

## تأثیر مقادیر مختلف ابر جاذب و ورمی کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی گازانیا (*Gazania hybrida*) در شرایط بام سبز

بنفشه فتحی<sup>۱</sup>، سعید ریزی<sup>۲\*</sup>، وحید روحی<sup>۲</sup> و مهدی قبادی‌نیا<sup>۲</sup>

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۰)

### چکیده

با توجه به شرایط اقلیمی کشور ایران و مشکل کم‌آبی و کمبود سرانه فضای سبز، بهره‌گیری از شیوه‌های مناسب به منظور کاهش مصرف آب در بام‌های سبز ضرورت دارد. به این منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ بر بام بخش تأسیسات گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه شهرکرد با استفاده از گیاه گازانیا به اجرا درآمد. عامل اول شامل ورمی کمپوست (حجم/حجم) در سه سطح ۰، ۴درصد و ۸درصد و عامل دوم در چهار سطح ابرجاذب (هیدروژل) شامل ۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم بر مترمکعب طراحی شد. آبیاری بر پایه نیاز آبی بستر شاهد در نظر گرفته شد. پس از گذشت چهار ماه از کاشت نشاها، اندازه‌گیری قطر گل و شمارش شمار گل‌ها آغاز شد. شاخص‌های دیگری مانند میزان آب مصرفی، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و وزن تر و خشک ریشه اندازه‌گیری شدند و نتایج نشان داد، تیمارهای دارای ورمی کمپوست و هیدروژل افزون بر مصرف کمتر آب، موجب بهبود برخی ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه مانند وزن تر اندام‌های هوایی، قطر گل و شمار گل شده است.

واژه‌های کلیدی: میزان آب مصرفی، وزن تر و خشک، هیدروژل.

## Effect of different levels of superabsorbent and vermicompost on qualitative and quantitative traits of gazania (*Gazania hybrida*) in green roof condition

Banafsheh Fathi<sup>1</sup>, Saeed Reezi<sup>2\*</sup>, Vahid Rouhi<sup>2</sup> and Mehdi Ghobadinia<sup>2</sup>

1, 2. M. Sc. Student and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran

(Received: May 24, 2016 - Accepted: Jan. 29, 2017)

### ABSTRACT

Regarding to Iran's climate and water shortage problems and also low green space capitation, it is essential to use different methods to decrease water consumption in green roofs. Therefore, a factorial experiment in a completely randomized design with three replications was conducted in 2013 in research greenhouse complex roof of Shahrekord University using *Gazania hybrida*. The first factor consisted of vermicompost at three levels (0%, 4%, and 8%) and the second factor was conducted at four levels of superabsorbent (hydrogel) consisted of 0, 250, 500 and 1000 g/m<sup>3</sup>. Irrigation was considered based on water usage of control substrate. Four months after transplanting, measuring the flower diameter and the number of flowers were initiated. Also, other indices such as water use, dry and fresh weights of shoots and roots were measured and the results showed that vermicompost and hydrogel treatments not only resulted in less water consumption, but also improved plant vegetative and generative traits such as shoot fresh weight, flower number and diameter.

