بررسی اثر کودهای ازتوبارور-۱ و نیتروکارا بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گیاه دارویی زعفران (*Crocus sativus* L.)

هاجر پارسا[۱]، عزیزالله خیری[۱]، محسن ثانی خانی*[۱]، فرهنگ رضوی[۱]
[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
نویسنده مسئول*: sani@znu.ac.ir

چکیده

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی متعلق به خانواده زنبق و گرانترین ادویه در جهان است. فراهمی عناصر نقش مهمی در بهبود عملکرد آن ایفا می‌کند. به‌منظور بررسی اثر کودهای زیستی ازتوبارور-۱ و نیتروکارا بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد گیاه دارویی زعفران آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار در دانشگاه زنجان اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل شاهد، ازتوبارور-۱ با ۲ سطح (۰/۱ و ۰/۲ درصد) و نیتروکارا با ۲ سطح (۱ و ۲ درصد) بودند. اثر تیمارها بر صفات طول کلاله، تعداد گل، عملکرد کلاله، وزن تر و خشک تک کلاله و تعداد برگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد تیمارهای مورد مطالعه اثرات مثبتی در افزایش صفات مورد بررسی داشتند. بیشترین طول کلاله، تعداد گل و عملکرد کلاله در تیمار ازتوبارور-۱ با غلظت ۰/۲ درصد مشاهده شد، درحالی‌که کم‌ترین مقدار در تیمار شاهد بود. تیمار نیتروکارا با غلظت ۱ درصد بالاترین مقدار وزن خشک تک کلاله را داشت و کمترین مقدار در تیمار شاهد مشاهده شد. در خصوص تعداد برگ هر دو کود زیستی در غلظت‌های مختلف به‌طور مؤثر باعث افزایش تعداد برگ نسبت به شاهد شدند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده تلقیح بنه گیاه زعفران با باکتری‌های محرک رشد مورد بررسی سبب افزایش عملکرد و بهبود شاخص‌های رشدی زعفران گردید.

کلمات کلیدی: باکتری‌های محرک رشد، تلقیح، عملکرد، کلاله، نیتروژن

مقدمه

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus* L.) متعلق به خانواده زنبق[۱] و جنس کروکوس[۲] است (Shahi *et al*., 2016). از جمله دلایلی که سبب گران‌قیمت بودن زعفران شده‌اند می‌توان به تکنیک‌های اصلی مدیریت مانند علف‌های هرز، برداشت گل، جدا کردن کلاله که در سراسر جهان تنها با دست انجام می‌شود اشاره کرد (Gohari *et al*., 2013). زعفران به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان آرام‌بخش و ضد درد در طب سنتی و صنایع دارویی استفاده می‌شود همچنین به علت اثرات ضد سرطانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Abdullaev, 2012).

باکتری‌های موجود در کودهای زیستی سبب سنتز هورمون‌های گیاهی، تثبیت زیستی نیتروژن ،کاهش پتانسیل الکتریکی غشای ریشه‌ها، افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی، افزایش رشد گیاهان از طریق تولید هورمون‌ها، بهبود درصد جوانه‌زنی بذور و گسترش ریشه می‌شوند و از طریق ترشحات حل‌کننده باکتری‌ها و کاهش pH می‌توانند عناصر غذایی مختلف را به‌صورت محلول تبدیل کرده و به مقدار بیشتر در اختیار گیاه قرار دهند (Nezarat and Gholami, 2009). استفاده از نیتروکارا در گیاه بادرشت سبب افزایش عملکرد این گیاه نسبت به شاهد شد(Tobe *et al* ., 2013). تحقیقات نشان داده‌اند که اثر ازتوباکتر بر روی محصول فلفل[۳] عملکرد را افزایش داد(Mandal *et al*., 2003).

[1] Iridaceae
[2] Crocus
[4] *Capsicum Annuum* L.

این تحقیق در راستای کشاورزی پایدار با هدف حصول عملکرد کمی و کیفی قابل قبول انجام شده است که طی آن تأثیر کودهای ازتوبارور-۱ و نیتروکارا بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه زعفران ارزیابی شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر ازتوبارور-۱ و نیتروکارا بر عملکرد گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.) آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۵ - ۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان اجرا شد. قبل از کاشت زعفران از خاک مزرعه جهت انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌برداری شد (جدول۱).

