد مواد آلی و حدودا ۳۰ درصد ظرفیت نگهداری آب می‌باشد که با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و سازه‌ی ساختمان، ترکیب بستر رشد می‌تواند متفاوت باشد (۴۴). پوشش‌های حاوی ماده معدنی که از خاک رس منبسط شده تشکیل یافته‌اند و هم‌چنین پرلیت، پیت ماس، پشم سنگ، پوست برنج، خاک‌برگ و غیره به طور قابل ملاحظه‌ای دارای تراکم کم‌تر و میزان جذب آب بیش‌تر نسبت به مواد معدنی طبیعی هستند و به دلیل سبک بودن، متداول‌ترند. در مقابل، بسترهای کشت کوکوپیت، پیت‌اسفاگنوم، ورمی‌کمپوست و غیره از جمله بسترهای نسبتا سنگین می‌باشند که عناصر غذایی مناسب را برای گیاه فراهم می‌سازند. با ترکیب مناسب بسترهای کاشت (پرلایت، کوکوپیت، خاک‌برگ، خاک‌زراعی، ورمی‌کمپوست و کود دامی) علاوه بر فراهم نمودن عناصر غذایی و حفظ رطوبت لازم، می‌توان بهترین محیط‌کشت را برای رشد و پرورش گیاهان و هم‌چنین بستری سبک و مناسب برای سازه‌های ساختمانی بام سبز ایجاد نمود. همه‌ی انواع گیاهان می‌توانند روی بام سبز رشد کنند اما مواردی مانند ابعاد ریشه و تاج گیاه، حجم خاک مورد نیاز،جهت مناسب برای نورگیری، آب و هوا، طرح سازه، بودجه تعمیر و نگهداری و ابتکار و خلاقیت در طراحی، تنوع گونه‌های قابل استفاده را محدود می‌کند. پوشش‌گیاهی مورد استفاده باید ضمن تبعیت از مناظر مجاور، متناسب با شرایط آب و هوایی منطقه انتخاب گردد (۳۰).

به‌طور کلی سه عامل مکانی، اجتماعی و اقتصادی در انتخاب گونه‌های مناسب دخیل هستند. در انتخاب گونه‌ها در بام‌ها و فضای سبز، معیارهای انتخاب گونه گیاهی شامل: گیاهان با نیاز آبی پایین، گونه‌های مناسب با طول عمر زیاد، گونه‌های بدون ایجاد آلرژی، گیاهان کم توقع، گونه‌هایی که به هرس و فرم دهی کم‌تری نیاز دارند، گونه‌هایی با مواد مترشحه کم‌تر، گیاهان جایگزین چمن و غیره می‌باشد (۴۷).

محیط کشت به واسطه ویژگی‌های خاص سازه‌ای باید وزن کمی داشته باشد به همین دلیل نسبت به خاک معمولی تفاوت‌هایی دارد. به طور مثال، محیط‌کشت کوکوپیت (الیاف نارگیل) دارای بذر علف‌های هرز و یا عوامل بیماری‌زا نیست و در مقایسه با پیت خزه خشک، آب را آسان‌تر جذب می‌کند، نگهداری و تهویه مناسب‌تری دارد، ظرفیت تبادل کاتیونی آن کم تا متوسط (۳/۹ تا ۸/۴ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ سانتی‌مترمکعب) می‌باشد و pH آن ۴/۵ تا ۶/۹ است. از دیگر ویژگی‌های کوکوپیت می‌توان به ثبات عالی و چگالی توده کم، نسبت کربن به نیتروژن متوسط و کند بودن فرایند پوسیدگی در آن اشاره نمود. پرلایت از دیگر محیط‌کشت‌های مناسب است که دارای ظرفیت نگهداری آب و تهویه بالا، ظرفیت تبادل کاتیونی کم و pH حدود ۷/۵ می‌باشد. ورمی‌کمپوست نیز بستری سبک و فاقد هر گونه بو، دارای عناصرغذایی ماکرو و میکرو برای گیاهان است (۳۱).

سازمان پارک‌ها و فضای سبز استان تهران، در سال‌های اخیر اقدام به احداث طرح پایلوت بام سبز نمود، بستر کشتی که در این طرح استفاده شد شامل یک مخلوط معمولی مناسب، شامل یک سوم ماسه، یک سوم سنگ‌های متخلخل و یک سوم گیاه‌خاک مصنوعی (ترکیبی از چوب پوسیده و کود نباتی) بود. در این طرح ضخامت خاک به کار رفته بین ۱۰– ۱۵ سانتی‌متر بود به طوری که جواب‌گوی گونه‌های گیاهی به کار رفته باشد. اگر چه بسته به گونه گیاهی مورد استفاده ضخامت خاک تغییر داده شد (۳۶).

با توجه به شرایط اقلیمی ایران و مشکل کم آبی و خشک‌سالی طی سال‌های اخیر و هم‌چنین پایین بودن سطح سرانه فضای سبز در مقایسه با استانداردهای تعریف شده، استفاده گیاهان مناسب و سازگار با شرایط آب و هوایی منطقه جهت توسعه بام سبز ضرورت دارد. گازانیا با نام علمی *Gazania hybrida* گیاهی یکساله و از خانواده Asteraceae می‌باشد. این گیاه بومی آفریقای جنوبی بوده و در برابر انواع تنش‌های محیطی از جمله سرما و خشکی تحمل نسبتا بالایی دارد و شرایط آفتابی و خاک‌های نسبتا سبک را می‌پسندد (۲۱).