**Keywords:** Fresh and dry weight, hydrogel, water use.

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

### مقدمه

کمپوست کود گاوی و ورمی کمپوست، پربالیت و پیت، به‌عنوان بستر کشت گل جعفری بررسی شد. نتایج نشان داد، بیشترین قطر ساقه، اندازه گل، وزن تر و خشک ساقه در ترکیب ۶۰ درصد ورمی کمپوست، ۳۰ درصد شن و ۱۰ درصد خاک به‌دست آمده و استفاده از ورمی کمپوست غلظت عنصرهای غذایی نیتروژن، پتاسیم و کلسیم را در گیاه نسبت به پیت و پربالیت، افزایش بیشتری می‌دهد (Shadanpour *et al.*, 2011). برخلاف مناطق کاشته‌شده در سطح زمین، گیاهان کاشته شده روی بام به آب‌های زیرزمینی دسترسی ندارند و بدون آبیاری نمی‌توانند دوام داشته باشند (Tabrizi, 2013). با توجه به شرایط اقلیمی کشور ما (بیش از دوسوم از مساحت کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد) و این نکته که بخش عمده مصرف آب، یعنی بیش از ۹۴ درصد درزمینه کشاورزی و فضای سبز است، برای اینکه بتوان در آینده با چالش کم‌آبی مبارزه کرد آب مورد نیاز این بخش باید با بازده بالا مصرف شود (Revenga, 2000). یکی از راهکارهای استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن استفاده از هیدروژل‌های ابرجاذب است (Kianian & Cheshmberah, 2012). بسپار (پلیمر)های آبدوست (هیدروفیلیک) یا هیدروژل‌ها بر مبنای سیلیکات ( $\text{SiO}_2$ ) هستند. هیدروژل‌ها به‌عنوان بسپارهای ابرجاذب (دارای توان جذب بالا) توصیف می‌شوند. هیدروژل‌های به‌کاررفته در کشاورزی از نوع پلی‌اکریل‌امید هستند (Farrell *et al.*, 2013). این هیدروژل‌ها بسپارهایی به‌شدت آبدوست‌اند که ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب، همانند آبنبارهای مینیاتوری عمل کرده و در هنگام نیاز ریشه، به‌آسانی آب و عنصرهای غذایی محلول در آب را در اختیار ریشه قرار می‌دهند (Kianian & Cheshmberah, 2012). هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان اجرای بام سبز در شرایط جوی شهرستان شهرکرد و همچنین تأثیر ورمی کمپوست و هیدروژل بر ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه گازانیا در شرایط پشت‌بام بود.

بام سبز بامی است که میزان یا همه آن با پوشش گیاهی و خاک، یا با بستر کشت پوشانده می‌شود (Razavian *et al.*, 2010). تحقیقات اخیر نشان داده است، اجرای بام‌های سبز در مناطق شهری می‌تواند تأثیر جزیره گرمایی شهری، آلودگی صوتی و رواناب را کاهش دهد و کیفیت آب‌وهوا را بهبود بخشد و همچنین به سود حفاظت از تنوع زیستی باشد (Savi, 2014). مقاومت در برابر خشکی یک عامل اصلی در انتخاب گیاه است (Bakhshi & Khorsandi Nikou, 2011). گازانیا از تیره کلپرک‌سانان<sup>۱</sup> گیاهی با نیازهای نگهداری پایین است و به میزان متوسط آب نیاز دارد (Sanei Shariatpanahi & Babazade Darjazay, 2009). بستر کاشت بام سبز باید با عنصرهای اصلی پروژه بام سبز همخوانی داشته باشد. به‌منظور جلوگیری از ایجاد بار اضافی روی ساختمان بام، بستر کاشت باید سبک‌وزن بوده و درعین حال یک تکیه‌گاه محکم برای استقرار ریشه گیاه فراهم آورد. بیشترین ظرفیت تحمل بار یک سقف، توسط مهندس عمران و ناظر فنی مربوط تعیین می‌شود و نباید از آن حد تجاوز کند (Tabrizi, 2013). جرم مخصوص ظاهری ۰/۶۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب (Friedrich, 2005) یا ۰/۹۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب توصیه می‌شود. به‌طورمعمول بسترهای بام سبز ۸۰ درصد تا ۱۰۰ درصد مواد کانی و تا ۲۰ درصد مواد آلی دارند (Beatie & Berghage, 2004). ورمی کمپوست یک کود زیستی (بیولوژیک) و شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال است که سبب تجزیه خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت می‌شود. به‌منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست بر گیاه شمعدانی پژوهشی انجام شد که بنا بر نتایج، کاربرد ۵۰ درصد ورمی کمپوست باعث بهبود شاخص‌های رشدی و گلدهی شمعدانی شد (Borji *et al.*, 2014). همچنین در آزمایش دیگری که به‌منظور بررسی تأثیر کود ورمی کمپوست گاوی به‌عنوان محیط کشت روی رشد گل جعفری انجام شد نسبت‌های مختلف خاک، شن،

$$d = (\theta_{FC} - \theta_{pwp}) \times D \times MAD \quad (1)$$

$$V = d \times A \times 1000 \quad (2)$$

که در رابطه‌های بالا:

$\theta_{FC}$ ، رطوبت حجمی ظرفیت زراعی مزرعه،  $\theta_{pwp}$ ، رطوبت حجمی نقطه پژمردگی دائم، MAD ضریب تخلیه مجاز، d، عمق آب مورد نیاز برحسب متر، D، عمق مؤثر ریشه گیاه مورد نظر برحسب متر، A، سطح بستر کشت برحسب مترمربع و V، حجم آبیاری برحسب لیتر هستند. با توجه به اینکه بستر کشت درصد شایان توجهی مواد آلی داشت، استفاده از دستگاه‌های رطوبت‌سنج موجود برای اندازه‌گیری با خطای زیادی همراه بود. لذا برای تعیین زمان آبیاری از داده‌های تشت تبخیر کلاس A ایستگاه هواشناسی شهرکرد استفاده شد. روش استفاده به این صورت بود که میزان تبخیر از تشت تبخیر به صورت روزانه دریافت و به پتانسیل تبخیر-تعرق تبدیل می‌شد. هنگامی که مجموع پتانسیل تبخیر-تعرق برابر با عمق آب آبیاری محاسبه شده از رابطه (۱) می‌شد، آبیاری گلدان‌ها انجام می‌شد به گونه‌ای که میزانی از آب آبیاری به صورت زهاب از گلدان‌ها خارج شود. در پایان آزمایش تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد، تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست، در سطح احتمال ۰/۰۱ بر وزن تر اندام‌های هوایی معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد، تأثیر ورمی‌کمپوست بر وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن تر ریشه، شمار گل و میزان آب مصرفی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار شد. در مورد سطوح مختلف هیدروژل، نتایج تجزیه واریانس نشان داد، هیدروژل تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ بر وزن تر اندام‌های هوایی و میزان آب مصرفی دارد همچنین تأثیر هیدروژل بر قطر گل در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار شد. اثر متقابل ورمی‌کمپوست و هیدروژل، بر وزن تر اندام‌های هوایی و شمار گل در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود اما در مورد دیگر صفات بدون اختلاف معنی‌دار بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۹۴-۱۳۹۳ بر بام بخش تأسیسات گلخانه‌های پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار به منظور بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه گازانیا<sup>۱</sup> و میزان مصرف آب انجام شد. عامل اول شامل ورمی‌کمپوست (حجم/حجم) ۰، ۴ و ۸ درصد (بسترها یکنواخت هستند و تنها درصد حجمی از ورمی‌کمپوست به آن‌ها اضافه شد) و عامل دوم، چهار سطح هیدروژل (آکوازورب ۳۰۰۵)، شامل بدون هیدروژل، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم بر مترمکعب بستر بود. در آغاز نشاهای گازانیا (پنج عدد در هر واحد آزمایشی) در هفته اول تیرماه در بستر کشت (حجم/حجم) شامل ۱۵ درصد کوکوپیت، ۱۰ درصد کود دامی، ۱۰ درصد پرلیت، ۲۰ درصد خاک برگ، ۴۰ درصد خاک زراعی و ۵ درصد پیت‌ماس با نسبت‌های مختلف هیدروژل (۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ گرم بر مترمکعب) و ورمی‌کمپوست (حجم/حجم) ۰، ۴ و ۸ درصد در ظرف‌هایی با ابعاد ۶۰×۶۰×۶۰ و عمق ۱۵ سانتی‌متر کشت شدند. پس از گذشت چهار ماه از کشت نشاها، صفاتی مانند قطر و شمار گل (در همه گیاهان)، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و وزن تر و خشک ریشه (از هر واحد آزمایشی دو گیاه) و میزان آب مصرفی بررسی شد. حجم هر ظرف کشت ۰/۰۵۴ مترمکعب و وزن محیط کشت در حالت خشک ۳۶ کیلوگرم و پس از آبیاری و در حالت ظرفیت زراعی ۴۵ کیلوگرم بود. برای آنکه گیاه در شرایط تنش قرار نگیرد، آبیاری بر پایه تخلیه رطوبت ۵۰ درصد بستر شاهد انجام شد، یعنی هنگامی آبیاری انجام شد که ۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس، تخلیه می‌شد. آبیاری همه بسترها به یک‌میزان و بر پایه عمق آب مورد نیاز شاهد انجام شد و میزان زهاب هر بستر نیز اندازه‌گیری شد. نقاط  $\theta_{FC}$  و  $\theta_{pwp}$  بستر شاهد از آزمون خاک با استفاده از دستگاه صفحه‌های فشاری به دست آمد و عمق و حجم آب مورد نیاز برای هر آبیاری از رابطه‌های زیر محاسبه شد:

1. *Gazania hybrida*

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست و هیدروژل بر صفات مورد ارزیابی گیاه گازانیا  
Table 1. Variance analysis of the effect of vermicompost and hydrogel on some characteristics of *Gazania*

Source of variations	Mean square							
	DF	Shoot FW	Shoot DW	Root FW	Root DW	Flower diameter	Flower number	Water use
V	2	8871.69*	329.58	74.46*	0.81ns	13.44ns	342.37	19.26
H	3	3253.89**	23.68ns	52.78ns	10.05ns	28.43*	110.52ns	30.79**
V×H	6	981.25*	11.51ns	13.02ns	3.25ns	11.42ns	157.89*	10.97ns
E		243.63	16.25	21.35	4.69	5.67	48.01	5.21
CV (%)		7.91	13.02	29.52	59.09	5.11	17.14	2.49

ns, \*\*, \* به ترتیب از راست به چپ، معنی دار در سطح احتمال 0.05 و 0.01 و غیر معنی دار.

\*, \*\* and ns: significant at 0.05 & 0.01 probability level and not significant, respectively.

بیشترین میزان وزن تر ریشه (۵/۶۶ گرم) را داشت. همان‌طور که گفته شد، تأثیر ورمی کمپوست و هیدروژل بر وزن خشک ریشه معنی دار نبود، با این وجود بیشترین وزن خشک ریشه (۴/۶۶ گرم) مربوط به هیدروژل ۱۰۰۰ گرم بر مترمکعب بود. در مورد هیدروژل، بنا بر نتایج مندرج در جدول ۲، کمترین قطر گل مربوط به تیمار بدون هیدروژل (۴۴/۹ میلی‌متر) بود. با افزایش ورمی کمپوست، شمار گل نسبت به تیمار بدون ورمی کمپوست افزایش پیدا کرد با این وجود شمار گل در سطح ورمی کمپوست ۴ درصد بیشتر از شمار گل تیمار ورمی کمپوست ۸ درصد بود (جدول ۲). بیشترین میزان آب مصرفی مربوط به شاهد و کمترین میزان آب مصرفی مربوط به تیمار دارای ۸ درصد ورمی کمپوست بود. همچنین در مورد هیدروژل نیز، کمترین آب مصرفی مربوط به هیدروژل ۱۰۰۰ گرم بر مترمکعب بود (جدول ۲).

نتایج آزمایش نشان داد، ورمی کمپوست، هیدروژل و ترکیب هر دو آن‌ها تأثیر معنی داری بر ویژگی‌های رشد گیاه گازانیا داشت به طوری که با کاربرد آن‌ها در بیشتر صفات مورد ارزیابی، ویژگی‌های رشدی افزایش پیدا کرد.

افزودن ورمی کمپوست به خاک نه تنها تدارک عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام‌های هوایی و تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده است. در واقع ورمی کمپوست به دلیل داشتن عنصرهای غذایی کافی می‌تواند سبب افزایش میزان ماده خشک شود (Bahamir, 2014). تأثیر محرک زیستی روی وزن خشک گیاه می‌تواند به علت افزایش جذب نیتروژن باشد (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007).