کشت بنه‌ها در اوایل مردادماه انجام گرفت و اوایل مهر با تغییر تدریجی دما آبیاری اول انجام شد. حدود ۲۰ روز پس از آبیاری اول، اولین گل‌های زعفران ظاهر شدند. تیمارهای آزمایش شامل:کودهای ازتوبارور-۱ به میزان ۰/۱ درصد و ۰/۲ درصد نیتروکارا ۱درصد و ۲ درصد استفاده شد. کود زیستی ازتو بارور-۱ مورد استفاده در این تحقیق، دارای مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده‌ی نیتروژن که نام علمی باکتری موجود در این کود ازتوباکتر وینلندی[4](سویه O4) که شامل 10^8 CFU/G است و کود نیتروکارا که حاوی آزورایزوبیوم کائولینودا[5]که جمعیت این باکتری 10^8 سلول در هر میلی‌لیتر است. بنه‌های زعفران با متوسط وزن ۲±۱۱ گرم انتخاب شده و در عمق ۲۰ سانتی‌متری از سطح زمین کشت شدند. هر واحد آزمایش شامل ۵ خط کاشت بافاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۵ سانتی‌متر بین بنه‌ها در نظر گرفته شد.

در هر نمونه‌گیری در زمان گلدهی گل‌های ظاهرشده به‌صورت روزانه (بین ساعات ۶ تا ۸ صبح) جمع‌آوری، شمارش و جهت توزین وزن تر و خشک کلاله به آزمایشگاه منتقل و وزن خشک کلاله در آون (در دمای۶۰درجه سلسیوس و به مدت ۵۵ دقیقه) به‌صورت جداگانه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری طول کلاله‌ها با کولیس دیجیتالی انجام گرفت. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 و SPSS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

جدول-۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری

ماده آلی (٪)	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته (pH)	آهک کل (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (meq/l)	کلسیم (meq/l)
۱/۱۸	۰/۷۲	۸/۲۸	۷/۲	۳۳	۲۷	۴۰	۰/۰۹	۹/۶	۲۸۶	۱/۱	۲/۱

نتایج و بحث

تیمارها بر طول کلاله تأثیر معنی‌داری (P≤۰/۰۵) داشتند (جدول شماره۲) به‌طوری‌که بیشترین طول کلاله در تیمار A2 (ازتوبارور-۱با غلظت ۰/۲ درصد) برابر با ۲/۹۵۴ سانتی‌متر و کم‌ترین طول در شاهد برابر با ۲/۶۱۱ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول۳). افزایش رشد اندام هوایی در حضور باکتری‌های مؤثر بر رشد قبلاً گزارش شده است (Kapoor *et al*., 2004). باکتری‌های محرک رشد اثرات مثبتی بر تولید هورمون‌های رشدی دارند. همچنین با تولید انواع مواد آنتی‌بیوتیک از اثرات بیماری‌زائی ریزجانداران دیگر جلوگیری کرده و سبب بهبود و افزایش رشد گیاه می‌شوند (Nikolay *et al*., 2006).

در این تحقیق تمام تیمارها بر صفت تعداد گل تأثیر معنی‌داری (p≤۰/۰۱) داشتند (جدول۲). با مصرف تیمارA_2 (ازتوبارور-۱به میزان ۰/۲ درصد) گل‌ها به تعداد ۶۳/۸۳۳ در متر مربع حاصل شد که تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان داد (جدول ۳). در مجموع در بررسی‌های که بر روی تأثیر کاربرد ریز موجودات مختلف بر رشد و عملکرد زعفران انجام شده است مشخص گردیده است که کاربرد این کودها در بسیاری از موارد باعث افزایش عملکرد زعفران شده که این افزایش عملکرد با افزایش تعداد گل، ارتفاع بوته و تعداد برگ همبستگی داشته است (Aytekin and Acikgoz, 2008). در تحقیقی بر روی بابونه گزارش شده است مصرف کودهای بیولوژیک نیتروکسین (حاوی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) سبب افزایش عملکرد گل بابونه شد که با نتایج تحقیق حاضر تطابق دارد (Sanchez Govin *et al*., 2005).

[4] *Azotobacter vinlandii*
[5] *Azorhizobium caulinoda*

جدول-۲ تجزیه واریانس اثر تیمار بر صفات مورد بررسی

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات(MS)					
		طول کلاله Cm	تعداد گل m^2	عملکرد کلاله mg/m^2	وزن تر تک کلاله mg	وزن خشک تک کلاله mg	تعداد برگ در بوته
بلوک	۲	۰/۰۱۶۸۸۱	۲۵/۰۱۶۶۶	۱۱۴۰/۷۷۶۷	۲/۲۷۲۷۶	۰/۵۸۰۶۶	۰/۱۲۶۰۰
تیمار	۴	۰/۰۵۲۰۹۲*	۴۷۳/۳۱۶۶**	۱۸۹۱۰/۱۸۷۳**	۱۵/۶۰۷۳ns	۰/۴۵۷۶۶*	۱/۹۲۵۶**
خطای آزمایش	۸	۰/۰۱۳۸۳	۲/۴۵۴۱۶	۸۰۷/۸۲۴۰	۱۸/۳۰۶۸	۰/۲۳۳۱۶	۰/۲۸۲۶۶
ضریب تغییرات	-	۴/۲۶۱۹	۳/۵۳۸۹	۱۱/۱۴۰۴۵	۱۸/۲۷۹۶	۸/۴۵۱۶	۷/۷۵۰۲

n.s،* و **به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح5 و 1 درصد می‌باشد.