بام‌های سبز در کشورهای اروپایی تبدیل به یکی از اجزای معمول و نسبتا ضروری در ساختمان‌ها شده است، اما در بسیاری از کشورها همانند ایران، بام سبز هم‌چنان عنصری ناشناخته و غریب محسوب می‌شود. روند رو به رشد به کارگیری سیستم‌های بام سبز در دهه‌های اخیر به ویژه در کشورهای توسعه یافته که به دنبال رفع معضلات شهری و بهبود شرایط اجتماعی و اقتصادی و به ویژه کاهش در مصرف انرژی هستند، باعث شده تا بررسی دقیق مکانیسم آن مورد توجه واقع شود. چنان‌چه بام سبز درست طراحی و اجرا شود در بازدهی اکولوژیکی شهری نقش موثری دارد (۴۴). به منظور انتخاب بهترین بستر کاشت در احداث بام سبز و بررسی میزان مصرف آب در این بسترها، به واسطه پژوهش حاضر، این امکان فراهم آمد تا این مکانیسم مورد مطالعه واقع شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر برخی بسترهای کشت بر میزان مصرف آب و ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه گازانیا (*Gazania hybrida*) در بام سبز، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ بر روی بام بخش تاسیسات گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد تایید و اجرا گردید. مشخصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، بین ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا در این منطقه ۲۰۷۰ متر و میانگین حداقل و حداکثر مطلق دما به ترتیب ۳۲– و ۴۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۱۱۶ میلی‌متر است. منطقه مورد نظر دارای اقلیم نیمه مرطوب معتدل

با تابستان‌های معتدل و زمستان‌های بسیار سرد می‌باشد. این آزمایش به صورت فاکتوریل (دو عامله) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به منظور بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه گازانیا انجام شد. یک فاکتور بستر کاشت حاوی ورمی‌کمپوست با سه سطح صفر، پنج و ۱۰ درصد و فاکتور دیگر بستر کاشت حاوی پوست برنج با سه سطح صفر، هفت و ۱۴ درصد می‌باشد. نشا گیاه زینتی گازانیا در محیط کشت پایه (کوکوپیت ۱۵، پرلیت ۱۵، خاک‌برگ ۱۰، کود دامی پوسیده ۱۰، خاک زراعی ۵۰ درصد) حاوی فاکتورهای ذکر شده ورمی‌کمپوست و پوست برنج در بسترهایی با ابعاد ۶۰×۶۰ سانتی‌متر و عمق ۲۰ سانتی‌متر روی بام به ارتفاع حدود چهار متر از سطح زمین کشت گردید.

عملیات آماده سازی بام سبز شامل تهیه لایه زهکش، محافظ کنفی، لایه فیلتر و کارتن پلاست‌هایی با ابعاد مورد نظر و بسترهای کاشت با نسبت‌های مختلف بود. سپس نشا گل گازانیا که از سازمان پارک‌ها و فضای سبز استان اصفهان تهیه شده بود درون این بسترها کشت شد. صفات مورد اندازه‌گیری در این مطالعه، شامل تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، قطر گل، قطر ساقه، ارتفاع ساقه، طول و عرض بوته، قطر طوقه، تعداد گیاهچه، حجم ریشه و میزان کلروفیل a، b و کل بررسی شدند. هم‌چنین در این تحقیق، میزان مصرف آب در هر بستر و هم‌چنین وزن بسترهای مختلف از لحاظ سبکی و سنگینی به منظور سازگاری با وزن متحمل شده از سوی ساختمان مورد محاسبه قرار گرفت.

میزان مصرف آب

به منظور تعیین میزان مصرف آب در هر بستر، آبیاری بر اساس تخلیه رطوبت ۵۰ درصد (زمانی آبیاری انجام می‌شود که ۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس، تخلیه شده باشد) در نظر گرفته شد. نقاط ظرفیت زراعی (θFC) و پژمردگی دایم (θPWP) از آزمون خاک به دست آمد. سپس برای تعیین زمان آبیاری، رطوبت خاک با محاسبه تبخیر و تعرق روزانه (با استفاده از داده‌های هواشناسی که به صورت روزانه از سازمان هواشناسی استان تهیه می‌گردید) هنگامی که به ضریب تخلیه مجاز (MAD) رسید، انجام گرفت.

اندازه‌گیری کلروفیل

به منظور اندازه‌گیری کلروفیل a و b از روش آرنون استفاده شد (۴). استخراج کلروفیل از برگ‌ها با کمک استون ۸۰ درصد انجام شد. ساییدن برگ با استون، تدریجی و تا حصول یک محلول بی رنگ ادامه یافت. سپس محلول حاصل بمدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ rpm سانتریفوژ (مدل ROTOSIX-32) شد و جذب نوری روشناور در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر بوسیله اسپکتروفتومتر (مدل JENWAY- 6320-D) اندازه‌گیری شد.

داده‌های به دست آمده با استفاده از برنامه نرم افزاری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $p < 0/05$ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمار ورمی‌کمپوست بر تعداد گل، متوسط گلدهی در روز و ارتفاع ساقه گل دهنده گل گازانیا اثرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشته در صورتی که اثر آن بر قطر ساقه معنی‌داری نمی‌باشد (جدول ۱). هم‌چنین نتایج، نشان دهنده اثرات معنی‌دار تیمار پوست برنج بر تعداد گل، متوسط گلدهی و قطر گل بود اما تیمار مذکور اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر قطر و ارتفاع ساقه ایجاد نکرد. به نظر می‌رسد بالا بودن میزان عناصر غذایی به ویژه نیتروژن در ورمی‌کمپوست (نسبت به سایر ترکیب‌های مورد استفاده)، جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف را افزایش داده و در نتیجه با بهبود فرآیند فتوسنتز، رشد رویشی گیاه و در نتیجه باعث افزایش ارتفاع بوته‌ها در تیمار ورمی‌کمپوست شده است (جدول ۱). ورمی‌کمپوست یک کود آلی شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از میکروب‌های مفید، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها، هورمون‌ها، عناصر غذایی است (۱۰) که در نتیجه فعالیت گونه‌ای از کرم‌های خاکی بر ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی تولید می‌شود (۴۹). این ماده دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و عناصر غذایی مانند فسفر، نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به اشکال قابل جذب و در دسترس برای گیاه می‌باشد (۷). ورمی‌کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده که باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگهداری طولانی مدت عناصر غذایی بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد (۴۰). گزارش شده است که ورمی‌کمپوست به عنوان اصلاح کننده آلی خاک، در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مؤثر است (۴۲). احتمالاً مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیش‌تر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده و در نهایت به افزایش گلدهی می‌انجامد. در تحقیقی تاثیر ورمی‌کمپوست بر میزان گلدهی و تعداد چتر در گیاه دارویی رازیانه مثبت ارزیابی شده است (۱۲). هم‌چنین گزارش شده است که کاربرد کمپوست و کود دامی، وزن خشک و غلظت فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، کلر و سدیم اندام هوایی گندم را نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است (۴۳). نتایج پژوهش حاضر با گزارش‌های محبوب خمامی (۳۴) بر گیاه دیفن باخیا، حمید پور و همکاران (۸) بر گیاه اطلسی و جناتی (۲۵) بر گیاه دارویی مرزه مطابقت دارد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که اختلاف بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست از نظر تعداد گل، متوسط گلدهی و ارتفاع ساقه گل دهنده معنی‌دار بوده است. به‌طوری که بیش‌ترین تعداد گل (۸۸/۳۳ عدد)، متوسط گلدهی در روز (۶/۳۰ عدد) و ارتفاع ساقه گل دهنده (۱۴/۵۲ سانتی‌متر) مربوط به تیمارهای ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست و کم‌ترین آن‌ها مربوط به تیمار شاهد می‌باشد (جدول۲). در گزارشی افزایش ارتفاع گیاه دارویی زیره سبز در اثر تیمار ورمی‌کمپوست نسبت به سایر کودهای زیستی گزارش شده است (۴۶). نتایج مطالعات آستارائی (۶) نیز مبین برتری ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست شهری در خصوص ارتفاع بوته گیاه اسفرزه است. بنابراین، می‌توان اظهار داشت با توجه به بالا بودن عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست و نیز تاثیر مناسبی که این کودها بر فراهمی رطوبت و عناصر غذایی پرمصرف در خاک و جذب آن توسط گیاه دارند، موجب افزایش تعداد ساقه‌های فرعی شده است.