با توجه به جدول ۲، با افزایش میزان ورمی کمپوست، وزن تر اندام‌های هوایی افزایش یافت به طوری که کمترین وزن تر اندام‌های هوایی مربوط به تیمار بدون ورمی کمپوست (۱۶۶/۸۷ گرم) و بیشترین وزن تر اندام‌های هوایی مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۸ درصد (۲۱۹/۲۹ گرم) بود. با افزایش سطح هیدروژل، میزان وزن تر اندام‌های هوایی نیز افزایش یافت به طوری که کمترین و بیشترین میزان به ترتیب مربوط به تیمار بدون هیدروژل (۱۸۲/۸۸ گرم) و تیمار هیدروژل ۱۰۰۰ گرم بر مترمکعب (۲۲۱/۵ گرم) بود. افزایش سطوح مختلف ورمی کمپوست و هیدروژل باعث افزایش وزن تر اندام‌های هوایی نسبت به شاهد شد به طوری که بیشترین وزن تر اندام‌های هوایی مربوط به تیمار ۸ درصد ورمی کمپوست همراه با هیدروژل ۱۰۰۰ گرم بر مترمکعب (۲۵۰ گرم) بود (جدول ۳). همچنین ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به تیمار بدون ورمی کمپوست شد (جدول ۲). در مورد هیدروژل بنا بر نتایج جدول ۲، بیشترین میزان وزن خشک اندام‌های هوایی (۳۳/۳۸ گرم) در تیمار ۱۰۰۰ گرم هیدروژل بر مترمکعب مشاهده شد که البته اختلاف معنی داری با دیگر سطوح هیدروژل نداشت. در مورد اثر متقابل ورمی کمپوست و هیدروژل، شاهد کمترین وزن خشک اندام‌های هوایی (۲۵/۴ گرم) را داشت. در مورد تأثیر ورمی کمپوست بر وزن تر ریشه، کمترین میزان وزن تر ریشه مربوط به ورمی کمپوست ۸ درصد (۱۳/۸۷ گرم) و بیشترین میزان وزن تر ریشه مربوط به تیمار ۴ درصد ورمی کمپوست (۱۸/۵ گرم) بود (جدول ۲). با افزایش سطح هیدروژل، میزان وزن تر ریشه نیز افزایش یافت به طوری که بیشترین وزن تر ریشه (۱۹ گرم) مربوط به هیدروژل ۵۰۰ گرم بر مترمکعب بود. تیمار ورمی کمپوست ۴ درصد به همراه هیدروژل ۲۵۰ گرم بر مترمکعب،

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر اصلی مقادیر مختلف ورمی کمپوست و هیدروژل بر صفات مورد ارزیابی گل گازانیا

Treatment	Shoot FW (g)	Shoot DW (g)	Root FW (g)	Root DW (g)	Flower diameter (mm)	Flower number	Water use (ml)
Vermicompost (%)	0	166.87c	25.4c	14.58b	3.58a	45.55a	34.66b
	4	205.62b	31.62b	18.5a	3.95a	46.32a	45.22a
	8	219.29a	35.82a	13.87b	3.45a	47.64a	41.33a
Hydrogel (g.m-3)	0	175.33c	30.25a	13.5b	3.44a	44.9b	39ab
	250	193.5b	30.03a	14.33ab	4.27a	48.4a	37.61b
	500	198.72b	30.12a	19a	2.27a	45.08b	39.5ab
	1000	221.5a	33.38a	15.77ab	4.66a	47.64a	45.52a

میانگین‌ها با حرف‌های مشترک، تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر پایه آزمون دانکن ندارند.

Means with common letters have no significant difference statistically at 0.05 probability level by Duncan test.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر مختلف ورمی کمپوست و هیدروژل بر صفات مورد ارزیابی گل گازانیا

Treatment		Traits						
Water use (ml)	Treatment	Shoot FW (g)	Shoot DW (g)	Root FW (g)	Root DW (g)	Flower diameter (mm)	Flower number	Water use (ml)
0	0	151.5e	26.22cd	13abc	3.83ab	42.18d	42018d	98.58a
	250	180de	26.46cd	14abc	4.16ab	48.45ab	48.45ab	91.75b
	500	155.5e	23.63d	16.33abc	2.16ab	44.39bcd	44.39bcd	90.77b
	1000	180.5de	25.31d	15abc	4.16ab	47.19abc	47.19abc	91.23b
4	0	175.5de	30.13bcd	18abc	2.5ab	42.17cd	42.17cd	91.9b
	250	212bc	29.9bcd	18abc	5.66a	48.27ab	48.27ab	92.46b
	500	201cd	30.37bcd	20.66a	3.16ab	45.21abcd	45.21abcd	89.53b
	1000	234ab	36.08ab	17.33abc	4.5ab	48.21ab	48.21ab	89.84b
8	0	199.9cd	34.41ab	9.5c	4ab	49.36a	49.36a	91.54b
	250	188.5cd	33.75abc	11bc	3ab	48.06ab	48.06ab	92.25b
	500	239.6a	36.08ab	20ab	5.1ab	45.65abcd	45.65abcd	90.43b
	1000	250a	38.74a	15abc	5.33ab	47.52abc	47.52abc	89.16b