جدول-۳ مقایسه میانگین برخی صفات کمی زعفران تحت تأثیر باکتری تثبیت کننده

تیمار	طول کلاله Cm	تعداد گل m^2	عملکرد کلاله خشک mg/m^2	وزن خشک تک کلاله mg	تعداد برگ در بوته
C	۲/۶۱۱۰^{b}	۳۲/۶۶۷^{d}	۱۷۴/۸^{b}	۵/۳۳۳^{b}	۵/۵^{b}
A_1	۲/۷۴۲۶^{ab}	۳۹/۱۶۷^{c}	۲۲۳/۱۸^{b}	۵/۷۰۰^{ab}	۷/۰۶۶۷^{a}
A_2	۲/۹۵۴۶۷^{a}	۶۲/۸۳۳^{a}	۳۶۲/۶۲^{a}	۵/۷۶۶^{ab}	۷/۶۳۳^{a}
B_1	۲/۶۷۹۰^{b}	۴۹/۵^{b}	۳۱۳/۰۸^{a}	۶/۳۳۳^{a}	۷/۱۰۰^{a}
B_2	۲/۸^{ab}	۳۷/۱۶۷^{c}	۲۰۱/۹۵^{b}	۵/۴۳۳^{ab}	۷/۰۰۰^{a}

*تیمار C: شاهد، تیمارA_1: ازتوبارور- ۱ (۱در هزار) ، A_2: ازتوبارور-۱(۲درهزار) ، تیمارچهارم B_1: نیتروکارا (۱درصد) و تیمار پنجم B_2: نیتروکارا (۲ درصد)

تیمارهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری (p≤۰/۰۱) بر عملکرد کلاله داشتند (جدول۲). نتایج نشان داد که استفاده از تیمار A_2(ازتوبارور-۱ به میزان۰/۲ درصد) باعث افزایش تعداد گل در واحد سطح شد که بالا رفتن عملکرد کلاله (۳۶۲/۶۲ میلی‌گرم در متر مربع) را در این تیمار توجیه می‌کند. تیمار نیتروکارا ۱ درصد با وجود تعداد گل کمتر نسبت به ازتوبارور-۱(با غلظت۰/۲ درصد)، اما با داشتن وزن خشک تک کلاله بیشتر توانست عملکرد بالایی (۳۱۳/۰۸ میلی‌گرم در متر مربع) داشته باشد (جدول۳). همان‌طور که در تحقیقات قبلی مشاهده شده است مصرف کود نیتروکسین (حاوی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) سبب افزایش ۸۳ درصدی عملکرد خشک کلاله و خامه نسبت به شاهد شده که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Omidi *et al.*, 2009).

مقایسه اثر تیمارها بر وزن تر تک کلاله تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول۲). کاهش وزن در اثر خشک شدن کلاله در تمام تیمارها متفاوت بود که منجر به معنی‌دار شدن اثر تیمارها بر وزن خشک تک کلاله (p≤۰/۰۱) گردید (جدول۲). بیشترین میانگین وزن خشک تک کلاله در تیمار نیتروکارا با غلظت ۱ درصد به دست آمد. استفاده از این تیمار منجر به افزایش میانگین وزن کلاله شد به‌طوری‌که عملکرد کلاله افزایش یافت. این باکتری تولید کربوهیدرات‌ها، ارتقای سرعت تقسیم و رشد سلول‌ها و ماده خشک (El-Abd *et al.*, 1999) را افزایش داده که می‌تواند دلیل افزایش وزن خشک تک کلاله باشد.

تعداد برگ بنه به‌طور معنی‌داری (p≤۰/۰۱) توسط سطوح مختلف باکتری‌ها تحت تأثیر قرار گرفت و کمترین تعداد برگ بوته در تیمار شاهد با ۵/۵ برگ مشاهده گردید و بیشترین تعداد برگ در اثر تیمار با کودهای زیستی حاصل شد. همچنین بین کودهای ازتوبارور-۱ و نیتروکارا از نظر تعداد برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به‌عبارت‌دیگر، کود زیستی با افزایش جذب نیتروژن و کارایی این عنصر در فرایند فتوسنتز و تولید بیشتر سطح فتوسنتز کننده نقش به سزایی را ایفا نموده است (Omidi *et al.*, 2009).