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر بسترهای کشت بر برخی ویژگی‌های گل گازانیا در بام سبز

Table 1- ANOVA of medium culture effect on some charactiristics of Gazania flowers in green roof

		میانگین مربعات Mean of Squares				
منبع تغییر Source of variations	درجه آزادی DF	تعداد گل Number of Flower	متوسط گلدهی در روز Flowering Average/Day	قطر گل Flower Diameter (mm)	قطرساقه Stem Diameter (mm)	ارتفاع ساقه Plant Height (cm)
ورمی‌کمپوست(A) Vermicompost	2	1651.14**	8.42**	6.46ns	0.04ns	7.96*
پوست برنج (B) Rice Hull	2	700.48**	3.57**	48.01**	0.04ns	3.61ns
A×B	4	661.53**	3.37**	18.69ns	0.04ns	0.61ns
خطا Error	18	28.48	0.14	12.02	0.03	1.39

ns ،*و** : به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, *, **: non-significant and significant at p<0/05 and p<0/01 ,respectively

نتایج این تحقیق با نتایج سانچز گوین و همکاران (۴۸) مطابقت دارد، آن‌ها گزارش کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک در گیاهان دارویی بابونه و همیشه بهار باعث افزایش عملکرد گل شده است. احتمالاً افزودن کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک شده است. نتایج تحقیقات آنوار و همکاران (۳) در مورد گیاه دارویی نعناع نیز مؤید همین مطلب است. گزارش شده که با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست (صفر، پنج،۱۰ و ۱۵ درصد وزنی)، ارتفاع بوته، زود گلدهی و عملکرد گل گیاه دارویی بابونه بهبود یافته است (۱۶) بدین ترتیب نتایج این پژوهش با نتایج مزبور مطابقت دارد. هم‌چنین نتایج این تحقیق، با نتایج حاصل از مطالعات امین الرعایا و همکاران (۲) بر گیاه همیشه بهار، شهبازی و همکاران (۵۱) بر گل میخک و چمنی و همکاران (۱۱) بر گل اطلسی مطابقت دارد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده اثر معنی دار تیمارهای مختلف پوست برنج بر تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، قطر گل و ارتفاع ساقه می‌باشد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد گل (۸۲/۴ و ۸۲/۱) و متوسط گلدهی در روز (۵/۸۸ و ۵/۸۶) به ترتیب مربوط به تیمارهای (۱۴ و هفت درصد پوست برنج) است که البته بین اثر این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کم‌ترین تعداد گل و متوسط تعداد گلدهی در روز مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. بیش‌ترین قطر گل (۵۳/۷ میلی‌متر) مربوط به تیمار ۱۴درصد پوست برنج و بیش‌ترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن‌ها (۱۳میلی‌متر) مربوط به تیمار هفت درصد پوست برنج است. پوسته برنج به طور طبیعی حاوی مقادیر بالایی سیلیس می‌باشد که از آن به عنوان جایگزینی برای پرلیت در چند سال گذشته استفاده شده است (۱۳). این ماده به عنوان یک منبع مکمل حاوی سیلیس در مزرعه و در محیط‌های پژوهشی استفاده می‌شود (۴۱).

در گیاه گازانیا افزایش قطر گل تحت تاثیر تیمارهای بکار رفته مشابه نتایج کامنیدو و همکاران (۲۶) روی گیاه ژربرا و گیاه رز مینیاتوری می‌باشد. افزایش قطر گل و ساقه‌ی گل دهنده با افزایش درصد سبوس برنج، احتمالا به دلیل ویژگی سیلیس در کاهش تبخیر و تعرق و افزایش مقاومت برگی است که این امر به طور کلی با رسوب سیلیس در دیواره‌ی سلولی و ایجاد یک لایه‌ی محافظ در زیر کوتیکول ارتباط دارد (۱۷، ۳۲و ۳۳). پوسته برنج احتمالا یک دفاع

مکانیکی در کاهش سرعت تبخیر و تعرق ایجاد کرده و می‌تواند دلیلی بر افزایش قطر گل و ساقه باشد (۲۶، ۲۷و ۲۸).

جدول ۲- اثر بسترهای کشت بر برخی ویژگی‌های گل گازانیا در بام سبز

Table 2 - Medium cultures effect on some charactiristics of Gazania flowers in green roof

Vermicompost	تعداد گل Number of Flowers	متوسط گلدهی در روز Flowering Average/Day	قطر گل Flower Diameter (mm)	قطر ساقه Stem Diameter (mm)	ارتفاع ساقه Plant Height (cm)
ورمی‌کمپوست صفر Vermicompost (zero)	62.1^{C}	4.43^{C}	50.63^{a}	2.00^{a}	12.67^{b}
ورمی‌کمپوست ۵ ٪ Vermicompost (5%)	81.1^{b}	5.79^{b}	52.16^{a}	2.10^{a}	13.87^{a}
ورمی‌کمپوست ۱۰ ٪ Vermicompost (10%)	88.3^{a}	6.30^{a}	52.03^{a}	2.12^{a}	14.52^{a}
Rice Hull	**تعداد گل Number of Flowers**	**متوسط گلدهی در روز Flowering Average/Day**	**قطر گل Flower Diameter (mm)**	**قطر ساقه Stem Diameter (mm)**	**ارتفاع ساقه Plant Height (cm)**
پوست برنج صفر Rice hull (zero)	67.00^{b}	4.78^{b}	49.17^{b}	2.10^{a}	14.27^{a}
پوست برنج ۷ ٪ Rice hull (7%)	82.11^{a}	5.86^{a}	51.90^{b}	1.99^{a}	13.01^{b}
پوست برنج ۱۴ ٪ Rice hull (14%)	82.44^{a}	5.88^{a}	53.76^{a}	2.13^{a}	13.77^{ab}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$) based on Duncan's multiple range test

