دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و چهارم، ۱۳۹۷

# اثر باکتری های ریزوبیوم و ازتوباکتر به عنوان کود زیستی بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل جعفری آفریقایی (*Tagetes erecta* L.)

سحرناز حیدری[۱]، محمد سعید تدین[۲]، غلامرضا معاف پوریان[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۳

**چکیده**

به منظور ارزیابی اثر باکتری های ازتوباکتر و ریزوبیوم به عنوان کود زیستی بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل جعفری آفریقایی رقم دیسکاوری، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی ارسنجان در سال ۱۳۹٤اجرا گردید. فاکتور اول شامل ازتوباکتر در ۳ سطح ۰، ۲۵ و ۵۰ گرم در کیلوگرم خاک و فاکتور دوم شامل ریزوبیوم در ۳ سطح ۰، ۲۰ و ٤۰ میلی‌لیتر در کیلوگرم خاک بود. نتایج نشان داد که کاربرد فرآورده های ازتوباکتر و ریزوبیوم به عنوان کود زیستی باعث بهبود رشد رویشی و زایشی گل جعفری شد. بیشترین ارتفاع بوته (۳۱ سانتی متر)، سریع ترین زمان آغاز به گلدهی (۳۱ روز پس از کاشت) و تعداد جوانه گل (۱٦ عدد در بوته) با کاربرد ۵۰ گرم در کیلوگرم کود ازتوباکتر و بدون کاربرد کود ریزوبیوم به دست آمد. بیشترین محتوای رنگدانه‌های کلروفیلa و شاخص درخشندگی رنگ با کاربرد ۵۰ گرم در کیلوگرم خاک و ٤۰ میلی‌لیتر کود ریزوبیوم به دست آمد. لیکن، بیشترین مقدار شاخص خلوص رنگ در تیمار شاهد یعنی بدون کود زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم مشاهده شد. به‌طور کلی، می توان نتیجه گرفت که برای بهبود خواص کمی و کیفی گل جعفری آفریقایی، کاربرد ۲۰ میلی لیتر در کیلوگرم کود زیستی ریزوبیوم و ۵۰ گرم در کیلوگرم کود زیستی ازتوباکتر، قابل توصیه است.

**واژه‌های کلیدی**: شاخص رنگ، گیاه زینتی، محتوای کلروفیلa.

**حیدری، س.، م.س. تدین و غ. معافپوریان. ۱۳۹۷. اثر باکتری های ریزوبیوم و ازتوباکتر به عنوان کود زیستی بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل جعفری آفریقایی (*Tagetes erecta* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳٤: ۲٤۵-۲۳۸.**

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان،ایران- مسئول مکابات. پست الکترونیک: hooria.jahani@gmail.com

۲- عضو هیئت علمی و استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران

**مقدمه**

امروزه مفهوم شهرها بدون وجود فضای سبز موثر در اشکال گوناگون آن دیگر قابل تصور نیست. شهرها به عنوان کانون‌های تمرکز، فعالیت و زندگی انسان‌ها برای اینکه بتوانند پایداری خود را تضمین کنند چاره‌ای جز پذیرش ساختار و کارکردی متأثر از سیستم‌های طبیعی ندارند. لیکن، لزوم گسترش فضای سبز پایدار به منظور بالا بردن سلامت روح و جسم انسان‌ها امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد (برادلی، ۲۰۱۰). گل جعفری آفریقایی[1] به عنوان یکی از گیاهان زینتی با اهمیت و پرکاربرد در طراحی فضای سبز بخش قابل توجهی از گل‌های فصلی باغچه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد و از آن به عنوان گل بریدنی، گلدانی و نیز در حاشیه کاری استفاده می‌شود (خلیقی، ۱۳۷٦).

در طراحی سیستم های فضای سبز پایدار، کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید و حفظ حاصلخیزی خاک برخوردار هستند (رضایی و رئیسی نافچی، ۱۳۸۹). کودهای زیستی در حقیقت ترکیبی از ریزموجودات باکتریایی و قارچی به ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه و مواد حاصل از فعالیت آنها می‌باشند (وسی، ۲۰۰۳). این گروه از باکتری‌ها علاوه بر افزایش عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم، با تولید مقادیر قابل توجهی هورمون‌های تنظیم کننده رشد گیاه به ویژه اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهند (استورز و کریستی، ۲۰۰۳). کودهای زیستی به عنوان یک جایگزین برای کودهای شیمیایی با هدف افزایش باروری خاک و به تبع آن مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه محسوب می‌شوند (ویوتال، ۲۰۰۵[2]).