نتایج این تحقیق نشان داد که نوع کود زیستی بر عملکرد کمی گیاه زعفران تأثیر معنی‌داری داشته است و کود ازتوبارور-۱ نسبت به نیتروکارا تأثیر بهتری را بر عملکرد گیاه زعفران نشان داد به‌طوری‌که ازتوبارور-۱ با غلظت ۰/۲ درصد سبب افزایش تعداد گل زعفران شد که موجب افزایش شاخص‌های عملکردی در گیاه زعفران می‌شود. این تحقیق حاکی از آن است که

استفاده از ریز موجودات خاکزی علاوه بر افزایش تولید محصول، تولید ارگانیک محصول زعفران را میسر ساخته و نوید بخش کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در آینده می‌تواند باشد.

منابع

Abdullaev, F.I. 2012. Cancer chemopreventive and tumoroicidal properties of saffron (*Crocus sativus* L.). Explant biology Medicinal; 227: 20–25.

Aytekin, A. and Acikgoz, A.O. 2008. Hormone and Microorganism Treatments in the Cultivation of Saffron *(Crocus Sativus* L.). Plants. Molecules; 13: 1135-1146.

El-Abd, S.O., Singer, S.M., El-Saied, H.M. and Mahmoud, M.H. 1999. Effect of some levels of plant growth regulators and silver nitrate on the growth and yield of broad bean (*Vicia faba*) plants. Egyptian Journal of Horticulture; 16(2): 143-150.

Gohari, A. R., Seiednia, S. and Kourepaz Mahmoodabadi, M. 2013.An overview on saffron, phytochemicals, and medicinal properties. Pharmacognosy Review; 7(13): 61–66.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technololgy; 93: 307 – 11

Mandel, J., Ghanti, P., Mahato, B., Mondal, A.R., and Thapa, U. 2003. Effect of spacing and biofertilizer on yield artibutes of direct sown chili. Environment and Ecology; 21(3): 712-715.

Nezarat, S. and Gholami, A. 2009. The effect of co-inoculathon of azospirillum and psedomonas rhizobacteria on nutrient of maize (*Zea mays* L.). Journal of Agronomy; 1 (1): 25-32. (In Persian).

Nikolay, S., Strigul, A. and Karavchenko, V. 2006. Mathematical modeling of pgpr inoculation into the rizosphere. Envieomental Software and Modeling; 21:1158-1171.

Omidi, H., Naghdibadi H. A., Golzad, A., Torabi, H, and Ftokian,M. 2009. The effect of fertilizers and biological chemical nitrogen on the yield and quality of saffron (*Crocus sativus* L). Journal Medicinal Plants; 9(30):98-108.

Sanchez-Govin, E., Rodriguez Gonzales, H., Carballo Guerra, C. and Milanes Figueredo, M. 2005. Influencia de los abonos orgánicosy biofertilizantes en la calidad delas especies medicinales *Calendula officinalis* L. *Matricaria recutita* L. Revista Cubana Plantas Medicinales;10 (1):1 – 5.

Shahi, T., Assadpour, A. and Jafari, S, M. 2016. Main chemical compounds and pharmacological activities of stigmas and tepals of 'red gold' saffron. Trends in Food Science and Technology; (28):69-78.

Tobeh, A., Mohammadi.M., Vahidipour, H. R., Fakhari. 2013. Effects of biological fertilizers on essential oil components and quantitative and qualitative yield of lemon verbena *(Lippia citriodora*). International Journal of Agriculture and Crop Sciences; (12); 1374-1380.

The Effect Of Bio-Fertilizers Azotobarvar-1 And Nitrokara On Morphological Characteristics And Yield Of Saffron (*Crocus Sativus* L.)

Hajar Parsa[1], Azizollah Kheiry, Mohsen Sanikhani[3], Farhang Razavi[4]
Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
*Corresponding Author: Sani@znu.ac.ir

Abstract
Saffron (*Crocus sativus* L.) belongs to the Iridaceae family and is the most expensive spice in the world. The availability of elements plays an important role in improving its performance. To evaluate the effects of Azotobarvar -1and Nitrokara on morphological characteristics of saffron, an experiment was performed based on a completely randomized blocks design with 5 treatments and 3 replications in University of Zanjan. The treatments were including control, Azotobarvar-1 with the concentrations of 0.1 % and 0.2% and Nitrokara with concentrations of 1% and 2%. The investigated characteristics were stigma length, flower number, the yield of stigma, fresh and dry single stigma weight and number of leaves. In most cases the treatments had positive effects in increasing studied traits. The results showed that the maximum length of stigma, flower number and the yield of stigma was observed in Azotobarvar -1 at the concentration of 0.2%, while the lowest was recorded in control. Nitrokara had the highest dry weight stigma at the concentration of 1%, and the lowest value was observed in control. Both of the bio-fertilizers in different concentrations effectively enhanced number of leaves in comparison with control. According to the results, inoculation of saffron corms with the studied growth promoting bacteria enhanced the yield and growth parameters.
***Keywords*: Growth promoting bacteria, Inoculation, Nitrogen, Stigma, Yield**