گول (۱۸) با مطالعه اثر ده بستر کشت متفاوت از جمله سبوس برنج، توف (خاکستر آتش‌فشانی)، پرلیت، پیت و مخلوطی از بسترهای ذکر شده روی عملکرد گوجه فرنگی به این نتیجه رسید که بستر سبوس برنج و توف (خاکستر آتش‌فشانی) نسبت به سایر بسترها باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. بر همین اساس نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه حمید پور (۱۹) روی گل آهار، محبوب خمامی (۳۵) روی گیاه فیکوس بنجامین و ارشد و چمنی (۵) روی گل اطلسی مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار ورمی‌کمپوست اثرات معنی‌داری بر عرض بوته (به دلیل تیپ رویشی روزت گیاه گازانیا که به صورت بیضی شکل گسترده می‌شود کم‌ترین پهنای گسترش یافته به عنوان عرض بوته در نظر گرفته شد)، طول بوته، قطر طوقه و حجم ریشه گیاه گازانیا دارد در صورتی که بر تعداد گیاهچه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج مذکور هم‌چنین نشان دهنده اثرات معنی‌دار تیمار پوست برنج بر قطر طوقه، تعداد گیاهچه و حجم ریشه می‌باشد اما اثر معنی‌داری بر عرض بوته و طول بوته نداشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست نشان دهنده اختلاف معنی‌داری بر عرض بوته، طول بوته، قطر طوقه و حجم ریشه است. به ترتیب بیش‌ترین عرض بوته (۲۸/۴ سانتی‌متر)، طول بوته (۳۱/۴ سانتی‌متر) و قطر طوقه (۳۲/۳۸ میلی‌متر) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست و کم‌ترین آن‌ها مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. هم‌چنین بیش‌ترین حجم ریشه (۲۱/۳ میلی‌لیتر) مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن‌ها مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد بوده است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن است که اثر سطوح مختلف پوست برنج بر قطر طوقه، تعداد گیاهچه و حجم ریشه معنی‌دار بوده است به‌طوری که بیش‌ترین قطر طوقه (۳۱/۵ میلی‌متر) مربوط به تیمار هفت درصد و بیش‌ترین تعداد گیاهچه (۱۰/۶ عدد) و حجم ریشه (۲۰/۷ میلی‌لیتر) مربوط به تیمار ۱۴ درصد پوست برنج می‌باشد (جدول ۴).

پوسته برنج غنی از مواد آلی بوده و ظرفیت بافری بالایی ایجاد می‌نماید که به توسعه سیستم ریشه و در نهایت رشد گیاه کمک می‌کند (۲۲). در آزمایشی که توسط ایندن و تورس (۲۳) در مقایسه چهار بستر کشت پشم شیشه، پرلیت به علاوه پوسته برنج کربونیزه، پوست سرو و فیبر نارگیل روی گوجه فرنگی انجام شد بیش‌ترین عملکرد کل و تعداد میوه را از بستر پرلیت به علاوه پوسته برنج کربونیزه بدست آوردند. این نتایج (جدول‌های ۳ و ۴) با نتایج مطالعات عامری بر توت فرنگی (۱)، محمودی بر گیاه مریم گلی (۳۷) و بیک خورمیزی بر گیاه گوجه فرنگی (۲۰) مبنی بر اثر گذاری بستر کشت بر قطر طوقه هماهنگی دارد.

نتایج اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی روی گیاه گازانیا نشان داد

که اثرات متقابل سطوح تیمارهـای ورمـی‌کمپوسـت و پوسـت بـرنج، صفات مورد مطالعه از قبیل تعداد گل، متوسـط گلـدهی در روز، قطـر گل، طول بوته، عرض بوته، قطر طوقه و غیره را تحت تاثیر قرار داده است (جدول ۵). به نظر می‌رسد که استفاده از ورمی‌کمپوسـت میـزان عناصر غذایی در خاک را بهبود بخشـیده و پوسـت بـرنج در کنـار آن موجبات تخلل بهتر برای بستر و گیاه را فراهم کرده است.

در میان رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ گیـاه گازانیـا (کلروفیـل a و کلروفیل b)، کلروفیل a، تحت تـاثیر تیمـار ورمـی‌کمپوسـت و اثـرات متقابل دو تیمار اعمال شده، قرار گرفته است. پوست بـرنج بـر میـزان کلروفیل a تاثیر معنی‌داری نداشته است (جـدول ۶). در ایـن آزمـایش بیش‌ترین میزان کلروفیل a مربوط بـه تیمـار ورمـی کمپوسـت پـنج درصد در ترکیب با پوست برنج هفت درصد می‌باشد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که افزایش تخلیه رطوبت خاک منجر بـه کـاهش جـذب آب توسط ریشه و در نتیجه کاهش میزان فتوسـنتز و عملکـرد محصـول گردیده است (۱۵). پـژوهش خـرم دل و همکـاران (۹)، بـه افـزایش رنگدانه‌ها با افزودن کود بیولوژیک اشاره دارد. این در حالی است کـه در سایر گیاهان کاربرد بیش‌تر کودهای حاوی نیتروژن، تاثیر مثبتی بر افزایش میزان کلروفیل‌ها را به همراه داشته است (۵۰).

در این تحقیـق، وزن بسـترهای مختلـف نیـز از لحـاظ سـبکی و سنگینی برای ارزیابی وزن ایجاد شده روی سـاختمان مـورد محاسـبه قرار گرفت. سنگین‌ترین بستر مربوط به تیمار شاهد (۳۶/۱ کیلوگرم) و سبک‌ترین بستر مربوط به تیمار حاوی مقـادیر ورمـی‌کمپوسـت پـنج درصد به همراه پوست برنج ۱۴ درصد (۳۱/۹ کیلوگرم) بود (شکل ۲).