میانگین‌ها با حرف‌های مشترک، تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر پایه آزمون دانکن ندارند.

Means with common letters have no significant difference statistically at 0.05 probability level by Duncan test.

نگهداری آب در خاک را بالا می‌برد (Saha *et al.*, 2008). محققان در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند که ورمی کمپوست باعث افزایش ظرفیت نگهداشت آب خاک، رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی، میزان آب قابل دسترس و نقطه پژمردگی دائم شد (Ahmad Abadi *et al.*, 2012).

سودمندی‌های ناشی از افزودن بسپارهای آبدوست به خاک یا محیط کشت مصنوعی شامل افزایش ظرفیت حفظ آب، افزایش شمار و اندازه ریزه‌های خاک، افزایش ذخیره غذایی خاک و کاهش فشردگی خاک است (Orzolek, 1993). کاهش و افزایش رطوبت خاک هر دو از عامل‌های محدودکننده رشد ریشه هستند. کمبود آب نه تنها بازدارنده بزرگ شدن رشد ریشه شده بلکه باعث چوب‌پنبه‌ای شدن و کاهش توانایی آن در جذب مواد نیز می‌شود (Alizadeh, 2009). در پژوهشی از پلی اکریل آمید در بستر کاشت کاهو استفاده شد که نتایج نشان داد، آب ذخیره‌شده

ورمی کمپوست افزون بر اینکه به خاطر داشتن محتوای غذایی خوب به جوانه‌زنی و رشد گیاهان کمک می‌کند، فعالیت میکروبی را تحریک می‌کند که می‌تواند به جوانه‌زنی، ظهور گل‌ها و محصول بیشتر کمک کند که این تأثیر مستقل از دسترسی عنصرهای غذایی برای گیاهان است (Atiyeh *et al.*, 2002). در نتایج آزمایشی گزارش شد، ورمی کمپوست تأثیر مثبتی روی رشد حسن یوسف و بگونیا داشت به‌ویژه موجب تحریک طویل شدن میانگره شد (Tomati *et al.*, 1995). در این پژوهش با افزایش میزان ورمی کمپوست و هیدروژل شاخص‌های زایشی افزایش یافت که با نتایج بالا همخوانی دارد که این نتیجه می‌تواند به علت افزایش جذب عنصرهای غذایی باشد (Behbahani *et al.*, 2005). ورمی کمپوست به‌وسیله بهبود فعالیت‌های زیستی در خاک و جذب عنصرهای کانی تأثیر مثبت روی بازده گل دارد (Roy *et al.*, 2010). پژوهشگران بر این باورند، ورمی کمپوست افزون برداشتن محتوای غذایی، ظرفیت