محسنی نیک و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی نیتراژین و نیتروکسین باعث افزایش تعداد شاخه، زودگلدهی، افزایش سطح برگ و غلظت نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در برگ گیاه زینتی رُز[3] شد. جایاما و همکاران[4] (۲۰۱٤) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی آزوسپیریلوم، سودوموناس و تریکودرما باعث افزایش وزن خشک، تعداد شاخه و قطر گل گیاه زینتی یاسمن[5] شد. سریواستاوا و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی سودوموناس باعث افزایش ارتفاع، تعداد برگ و تعداد جوانه گل در گیاه زینتی گل مریم[6] شد. دالوی و همکاران[7] (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم باعث افزایش زیست توده، تعداد برگ، ارتفاع، تعداد گل و قطر گل در گیاه زینتی گل زنبق[8] شد. هدف از انجام این تحقیق بررسی و تأثیر کاربرد کود زیستی ریزوبیوم و ازتوباکتر بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل جعفری می‌باشد.

**مواد و روش ها**

آزمایش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز به صورت گلدانی در فضای آزاد و در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹٤(۱۳۹٤/۲/۲۸ تا ۱۳۹٤/٦/۳۱) اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل کاربرد کود زیستی ازتوباکتر[9] با نام تجاری ازتو بارور از شرکت زیست فناور سبز، در سه سطح ۰، ۲۵ و ۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک و کود زیستی ریزوبیوم[10] با نام تجاری بیومدیکا[11] از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا، در سه سطح ۰، ۲۰ و ٤۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک بود. گل جعفری آفریقایی رقم دیسکاوری با تراکم ۵ بذر در گلدان‌هایی به قطر دهانه ۱٦ سانتی‌متر و ارتفاع ۲٤ سانتی‌متر در عمق ۲-۳ سانتی‌متری کشت شد. قبل از کاشت از خاک نمونه برداری و تجزیه فیزیکوشمیایی آن به منظور تعیین نیاز غذایی انجام شد(جدول ۱). به خاک آزمایش به ترتیب مقادیر ۱۰ و ۲ گرم در کیلوگرم خاک کودهای اوره و سوپرفسفات اضافه گردید. سپس تمامی گلدان‌ها به نسبت ۲ به ۱ از خاک و کود برگ پر شد. پس از رسیدن بوته ها به مرحله چهار برگی، در هر گلدان بهترین و قوی ترین گیاهچه انتخاب و بقیه حذف شدند. مصرف کود ازتوباکتر (محصولی از شرکت زیست فناور سبز) و ریزوبیوم (محصولی از شرکت زیستی مهر آسیا) به صورت تقسیط ۱۰ روز پس از کاشت و قسمت دوم بعد از مشاهده سه گره روی ساقه اصلی گیاه جعفری انجام شد. ارتفاع بوته، زمان آغاز گلدهی، تعداد جوانه گل، شاخص رنگ گل، محتوای کلروفیل a، مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین رنگ گل با استفاده از دفترچه رنگ مانسل مقادیر خلوص رنگ، اشباع رنگ و درخشندگی رنگ مورد ارزیابی قرار گرفت (مانسل، ۱۹۱۲). به منظور تعیین محتوای رنگدانه‌های برگ، میزان ۰/۵

1 - *Tagetes erecta* L.

3 - *Rosa hybrida*
4 - Jayamma *et al*.
5 - *Jasminum auriculatum*

6 - *Polianthes tuberosa*
7 - Dalve *et al*.
8 - *Gladiolus spp.*
9 - *Azotobacter vinelandii*
10 - *Sinorhizobium meliloti*
11- *Biomedica*

گرم از بافت‌تر برگ توزین و با ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی سائیده شده و عصاره به دست آمد به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و سپس میزان کلروفیلa، جذب آن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ٦٤٥، ٤٧٠ و ٦٦٣ نانومتر از طریق رابطه ۱-۱ اندازه-گیری شد (آرنون، ۱۹٦۷).

**جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیائی نمونه خاک آزمایش**

| نمونه خاک | pH | قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) | کل مواد خنثی شونده (درصد) | کربن آلی (درصد) | فسفر فراهم | پتاسیم فراهم | کلسیم قابل تبادل | منیزیم قابل تبادل | بافت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | میلی گرم در کیلوگرم | | | | |
| ۱ | ۷/۷ | ۱/۸۱ | ۴۹ | ۰/۳۹ | ۱۴/۸ | ۳۲۰ | ۵۶۳ | ۲۴۱ | رسی لومی |

رابطه ۱-۱:

Chla: (19/3×A663-0/86×A645) (V÷100w)

V: حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانترفیوژ) ، A: جذب نور در طول موج های ٤٧٠، ٦٤٥، ٦٦٣ نانومتر)، W: وزن تر نمونه برحسب گرم

داده‌های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ درصد مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که آغاز گلدهی، تعداد جوانه گل و شاخص خلوص رنگ در گیاه جعفری تحت تأثیر برهمکنش سطوح متفاوت کود زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم در سطح ۱ درصد و ارتفاع بوته، شاخص درخشندگی رنگ و محتوای کلروفیلa در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۳۱/۲۲ سانتی متر) با کاربرد کود زیستی ازتوباکتر به میزان ۵۰ گرم در کیلوگرم خاک و بدون کاربرد کود ریزوبیوم به دست آمد که نسبت به ارتفاع بوته در سطوح ۵۰ گرم در کیلوگرم خاک کود زیستی ازتوباکتر و ۲۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک کود زیستی ریزوبیوم به ترتیب به میزان ۲۲/۷۲ درصد افزایش نشان داد (شکل۱الف). بنظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم علاوه بر تثبیت نیتروژن با تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه به ویژه اکسین‌ها، افزایش فسفات‌های محلول آلی و معدنی، تولید سیدروفورها و جذب عناصر کم مصرف، اثرات مثبتی روی رشد رویشی گیاه دارد. این امر منجر به بهبود رشد گیاه و افزایش ارتفاع گیاه می‌گردد (پوشکار و همکاران، ۲۰۱۰؛ ضیغمی و همکاران، ۲۰۱۵).

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم نشان داد که بیشترین تعداد جوانه گل (۱۲ عدد در بوته) با کاربرد کود زیستی ازتوباکتر به میزان ۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک به دست آمد (جدول۲). نتایج برهمکنش تیمارهای ازتوباکتر و ریزوبیوم نشان داد که سریع‌ترین زمان آغاز به گلدهی (۳۱ روز پس از کاشت) و بیشترین تعداد جوانه گل (۱٦ عدد در بوته) گیاه جعفری با کاربرد کود زیستی ازتوباکتر به میزان ۵۰ گرم در کیلوگرم خاک و بدون کاربرد کود ریزوبیوم به دست آمد (شکل۱ب و پ). کاربرد کودهای زیستی موجب تسریع تغییر فاز رویشی به زایشی و افزایش تعداد گل‌ها شده که این امر می-تواند ناشی از افزایش ظرفیت جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و دسترسی بیشتر به این مواد معدنی در خاک باشد که در نتیجه بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک فراهم می‌گردد (میتال و همکاران، ۲۰۱۰، حسین و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر این، بنظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم به دلیل بهبود شرایط محیط رشد گیاه و جذب بیشتر مواد غذایی از خاک باعث افزایش کارآیی سیستم فتوسنتزی گیاه شده (خرم دل و همکاران، ۱۳۸۷) و در نتیجه مقادیر بیشتری از مواد فتوسنتزی به قسمت زایشی گیاه و تولید جوانه‌های گل اختصاص می یابد (لویس و پانک، ۲۰۰۵).