ورمی‌کمپوست منابع تغذیه‌ای و پوست برنج علاوه بر سبک‌تر کـردن بستر کشت رطوبت مورد نظر را همـراه بـا وجـود ورمـی‌کمپوسـت در بستر برای گیاه فراهم نمود.

هم‌چنین طی دوره زمانی مشخص (۳ ماهه)، میزان مصرف آب با توجه به تبخیر و تعرق روزانه برای هریک از بسترهای کاشـت مـورد محاسبه قرار گرفت که بسترهای کاشت حاوی ورمی‌کمپوسـت صـفر به همراه پوست برنج ۱۴ درصد (کم‌ترین میزان مصرف آب را نسـبت به شاهد از خود نشان دادند (شکل ۳). برای به دست آوردن تبخیـر و تعرق گیاه، به صورت معمول از ضرب ضریب گیاهی در تبخیر و تعرق گیاه مرجع استفاده شد (۳۹). در این تحقیق به دلیل تبخیر و تعرق بالا در مرداد ماه میزان مصرف آب نسبت به ماه‌های دیگر بیش‌تر بـوده و با مطلوب شدن دمای هوا در مهر ماه میـزان مصـرف آب بـه شـدت کاهش یافته است (شکل ۳). پوسته‌ی برنج شامل فیبر، مـواد معـدنی مانند اکسید آهن و آلومینیوم، سلولز، سیلیس، چربی و پـروتئین اسـت (۲۳). یک ماده ارزان با ظرفیت تبادل کاتیونی و نگهداری آب بالا که به صورت مخلوط با دیگر مواد می‌تواند به عنوان بستر کشت گیاهـان بکار رود. پوست برنج نه تنها به بهبود شرایط تغذیه‌ای و رطوبتی بستر کمک می‌کند بلکه موجب افزایش منافذ هوا نیز می‌گردد. بـا بـه کـار بردن پوست برنج در بستر کشـت ضـریب اسـتفاده عناصـر غـذایی از محلول‌های غذایی، ذخیره سازی کربن و نگهداری رطوبـت در بسـتر کشت افزایش می‌یابد (۲۴). هم‌چنین سیلیس موجود در پوسـت بـرنج لایه‌ای محافظ در زیر کوتیکول ایجاد نموده که کاهش تبخیر و تعرق را بدنبال دارد و خروج غیر ضروری آب را محدود می‌کند (۴۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر بسترهای مختلف کشت بر برخی ویژگی‌های گل گازانیا در بام سبز

Table 3- ANOVA of medium cultures effect on some charactiristics of Gazania flowers in green roof

	میانگین مربعات Mean of Squares					
منبع تغییر Source of variations	درجه آزادی DF	عرض بوته Plant Width (cm)	طول بوته Plant Height (cm)	قطر طوقه Crown Diameter (mm)	تعداد گیاهچه Number of Seedlings	حجم ریشه Root Volume (ml)
ورمی‌کمپوست (A) Vermicompost	2	17.21^{**}	16.00^{**}	47.00^{**}	1.03^{ns}	58.33^{**}
پوست برنج (B) Rice Hull	2	1.84^{ns}	0.45^{ns}	13.47^{*}	23.59^{**}	40.44^{*}
A×B	4	0.95^{ns}	2.62^{*}	14.73^{**}	0.37^{ns}	13.11^{*}
خطا Error	18	1.12	0.59	1.05	1.40	2.59

ns ،*و** : به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, *, **: non-significant and significant at p<0/05 and p<0/01 ,respectively

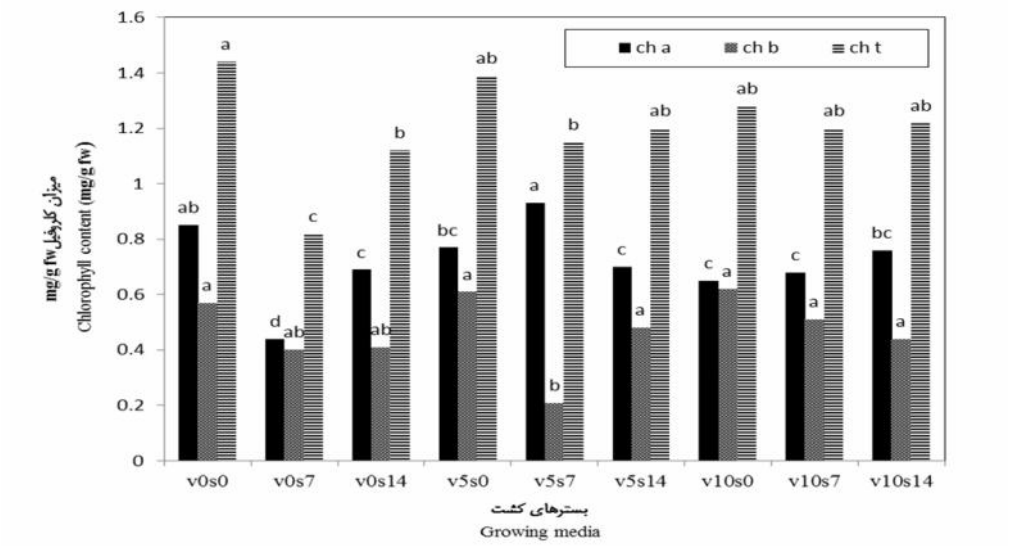
جدول ٤- تاثیر سطوح متفاوت بسترهای کشت بر برخی ویژگی‌های گل گازانیا در بام سبز

Table 4 - effects of diffrect medium culture levels on some charactiristics of Gazania flowers in green roof

Vermicompost	عرض بوته Plant Width (cm)	طول بوته Plant Height (cm)	قطر طوقه Crown Diameter (mm)	تعداد گیاهچه Number of Seedlings	حجم ریشه Root Volume (mm)
ورمی کمپوست صفر Vermicompost (zero)	25.69^{c}	28.81^{c}	30.94^{b}	9.11^{a}	21.33^{a}
ورمی کمپوست ۵٪ Vermicompost (5%)	27.29^{b}	30.14^{b}	27.89^{c}	8.44^{a}	18.00^{b}
ورمی کمپوست۱۰٪ Vermicompost (10%)	28.44^{a}	31.48^{a}	33.38^{a}	8.88^{a}	16.22^{c}
Rice Hull	**عرض بوته Plant Width (cm)**	**طول بوته Plant Height (cm)**	**قطر طوقه Crown Diameter (mm)**	**تعداد گیاهچه Number of Seedlings**	**حجم ریشه Root Volume (mm)**
پوست برنج صفر Rice hull (zero)	27.32^{a}	30.25^{a}	29.14^{c}	8.11^{b}	18.33^{b}
پوست برنج ۷٪ Rice hull (7%)	26.62^{a}	30.29^{a}	31.58^{a}	7.66^{b}	16.55^{c}
پوست برنج ۱۴٪ Rice hull (14%)	27.48^{a}	29.88^{a}	30.46^{b}	10.66^{a}	20.77^{a}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) based on Duncan's multiple range test