به احتمال علت این تأثیر مثبت، مربوط به بهبود ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک و همچنین افزایش نگهداری آب و دسترسی به عنصرهای غذایی است و ابر جاذب می‌تواند نقش یک مخزن ذخیره را برای بسترهای کم‌عمق بام سبز اجرا کند و آب را متناسب با مصرف گیاه در اختیار ریشه آن قرار دهد. با وجود اینکه در زمینه کاربرد ابر جاذب‌ها در کشاورزی در جهان تحقیقات زیادی انجام شده است اما نتایج آن‌ها به دلیل تفاوت در شرایط اقلیمی، خاک و گونه‌های گیاهی قابل تعمیم بر شرایط ایران نیست و انجام تحقیقات میدانی در کشورمان ضرورت دارد. همچنین اگرچه ابر جاذب‌ها نقش تغذیه‌ای برای گیاه ندارند، اما به نظر می‌رسد که عنصرهای غذایی با وزن مولکولی کم محلول در آب می‌توانند جذب ابر جاذب شوند و با آزاد شدن تدریجی آب، جذب ریشه گیاه گردند (El-Hady & Wanas, 2006; Ouchi *et al.*, 1990). لذا این ویژگی مؤید بیشتر استفاده از این مواد در کشاورزی است. به‌طور کلی با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، می‌توان عنوان کرد که تحت تأثیر ورمی کمپوست ۴ درصد و ۸ درصد روی مقادیر شاخص‌های اندازه‌گیری شده نزدیک به هم هستند که این امر در مورد هیدروژل ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم بر مترمکعب هم صدق می‌کند. در مجموع با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، می‌توان کاربرد ورمی کمپوست ۴ درصد به همراه هیدروژل ۵۰۰ گرم بر مترمکعب را برای گیاه گازانیا پیشنهاد کرد.

در هیدروژل به‌صورت یک بافر در برابر تنش خشکی عمل کرده و می‌تواند خطر از بین رفتن محصول در زمان استقرار را کاهش دهد (Johnson & Leah, 1990). به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از بسپار ابر جاذب به علت نگهداری و فراهمی رطوبت در ناحیه رشد ریشه، باعث ایجاد یک محیط بسیار مناسب برای رشد گیاه می‌شود و گیاه در این شرایط آب و املاح را آسان‌تر جذب می‌کند. این ترکیب‌ها با افزایش هوا در خاک باعث کارایی بهتر بعضی از انواع کود شیمیایی و نیز فعالیت بهتر ریزجانداران (میکروارگانیسم‌های) خاک می‌شوند (Zangooie Nasab *et al.*, 2013). پژوهشگران بر این باورند، کاربرد هیدروژل‌های ابر جاذب ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های مختلف و آزادسازی آن برای گیاهان بهبود می‌دهد (Soler-Rovira *et al.*, 2006).

#### نتیجه‌گیری

ایجاد یک محیط کشت مناسب و به‌کار بردن مواد افزودنی که به تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش نگهداشت آب کمک کنند منجر به موفقیت بیشتری در احداث بام سبز خواهد شد. در رابطه با مواد افزودنی، در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که ورمی کمپوست به‌عنوان یک ماده افزودنی به بستر اصلی کشت، می‌تواند بخشی از نیاز به عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را برای گیاه تأمین کند و همین امر منجر به تقویت رشد گیاه گازانیا می‌شود.

#### REFERENCES

1. Ahmad Abadi, Z., Ghajar-Sepanlou, M. & Rahimi-Alashti, S. (2012). Effect of vermicompost on physical and chemical properties of soil. *Journal of Water and Soil Science*, 15(58), 125-137.
2. Alizadeh A. (2009). *Soil and plant water relations*. Imam Reza University Publications. 483 pp. (in Farsi)
3. Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q. & Metzger, J. D. (2002). The influence of humic acids derived from earthworms-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84, 7-14.
4. Bahamir, S. (2014). *Effect of different levels of vermicomposting and ferrous feeding on vegetative and reproductive traits of strawberry from Gaviota Species*. MSc. Thesis on Architectural Science, Shahrekord University, Iran. (in Farsi)
5. Bakhshi, R. & Khorsandi-Nikou, M. (2011). Providing some strategies for developing green roof in Iran based on sustainable development goals approach. *6<sup>th</sup> ultra-regional conference on new developments in science and engineering*. May 14. Ayandegan Institute of Higher Education, Tonekabun, Iran. (in Farsi)
6. Beatie, D. J. & Berghage, R. (2004). Green roof media characteristics: The basics. In: *Proceedings of 2<sup>nd</sup> North American Green Roof Construction. Greening rooftops for sustainable communities*. Portland. Cardinal Group, Toronto, pp. 411-416.