**جدول ۱- میانگین مربعات اثر سطوح متفاوت کود زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم بر ارتفاع بوته، آغاز گلدهی، تعداد جوانه گل، شاخص های خلوص رنگ (Hue)،**

| نوع کود زیستی | سطوح کود گرم بر کیلوگرم خاک | ارتفاع بوته (سانتی متر) | آغاز گلدهی (روز پس از کاشت) | تعداد جوانه گل (در بوته) | شاخص خلوص رنگ | شاخص اشباع رنگ | شاخص درخشندگی رنگ | محتوای کلروفیلa (میلی گرم بر گرم وزن‌تر) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۲۶/۵۵$^{a}$ | ۴۶/۴۴$^{a}$ | ۱۰/۷۳$^{b}$ | ۳۳/۴۴$^{a}$ | ۲۴۰/۰۰$^{a}$ | ۱۳۰/۰۰$^{b}$ | ۹/۵۹$^{a}$ |
| ازتوباکتر | ۲۵ | ۲۸/۲۴$^{a}$ | ۳۶/۳۳$^{b}$ | ۱۰/۵۱$^{b}$ | ۲۹/۳۳$^{b}$ | ۲۳۹/۵۵$^{a}$ | ۱۲۸/۲۲$^{b}$ | ۱۰/۵۳$^{a}$ |
| | ۵۰ | ۲۷/۸۵$^{a}$ | ۳۶/۱۱$^{b}$ | ۱۲/۹۱$^{a}$ | ۲۵/۱۱$^{c}$ | ۲۳۸/۷۷$^{a}$ | ۱۳۷/۲۲$^{a}$ | ۱۰/۵۶$^{a}$ |
| | میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک | | | | | | | |
| | ۰ | ۲۹/۵۰$^{a}$ | ۴۵/۰۰$^{a}$ | ۱۱/۰۳$^{a}$ | ۳۱/۸۸$^{a}$ | ۲۳۹/۷۷$^{a}$ | ۱۲۹/۱۱$^{b}$ | ۸/۷۸$^{b}$ |
| ریزوبیوم | ۲۰ | ۲۸/۱۱$^{a}$ | ۳۶/۵۵$^{b}$ | ۱۱/۳۶$^{a}$ | ۳۱/۴۴$^{a}$ | ۲۳۸/۷۷$^{a}$ | ۱۲۹/۱۱$^{b}$ | ۱۰/۹۴$^{a}$ |
| | ۴۰ | ۲۵/۰۳$^{b}$ | ۳۷/۳۳$^{b}$ | ۱۱/۷۷$^{a}$ | ۲۴/۵۵$^{b}$ | ۲۳۹/۷۷$^{a}$ | ۱۳۷/۲۲$^{a}$ | ۱۰/۹۶$^{a}$ |