شکل ۱- اثر بسترهای مختلف کشت بر کلروفیل کل (Ch t)،a (Ch a) و b(Ch b) (حرف v مخفف نسبت‌های ورمی‌کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰٪) و s پوست برنج (صفر، ۷ و ١٤٪) می‌باشد). حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Figure 1- Effect of different medium cultures on total chlorophyll (Ch t), chlorophyll a (Ch a) and b (Ch b). V: Vermicompost (0, 5 and 10%) and S: rice hull (0, 7 and 14%). Same letters are not significantly differentns (P<0.05) based on Duncan's multiple range test.

جدول ۵- اثرات متقابل بسترهای کشت با درصدهای متفاوت از ورمی‌کمپوست ×پوست برنج بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل گازانیا

Table 5- The interaction between planting substrates with different percentages of vermicompost ×rice on the qualitative and quantitative characteristics of Gazania flower

ورمی‌کمپوست Vermicompost	پوست برنج Rice Hull	تعداد گل Number of Flowers	میانگین گلدهی در روز Flowering Average/Day	قطر گل Flower Diameter (mm)	قطرساقه Stem Diameter (mm)	ارتفاع ساقه Plant Height (cm)
	صفر (zero)	35.00^{d}	2.50^{d}	45.29^{b}	1.92^{b}	13.10^{abc}
صفر	۷ (7)	71.00^{c}	5.07^{c}	52.61^{a}	1.92^{b}	12.53^{bc}
(zero)	۱۴ (14)	80.23^{bc}	5.73^{b}	54.00^{a}	2.16^{ab}	12.38^{c}
	صفر(zero)	78.23^{bc}	5.59^{bc}	49.81^{ab}	2.09^{ab}	14.74^{ab}
۵	۷ (7)	78.00^{bc}	5.57^{bc}	52.53^{a}	2.02^{ab}	12.88^{abc}
(5)	۱۴ (14)	87.00^{b}	6.21^{b}	54.14^{a}	2.20^{ab}	13.97^{abc}
	صفر (zero)	87.66^{b}	6.26^{b}	52.40^{a}	2.29^{a}	14.98^{a}
۱۰	۷ (7)	97.23^{a}	6.95^{a}	50.55^{ab}	2.05^{ab}	13.63^{abc}
(10)	۱۴ (14)	80.00^{bc}	5.71^{bc}	53.15^{a}	2.03^{ab}	14.96^{a}

ورمی‌کمپوست (Vermicompost)	پوست برنج (Rice hull)	عرض بوته Plant width (cm)	طول بوته Plant height (cm)	قطرطوقه Crown Diameter (mm)	تعدادگیاهچه The number of seedlings	حجم ریشه Root volume (mm)
	صفر (zero)	26.07^{cd}	28.88^{c}	30.22^{c}	8.66^{bcd}	22.66^{ab}
صفر	۷ (7)	24.77^{d}	28.7^{c}	29.91^{c}	7.66^{d}	18.00^{cde}
(zero)	۱۴ (14)	26.22^{bcd}	28.77^{c}	32.57^{b}	11.00^{a}	23.33^{a}
	صفر (zero)	27.88^{abc}	30.22^{bc}	27.95^{e}	7.33^{d}	17.00^{de}
۵	۷ (7)	26.88^{bc}	31.33^{ab}	29.03^{cd}	7.66^{d}	18.33^{cd}
(5)	۱۴ (14)	27.11^{abc}	28.88^{c}	26.71^{e}	10.32^{abc}	18.66^{cd}
	صفر (zero)	28.00^{abc}	31.66^{a}	29.24^{cd}	8.33^{cd}	15.33^{ef}
۱۰	۷ (7)	28.22^{ab}	30.77^{ab}	35.81^{a}	7.66^{d}	13.33^{f}
(10)	۱۴ (14)	29.11^{a}	32.00^{a}	32.09^{b}	10.66^{ab}	20.33^{bc}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) based on Duncan's multiple range test.

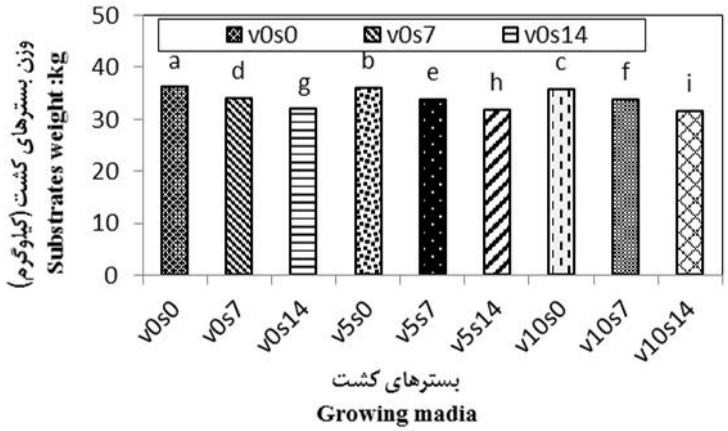
جدول ٦- تجزیه واریانس اثر بسترهای مختلف کشت بر کلروفیل برگ گیاه گازانیا در بام سبز

Table 6- ANOVA of different medium culture effects on Gazania flowers leaf chlorophyll in green roof

		میانگین مربعات Mean of Squares		
منبع تغییر Source of variations	درجه آزادی DF	کلروفیل a (mg/g fw Ch a)	کلروفیل b (mg/g fw Ch b)	کلروفیل کل (mg/g fw Ch t)
ورمی کمپوست (A) Vermicompost	2	0.04^{*}	0.01^{ns}	0.03^{ns}
پوست برنج (B) Rice Hull	2	0.01^{ns}	0.12^{*}	0.22^{*}
A×B	4	0.08^{**}	0.02^{ns}	0.05^{ns}
خطا Error	18	0.006	0.014	0.021