7. Behbahani, M. R., Asadzadeh, A. & Jebelli, S. J. (2005). Assessing the effect of superabsorbent hydrogels and deficit irrigation treatments on maintenance of nutrients in hydroponic media. In: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> training course and professional conference on superabsorbent hydrogels applications. Iran Polymer and Petrochemical Institute. Tehran, Iran, pp34-51. (in Farsi)
8. Borji, Sh., Khodadadi, M. & Mobasser, H. R. (2014). Effect of different levels of vermicompost on growth characteristics and flowering geranium. *Journal of Novel Applied Science*, 3(30), 307-309.
9. El-Hady, O. A. & Wanas, S. A. (2006). Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acryl amide hydro gels. *Journal of Applied Science Research*, 2(12), 1293-1297.
10. Farrell, C., Ang, X. Q. & Rayner, J. P. (2013). Water- retention additives increase plant available water in green roof substrates. *Ecological Engineering*, 52, 112-118.
11. Friedrich, C. R. (2005). Principles for selecting the proper component for a green roof growing media. In: Proceedings of 3<sup>rd</sup> North Amer. Green Roof Conf.: Greening rooftops for sustainable communities. Washington D.C., Cardinal Group, Toronto, p. 262-273.
12. Johnson, M. S. & Leah, R. L. (1990). Effects of superabsorbent polyacrylamids on efficiency of water use by crop seedling. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 52, 431-434.
13. Kianian, M. K. & Cheshmberah, F. (2012). Investigation of superabsorbent role at rainwater absorption in arid and semi lands soils with the aim of sustainable development. In: Proceedings of the 1<sup>st</sup> National Conference on Policies toward Sustainable Development, Tehran. (in Farsi)
14. Mahfouz, S. A. & Sharaf-Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral V.S. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21(4), 361-366.
15. Orzolek, M. D. (1993). Use of hydrophilic polymers in horticulture. *HortTechnology*, 3(1), 41-44.
16. Razavian, M. T., Ghafuripur, A. & Razavian, M. (2010). Green Roofs. *Geographical Journal of Environmental Logistics*, 10, 137-160. (in Farsi)
17. Ouchi, S., Nishikawa, A. & Kamada, E. (1990). Soil improving effect of a super-water absorbent polymer (part2) evaporation, leaching of salts and growth of vegetables. *Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition*, 61(6), 606-613.
18. Revenga, C. (2000). Will there be enough water? In: Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems, October, University of Michigan, USA, pp. 1-6.
19. Roy Aunachalam, K., Kumar, D. B. & Arunachalam, A. (2010). Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. *Applied Soil Ecology*, 45, 78-84.
20. Saha, S., Mina, B. L., Gopinath, K. L., Kundu, S. & Gupta, H. S. (2008). Relative changes in phosphatase activities as influenced by source and application rate of organic compost in field crops. *Bioresource Technology*, 99(6), 1750-1757.
21. Sanei-shariatpanahi, M. & Babazade Darjazy, B. (2009). *Breeding, maintenance and propagation of outdoor plants*. Sepehr Publications. (in Farsi)
22. Savi, T., Marin, M., Boldrin, D., Incerti, G., Andri, S. & Nardini, A. (2014). Green roofs for a drier world: Effect of hydrogel amendment on substrate and plant water status. *Science of the Total Environment*, 490, 467-476.
23. Shadanpour, F., Mohammadi Torkashvand, A. & Hashemi-Majd, K. (2011). The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold. *Annals of Biological Research*, 2(6), 109-115.
24. Soler-Rovira, J., Usano-Martinez, M.C., Fuentez-Priet, I., Arroyo-Sanz, J. M. & Gonzalez-Torres, F. (2006). Retention and availability of different soils amended with superabsorbent hydrogels. In: Proceedings of the International Symposium SOPHYWA (Soil Physics and Rural Water Management), 28-29 Sep., Vienna, Austria, pp 7-10.
25. Tabrizi, F. (2013). Green Roofs. 2013. *Series of Journals of Isfahan Parks Organization*, 42, 34-36. (in Farsi)
26. Tomati, U., Grappelli, A. & Galli, E. (1995). The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. *Biology Fertility Soils*, 5, 288-294.
27. Zangoie Nasab, Sh., Emami, H., Astaraie, A. & Yari, A. (2013). Effects of stockosorb hydrogel and irrigation intervals on some soil physical properties and growth of haloxylon seedling. *Soil Management and Sustainable Production*, 3(1), 167. (in Farsi)