اشباع رنگ (Sat) و درخشندگی رنگ (Lum) و محتوای کلروفیلa گل جعفری رقم دیسکاوری

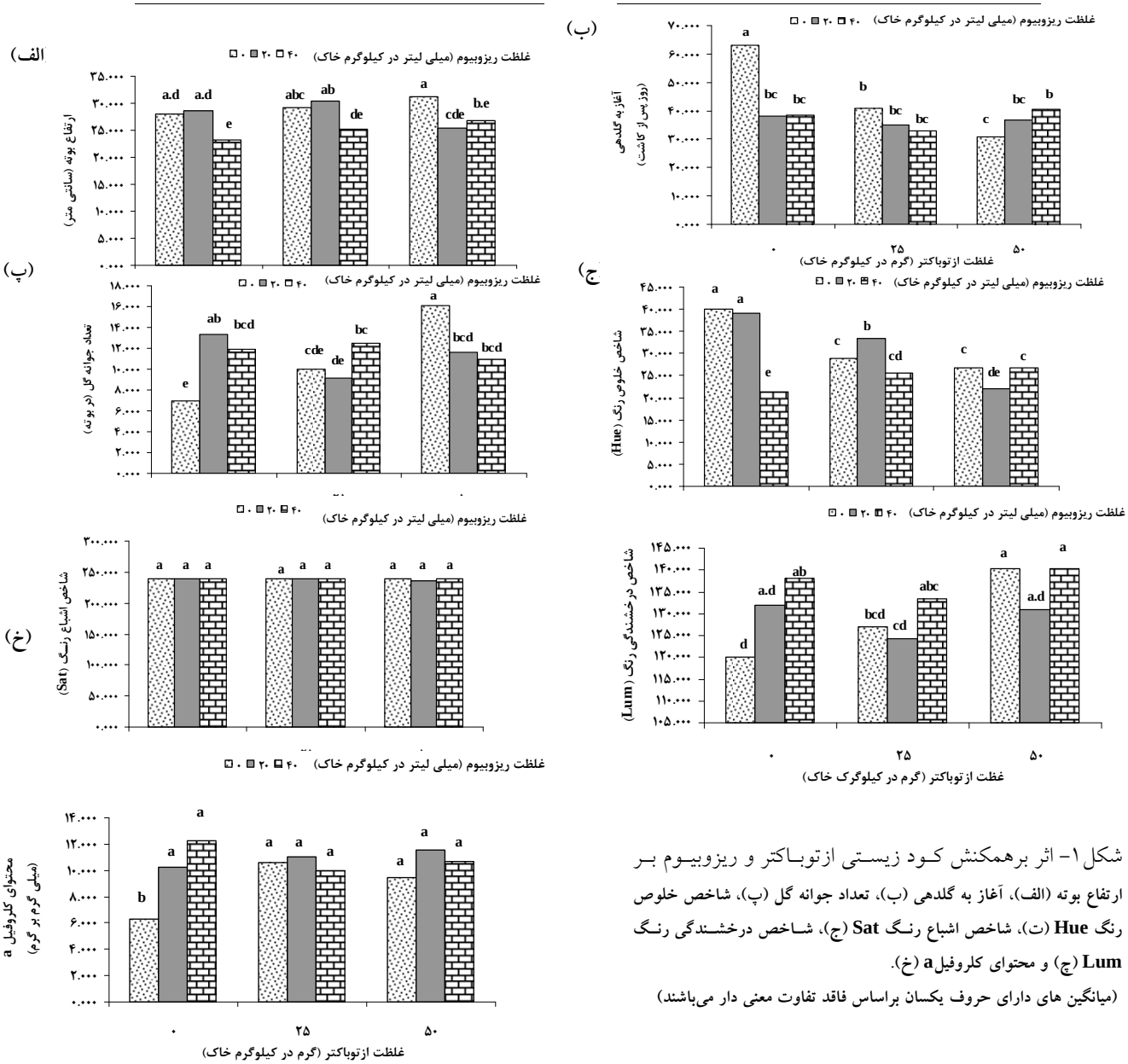
$^{ns}$، $^{*}$ و $^{**}$ به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشند (دانکن=۰/۰۵درصد)

**جدول ۲- اثر سطوح متفاوت کود زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم بر ارتفاع بوته، آغاز گلدهی، تعداد جوانه گل، شاخص های خلوص رنگ (Hue)،**

| منابع تغییر | درجه آزادی | ارتفاع بوته | آغاز گلدهی | تعداد جوانه گل | شاخص خلوص رنگ | شاخص اشباع رنگ | شاخص درخشندگی رنگ | محتوای کلروفیلa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ازتوباکتر | ۲ | ۷/۰۱۱$^{ns}$ | ۳۱۳/۵۹۲$^{**}$ | ۱۵/۸۶۳$^{**}$ | ۱۵۶/۲۵۹$^{**}$ | ۳/۴۴۴$^{ns}$ | ۲۰۴/۴۸۱$^{*}$ | ۲/۷۰۹$^{ns}$ |
| ریزوبیوم | ۲ | ۴۷/۰۰۴$^{**}$ | ۱۹۶/۳۷۰$^{**}$ | ۱/۲۷۴$^{ns}$ | ۱۵۲/۱۴۸$^{**}$ | ۳/۰۰۰$^{ns}$ | ۱۹۷/۳۷۰$^{*}$ | ۱۴/۱۶۳$^{*}$ |
| ازتوباکتر×ریزوبیوم | ۴ | ۱۴/۹۷۴$^{*}$ | ۲۷۱/۷۵۹$^{**}$ | ۳۱/۸۹۳$^{**}$ | ۱۲۲/۳۷۰$^{**}$ | ۵/۴۴۴$^{ns}$ | ۱۰۲/۹۲۵$^{ns}$ | ۸/۸۵۰$^{*}$ |
| خطای آزمایش | ۱۸ | ۴/۵۴۳ | ۲۴/۳۳۳ | ۲/۸۸۲ | ۵/۵۱۸ | ۴/۷۷۷ | ۴۶/۵۹۲ | ۲/۳۸۹ |
| ضریب تغییرات | | ۷/۷۴درصد | ۱۲/۱۶درصد | ۹/۱۴درصد | ۸/۰۱درصد | ۳/۹۱درصد | ۵/۱۸درصد | ۱۵/۱۰درصد |