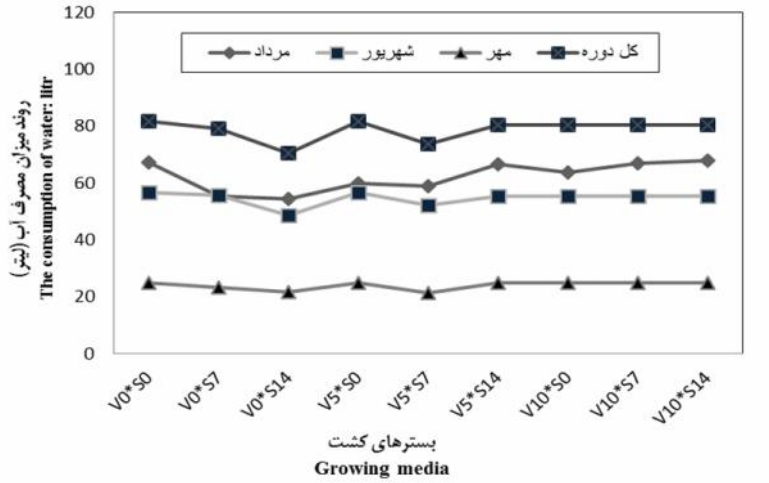
ns ،*و** : به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, *, **: non-significant and significant at p<0/05 and p<0/01 ,respectively



شکل ۲- وزن بسترهای کشت با نسبت‌های مختلف از درصدهای ورمی کمپوست و پوست برنج (حرف v مخفف نسبت‌های ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰٪) و s پوست برنج (صفر، ۷ و ۱٤٪) می‌باشد). حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Figure 2- The substrates weight with different ratios percentages of vermicompost and rice hull.
V: Vermicompost (0, 5 and 10%) and S: rice hull (0, 7 and 14%). Same letters are not significantly differentns (P<0.05) based on Duncan's multiple range test.



شکل ۳- روند میزان مصرف آب در ماه‌های مورد نظر با نسبت‌های مختلف از ورمی‌کمپوست و پوست برنج (حرف v مخفف نسبت‌های ورمی‌کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰٪) و s پوست برنج (صفر، ۷ و ۱٤٪) می‌باشد). حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Figure 3 - The amount of consumed water's process during the considered months, with different ratios of vermicompost and rice hull.
V: Vermicompost (0, 5 and 10%) and S: rice hull (0, 7 and 14%). Same letters are not significantly differentns (P<0.05) based on Duncan's multiple range test.

بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان اظهار داشت که کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست باعث افزایش تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، طول و عرض بوته، قطر طوقه و حجم ریشه در گیاه گازانیا می‌شود. این برتری را می‌توان ناشی از اثرات مطلوب ورمی‌کمپوست در بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی (مانند pH)، بیولوژیکی و ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت دانست. کاربرد کودهای زیستی در سیستم‌های کشاورزی پایدار، ضمن بهبود ساختار و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک موجب فراهمی مطلوب آب و عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف گردیده که این مسئله منجر به افزایش عملکرد گیاهان و در نتیجه باعث ماندگاری بیش‌تر گیاه بر بام‌های سبز می‌گردد. در این تحقیق تیمار ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد به همراه پوست برنج هفت درصد بیش‌ترین تاثیر را بر صفات مورد مطالعه داشته‌اند و ضمن کاهش مصرف آب، کاربرد بام سبز را مقرون به صرفه می‌سازد.

منابع

1. Ameri A., Tehranifar A., Davarynejad G.H., and Shoor M. 2012. Effect of substrate and cultivar on growth characteristic of strawberry in soilless culture system. African Journal of Biotechnology, 11(56): 11960-11966. (in Persian with English abstract)
2. Aminoroaya S., Naderi D., Golparvar A.R., and Gheisari M.M. 2013. Investigate of morphological variation in Marigold (*Calendula Officinalis* L.) at different substrates. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences, 3:3807-3810.
3. Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A., and Khanuja S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 36(13-14): 1737-1746.
4. Arnon A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants.Agronomy Journal, 23: 112-121.
5. Arshad M., and Chamani E. 2009. Effect of vermicompost on the vegetative and flowering petunia varieties *Dream Neon* Rose. P.4. The Sixth Congress of Horticultural Sciences. Gilan University.
6. Astaraei A.R. 2006. Effect of municipal solid waste compost and vermi compost on yield and yiled components of *Plantago ovata.* Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants, 3(33): 180-187. (in Persian with English abstract).
7. Atiyeh R., Edwards C.A., Subler S., and Metzeger J.D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology, 78: 11- 20.
8. Beyk khormizi A., Abrishamchi P., and Ganjeali A. 2014. Effect of Vermicompost on Germination and Seedling Growth of Tomato (*Lycopersicum esculentom* L.) Varieties, Mobil and Superorbina journal of horticultural science, 27(4): 383-393.
9. Bradley R.D. 2010. Green roofs as a means of pollution abatement. Environmental Pollution, 159(8-9): 2100-2110.
10. Bremness L. 1999. Herbs. eyewitness handbook. London. pp: 176.
11. Chamani E., Joyce D.C., and Reyhanytabar A. 2008. Vermicompost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida* '*Dream Neon* Rose: American-Eurasian Journal Agricultural And Envirronmental Sciences, 3(3): 506-512.
12. Darzi M.T., Ghalavand A., Rejali F., and Sefidkon F. 2006. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22 (4): 276-292.
13. Evans M.R., and Gachukia M. 2004. Fresh parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates. HortScience, 39: 232-235.
14. Fernandez-Cañero R., Emilsson T., Fernandez-Barba C., and Machuca M. Ã. H. 2013. Green roof systems: A study of public attitudes and preferences in southern Spain. Journal of Environmental Management. 128: 106-115.
15. 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 Persian with English abstract)
16. Gandomkar A., Kalbasy M., and Ghorbani A. 2003. Effect of compost leachate on yield and chemical composition of corn and the effects of leachate residual on soil characteristics. Pajouhesh & Sazandegi, 60: 2-8. (in Persian with English abstract)
17. Gao X., Zou C., Wang L., and Zhang F. 2005. Silicon improves water use efficiency in maize plants. Journal of Plant Nutrition, 27(8): 1457-1470
18. Gul A., 1999. Investigation on the Effect of media and bag volume on Cucumber. Cahier Option Mediterranean's, 31: 371-378.
19. Hamidpour M., Amjazi H., Taj Abadi A., and Hoseini H. 2012. Effect of phosphorus, vermicompost and natural zeolite on quantitative and qualitative characteristics of *zinnia elegans*. Journal of science and technology of greenhouse culture, 3(10): 79-87. (in Persian with English abstract).
20. Hamidpour M., Fathi S., and 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 Persian with English abstract).
21. Hekmati j. 2011. The seasonal flowers. Publication of Agriculture Iran, Tehran.
22. Hohjo M., Ganda M., Maruo T., Shinohara Y., and Ito T. 2001. Effect of NaCl application on growth. Yield and fruit quality in NFT- tomato plants. Acta Horticulturae, 548: 469-475.
23. Inden H., and Torres A. 2004. Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. Acta