اشباع رنگ (Sat) و درخشندگی رنگ (Lum) و محتوای کلروفیلa گل جعفری رقم دیسکاوری

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن=۰/۰۵ درصد)




شکل۱- اثر برهمکنش کود زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم بر **ارتفاع بوته (الف)، آغاز به گلدهی (ب)، تعداد جوانه گل (پ)، شاخص خلوص رنگ Hue (ت)، شاخص اشباع رنگ Sat (ج)، شاخص درخشندگی رنگ Lum (چ) و محتوای کلروفیل a (خ).**

**(میانگین های دارای حروف یکسان براساس فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند)**

رنگ گل در گیاه جعفری تحت تاثیر سه شاخص خلوص رنگ[1]، اشباع رنگ[2] و درخشندگی رنگ[3] قرار دارد. منظور از خلوص رنگ همان اصل رنگ است و نشان دهنده طول موج نور است. اشباع رنگ هم میزان غلظت رنگ را نشان می‌دهد. درحالیکه، درخشندگی رنگ درجه نسبی تیرگی و روشنی رنگ را مشخص می کند. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم نشان داد که بیشترین مقدار شاخص خلوص رنگ بدون کاربرد کود ازتوباکتر و ریزوبیوم به دست آمد لیکن، بیشترین مقدار شاخص درخشندگی رنگ با کاربرد کود ازتوباکتر به میزان ۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک مشاهده شد. در حالیکه، بیشترین مقدار شاخص درخشندگی رنگ با کاربرد کود ریزوبیوم به میزان ٤۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک به دست آمد (جدول٤). بطور کلی، نتایج مقایسه میانگین برهمکنش کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم نشان داد که بیشترین مقدار شاخص خلوص رنگ در تیمار شاهد یعنی بدون کود زیستی ازتوباکتر و

1 - Hue
2 - Sat
3 - Lum

ریزوبیوم به دست آمد (شکل۱ت). لیکن، میانگین‌های شاخص اشباع رنگ تحت تاثیر کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم معنی دار نبود (شکل۱ج). علاوه براین، بیشترین مقدار شاخص درخشندگی رنگ با کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم به ترتیب در سطح ۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک و ۴۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک دست آمد (شکل۱چ). بنظر می‌رسد کاربرد کود-های زیستی علاوه بر اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله بالا بردن ضریب حفظ رطوبت خاک، در رنگ آمیزی و خواص ظاهری گل‌ها و گیاهان زینتی مؤثر باشند (آتیه و همکاران، ۲۰۰۲). بچمن و متزگر (۲۰۰۸) گزارش کردند که بهبود ظرفیت گل دهی و خواص ظاهری گل در گیاهان زینتی در نتیجه کاربرد کودهای زیستی به دلیل فراهمی عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عناصر کم مصرف می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی کودهای زیستی نشان داد که بیشترین میزان رنگدانه‌های کلروفیل a (۱۰/۵۶ میلی‌گرم بر گرم) با کاربرد کود زیستی ازتوباکتر به میزان ۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک به دست آمد. لیکن، بیشترین میزان رنگدانه‌های کلروفیل a (۱۰/۹۶ میلی‌گرم بر گرم) و کلروفیل b (۲/۹۹ میلی‌گرم بر گرم) با کاربرد کود زیستی ریزوبیوم به میزان ۴۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک مشاهده شد (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم نشان داد که بیشترین محتوای کلروفیل a (۱۲/۲۴ میلی‌گرم بر گرم) با کاربرد ۴۰ میلی-لیتر بر کیلوگرم خاک کود زیستی ریزوبیوم و بدون کاربرد کود زیستی ازتوباکتر به دست آمد (شکل۱خ). کاربرد کودهای زیستی بر سنتز رنگدانه‌های گیاهی تاثیر می‌گذارد. این امر به دلیل فراهمی عناصر معدنی و قابلیت جذب بیشتر نیتروژن از محیط خاک (سولیوان و همکاران، ۲۰۰۲) و افزایش سنتز پروتئین در بافت‌های گیاهی می‌شود که بر غلظت و محتوای رنگدانه گیاهی نقش دارد (دیال و تویونن، ۲۰۰۳). نیتروژن فاکتور مهمی در افزایش غلظت کلروفیل در گیاه است (چمنی و همکاران، ۲۰۰۸؛ راویا و همکاران، ۲۰۰۹).

## نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و ریزوبیوم باعث بهبود صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گل جعفری در مقایسه با شاهد یعنی عدم کاربرد کودهای زیستی شد. بطور کلی، با توجه به اهمیت استفاده کمتر از نهاده‌های شیمیایی از جمله کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار و بهبود ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی محیط خاک در نتیجه کاربرد کودهای زیستی و به دلیل افزایش محتوای ماده آلی، دسترسی آسان‌تر به عناصر غذایی بخصوص عناصر کم مصرف و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کود زیستی ازتوباکتر به میزان ۵۰ گرم در کیلوگرم خاک و ۲۰ میلی‌لیتر کود زیستی ریزوبیوم برای بهبود رشد رویشی و افزایش راندمان زایشی گیاه جعفری و کاهش هزینه‌های تولید قابل توصیه می‌باشد.

## سپاسگزاری

در پایان از خانم ها مهندس حوریا جهانی، مریم صادقی و کلیه دست اندرکاران دانشگاه ارسنجان که در اجرای این پژوهش ما را یاری رساندند، کمال قدردانی و تشکر را داریم.

## منابع

جوادی، ت. و ب. بهرام نژاد. ۱۳۸۹. محتوای نسبی آب و تبادلات گازی سه ژنوتیپ وحشی گلابی در شرایط تنش آبی. نشریه علوم باغبانی، علوم و صنایع کشاورزی. ۲۴: ۲۲۳-۲۳۴.

خرم دل، س.، ع. کوچکی، م. نصیری محلاتی و ر. قربانی. ۱۳۸۷. اثرکاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص های رشدی سیاهدانه، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۶: ۲۸۵-۲۹۶.

خلیقی، ا. ۱۳۷۶. گلکاری (پرورش گیاهان زینتی ایران). انتشارات گلشن. تهران. ۳۶۰ صفحه.

رضائی، ش.، و م. ر. رئیسی نافچی. ۱۳۸۹. کاربرد کودهای بیولوژیکی در ایران. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.

عیدی زاده، خ.، ع. م. مهدوی دامغانی، ح. صباحی و س. صوفی زاده. ۱۳۸۹. اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک در ترکیب با کود شیمیایی بر رشد ذرت در شوشتر. جلد ۲: ۲۹۲-۳۰۱.

محسنی نیک، ن.، ح.ر. ذبیحی و الف. اصغرزاده. ۱۳۹۰. بررسی عکس العمل گل بریدنی رُز به کاربرد کودهای زیستی در شرایط کشت هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال دوم، شماره ۸، صفحات ۵۷-۶۹.

Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron. J. 23: 112-121.
Atiyeh, R. M., N. Q. Arancon, C. A. Edwards and J. D. Metzger. 2002. The influence of earth-worm-processed pig manure on the growth and productivity of Marigold. Bioresour. Technol. 81: 103-108.
Bachman, C. R. and J. D. Metzger. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresour. Technol. 99: 3155-3161.
Bradley, R.D. 2010. Green roofs as a means of pollution abatement. J. Environ. Pollut. 159:2100-2110.
Chamani, E., D. C. Joyce, A. Reihanitabar. 2008. Vermi-compost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida*, Dream Neon Rose. J. Agri. Environ .Ethics. 3: 506-512.
Dalve, P.D., S.V. Mane, and R.R. Nimnalkar. 2009. Effect of biofertilizers on growth, flowering and yield of Gladiolus. The Asian J. Horti. 4:227-229.
Deall, J. R. and P.M.A. Toivonen. 2003. Practical Applications of Chlorophyll Fluorescence in Plant Biology. Kluwer Academic Publishers. Boston, Dordrecht, London.
Hussein, M. M., R. A. Sakr, L. A. Badr, K. M. A. L. Mashat. 2011. Effect of some fertilizers on botanical and chemical characteristics of pot marigold plant (*Calendula officinalis* L.). J .Horti. Sci. ornamental plant. 3: 220-231.
Liuc, J. and B. Pank. 2005. Effect of vermin-compost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chemomil. Sci. Pharm. 46: 63-69.
Jayamma, N., M.N. Nagaraj, and K.S. Jagadeesh. 2014. Influence of biofertilizer application on growth, yield and quality parameters of Jasmine (*Jasminum auriculatum*). International Conference on Food, Biological and Medical Sciences, Jan. 28-29, Bangkok, Thailand.
Mittal, R., H. C. Patel, D. D. Nayeeand, H. H. Sitapara. 2010. Effect of integrated nutrient management on growth and yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. 'LOCAL' under middle Gujarat agro-climatic conditions. The Asian J. Horti. 5: 347-349.
Munsell, A. H. 1912. "A Pigment Color System and Notation". The American Journal of Psychology. University of Illinois Press.23 (2): 236–244.
Pushkar, N. C., S. V. S. Rathoreand, D. K. Upadhayay. 2010. Response of chemical and biofertilizer on growth and yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. PUSA NARANGI GAINDA. The Asian J. Hort. 1: 130-132.
Rawia, A., M. N. Awad, and H. A. Hamouda. 2009. Evaluate Effectiveness of Bio and Mineral Fertilization on theGrowth Parameters and Marketable Cut Flowers of *Matthiola incana* L. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 5: 509-518.
Srivastava, R., S.P. Preetham, and S. Chand. 2014. Effect of organic manures and biofertilizers on vegetative, floral and post harvest attributes in Tuberose (*Polianthes tuberose*) var. Shringar. Asian J. Biological and Life Sci. 3: 6-9.
Sturz, A. V. and B. R. Christie. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: The management of Soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil & Till. Res. 72: 107-123.
Sullivan, D. M., A. I. Bary, D. R. Thomas, S. C. Fransen, and C. G. Cogger. 2002. Food waste compost effect on fertilizer nitrogen effectively, available nitrogen and tall fescue yield. Soil Sci. Society of America J. 66: 154-161.
Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant & Soil. 255: 571-586.
Zeighami, M., A. Asgharzadeh, A. Dadar. 2015. Effects of the Biofertilizers Vermicompost and Azotobacter on Qualitative and Quantitative Characteristics of *Petunia hybrid*. Biological Forum – An International J. 7: 586-592.

# Effect of Azotobacter and Rhizobium as bio-fertilizers on morphological and physiological trait of African marigold (*Tagetes erecta* L. cv. Discovery)

S. Heidari[1], M.S. Tadion[2], Gh. Moafporian[2]

Received: 2016-7-10 Accepetd: 2016-12-13

**Abstract**

In order to evaluate the use of bio-Fertilizers (Rhizobium and Azotobacter) on morphological and physiological characters of African marigold, a study was conducted in 2015 at Islamic Azad University, Arsanjan branch, Fars Province. The experiment was carried out in a factorial in completely randomized design with three replications. The bio-fertilizers factors contain three levels of azotobacter (0, 25, and 50 gr $kg^{-1}$ soil) and rhizobium (0, 20, and 40 ml $kg^{-1}$ soil). The results showed that the application of azotobacter and rhizobium can be improved vegetative and reproductive characters of African marigold. The highest plant height (31 cm), sprout flower number (16 in plant), and the fastest time of flowering (31 days after sowing) were obtained with application of azotobacter bio-fertilizer at 50 gr $kg^{-1}$ soil. The highest chlorophyll a pigment and Lum index were obtained with application of azotobacter at 50 gr $kg^{-1}$ and rhizobium at 40 ml $kg^{-1}$ soil. But, the highest Hue index was obtained without application of bio-fertilizers. Overall, to achieve the highest quality and quantity characters of African marigold flower, bio-fertilizers application of azotobacter at 50 gr $kg^{-1}$ and rhizobium at 20 ml $kg^{-1}$, is recommended.

**Keywords:** Chlorophyll a content, color index, ornamental plant

1- M.Sc. Student, College of Agriculture, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran
2- Fars Agricultural and Natural Resource Research Center, Shiraz, Iran