Horticulturae, (ISHS), 644: 205-210.
24. Islam M.D.S., Khan S., Ito T., Maruo T., and Shinohara Y. 2002. Characterization of the physicochemical properties of environmentally friendly organic substrate in relation to rockwool. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77: 143-148.
25. Janati N., Azizi G., and Arian M. 2012. Effect of vermicompost and humic acid on some of qualitative and quantitative characteristics of Garden savory (*Satureia hortensis*). National conference on natural products and medicinal plants, 26-27 Sep. 2012. Bojnoord. Iran.
26. Kamenidou S., Cavins T.J., and Marek S. 2008. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. Horticultural Sciences, 43(1): 236–239.
27. Kamenidou S., Cavins T.J., and Marek S. 2009. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. Scientia Horticulturae, 119: 297-301.
28. Kamenidou S., Cavins T.J., and Marek S. 2010. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. Scientia Horticulturae, 123: 390-394.
29. Kheyrabi J., Tavakoli A., Entesari M., and Salamat A. 1996. Deficit irrigation guidelines. Journal of the working group water management plants and crops, Press the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage.
30. Khorramdel S., Amin-ghafoori A., Rezvani-moghaddam P., and Nassiri-Mahallati M. 2010. TheEffect of diffrent Irrigation levels with using Biological Fertilizers on Seed Yield, Chlorophyll and RWC of Sesame (*Sesamum indicum* L.), 1st National. Conference of Sustain. Agricultural. & Healthy Products: 83-87.
31. Khoshkhoy M. 2013. Floriculture principles and species. Shiraz University Press, Shiraz.
32. Kupfer C., and 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 Sciences, 168: 318-325.
33. Ma JF., and Takahashi E. 2002. Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan. Elsevier Science B. V., 1000 AE Amsterdam.
34. Mahbob Khomami A. 2011. Effect of Sawdust Vermicompost in Pot Media on Nutrition and Growth of Dieffenbachia (*Dieffenbachia amonea*) Plant**.** Seed and Plant Production Journal, 26(4): 435-444**.** (in Persian with English abstract)
35. Mahbob Khomami A. 2011. The Effects of Kind and Rate of Vermicompost in Pot Medium on the Growth of *Ficus bengamina*. Seed and Plant Production Journal, 26(2): 333-346. (in Persian with English abstract)
36. Mahdloei S. 2010. Feasibility study of vertical green space in greater Tehran (Case Study: Tehran region 5). Master in science thesis of environment design.
37. Mahmodi N., Iranbakhsh A., and motalebi A. 2012. Effects of arbuscular *mycorrhizal fungi* species coexist on the qualitative and quantitative properties of the herb sage. Thesis, Islamic Azad University of Garmsar.
38. Mehrafsar S. 2013. Green roofs and challenges in the process of implementing them.Payam-e- Sabz.109(12): 13-16. (in Persian)
39. Mirmosavi H., Panahi H., Akbari H., and Akbarzadeh Y. 2012. The calibration methods used to estimate potential crop reference evapotranspiration (ET0) and calculate crop water requirement (ETc) Olive in Kermanshah province. Journal of Geography and Sustainability, 3: 45- 64. (in Persian)
40. Padmavathiamma P.K., Li L.Y., and Kumari U.R. 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. Bioresource Technology, 99: 1672-1681.
41. Prakash N.B., Narayanaswamy C., and 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. Raja Sekar K., and Karmegan N. 2010. Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobiumleguminosarum*. Scientia Horticulturae, 124: 286-289.
43. Rasouli F., and Maftoun M. 2010. Residual effects of two organic matters with or without nitrogen on growth and chemical composition of wheat and some soil chemical properties. Journal of Water and Soil, 24(2): 262-273. (in Persian with English abstract)
44. Razavian M., and Ghafouri Pour A. 2010. Green roofs. Amayesh Geographical Journal, 10: 137-170. (in Persian)
45. Revenga, C. 2000. Will there be enough water? Available online at: www.genie.uohawa.ca/nfrentte/cvg4122/content.html.
46. Saeidnejad A.H., and Rezvani Moghadam P. 2010. Investigation the effect of compost, vermicompost, cow and sheep manures on yield, yield components and essence percentage of cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science, 24(2): 142- 148. (in Persian with English abstract)
47. Sailor D.J. 2008. A green roof model for building energy simulation programs. Energy and Buildings, 40: 1466-1478.
48. Sanches Govin E., Rodrigues Gonzales H., Carballo Guerra C., and Milanés Figueredo M. 2005. Influence of organic fertilizers and bio-fertilizers on the quality of medicinal species *Calendula officinalis* L. and *Matricaria*

recutita L. Cuban Journal of medicinal Plants, 10(1). pp: 1.
49. Sangwan P., Kaushik C.P., and Garg V.K. 2008. Feasibility of utilization of horse dung spiked filter cake in vermicomposters using exotic earthworm Eisenia foetida. Bioresource Technology, 99: 2442-2448.
50. Shafagh Kolvanagh J., Zehtab Salmasi S., Javanshir A., Moghaddam M.and Dabbagh Mohammadinasab A. 2010. Influence of nitrogen and weed interference on grain yield, yield components and leaf chlorophyll value of Soybean. Journnal of Sustainable Agricultue and Production Science, 19(1): 1-20. (in Persian)
51. Shahbazi M., Chamani E., Shahbazi M., and Mostafavi M. 2012. Investigation of media (Vermicompost, Peat and Coco- Peat) on growth and flowering of Carnation flower. Journnal of Sustainable Agricultue and Production Science, 22(3): 127-136 .(in Persian with English abstract)
52. Yoo S.H., Choi J.Y., and Jang M.W. 2008. Estimation of design water requirement using FAO Penman-Monteith and optimal probability distribution function in South Korea. Agricultural. Water Management, 95: 845-853.