نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد هفتم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۸
شماره صفحه: ۳۲۳-۳۱۱
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2019.1808.1069

مقاله پژوهشی:

اثر کودهای زیستی و جهت قرارگیری بنه‌ها در خاک بر برخی خصوصیات زراعی زعفران

لیلا تبریزی[1*]، الهام عزیزی[2]
۱- استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲- دانشیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
*نویسنده مسئول: *Email: L.tabrizi@ut.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۱۹

چکیده

زعفران، گیاه ارزشمند ادویه‌ای است که در صنایع داروسازی و غذایی کاربرد فراوانی دارد. با وجود توقع پایین این گیاه از نظر عناصر غذایی، تامین مواد غذایی در محیط رشد ریشه‌ها می‌تواند در تولید گل و بنه زعفران مؤثر باشد. این آزمایش با هدف بررسی تأثیر کودهای زیستی و جهت قرارگیری بنه‌های مادری در خاک بر برخی خصوصیات بنه، گل و کلاله زعفران، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در سه سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. تیمارها شامل جهت قرارگیری بنه‌ها (در دو وضعیت افقی و عمودی از نظر جهت قرارگیری رأس بنه) و کودهای زیستی (میکوریزا *Glomus intraradices*، بیوفسفر و عدم مصرف کود یا شاهد) بودند. صفاتی نظیر تعداد گل، وزن تر و خشک گل، کلاله و گلبرگ در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ و وزن تر و خشک و قطر بنه‌ها در دو سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در هر دو سال زراعی، جهت افقی بنه‌های زعفران در خاک بر جهت عمودی از نظر صفات قطر بنه و تعداد بنه در واحد سطح برتری داشت. همچنین قرارگیری افقی بنه‌ها در سال اول، منجر به افزایش وزن تر بنه به مقدار ۲۳/۶ درصد نسبت به وضعیت عمودی بنه‌ها گردید، ولی در سال زراعی دوم، وضعیت عمودی بنه‌ها دارای وزن تر بیشتری (معادل ۶/۳ درصد) در مقایسه با وضعیت افقی بود. در سال اول، تیمار تلفیقی میکوریزا با وضعیت افقی بنه‌ها در خاک، بیشترین وزن تر و خشک بنه در واحد سطح را دارا بود. در سال دوم، بیشترین مقدار دو صفت وزن تر و خشک بنه در واحد سطح، در تیمار تلفیقی اعمال بیوفسفر با وضعیت افقی بنه‌ها مشاهده شد. وزن تر و خشک گل و کلاله در تیمار وضعیت افقی بنه‌های زعفران در مقایسه با وضعیت عمودی بنه‌ها افزایش یافت. بررسی اثر نوع کودهای زیستی بر وزن تر و خشک گل، گلبرگ و کلاله نیز نشان داد که کودهای بیوفسفر و میکوریزا به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار این صفات بودند. مطابق نتایج، در هر دو سال مطالعه خصوصیات گل، برترین تیمار تلفیقی از نظر صفات وزن خشک گل و گلبرگ و وزن تر کلاله، قرارگیری افقی بنه‌ها در خاک تحت شرایط اعمال کود بیوفسفر بود.

واژه‌های کلیدی: بیوفسفر، کلاله، میکوریزا، وزن خشک گل

مقدمه

زعفران در زمره ارزشمندترین گیاهان زراعی است که جایگاه ویژه‌ای در صنایع داروسازی و ادویه‌ای دارد. کشور ایران بزرگترین تولیدکننده زعفران در جهان بوده و در چند سال اخیر میزان تولید زعفران در کشور افزایش قابل توجهی داشته است (*Kafi et al., 2002; Asghari Lafmejani & Eizadi, 2016*). علی‌رغم قدمت کشت زعفران این گیاه در مقایسه با بسیاری از محصولات رایج در کشور از فن‌آوری‌های نوین سهم کمتری داشته و تولید آن عمدتاً متکی بر دانش بومی بوده است (*Koocheki, 2004*). همچنین شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول امری الزامی بوده که بایستی جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد (*Koocheki et al., 1997*). عوامل زیادی نظیر بافت خاک، زمان کشت بنه‌ها، آبیاری، نوع تغذیه، اقلیم، تراکم و عمق کاشت در کمیت و کیفیت بنه و محصول اقتصادی زعفران نقش بسزایی دارند (*Sadeghi, 1993*). تحقیقات نشان می‌دهد که عدم امکان قرار دادن بنه با راس در جهت بالا منجر به تأخیر در سبز شدن و کاهش تولید می‌گردد (*Gresta et al., 2008*). ارسلان و همکاران (*Arsalan et al., 2013*) نیز با بررسی اثر وزن بنه (۶، ۷، ۸ و ۹ سانتی‌متر) و سه سطح روش جایگذاری بنه مادری زعفران در خاک شامل افقی، عمودی و وارونه اظهار داشتند که وزن بنه و طرز قرارگیری آن در خاک بر عملکرد کلاله تأثیر معنی‌داری داشتند، به طوری‌که وزن بنه ۹ سانتی‌متر و همچنین روش کاشت عمودی بنه دارای بیشترین عملکرد کلاله بود.

کشاورزی پیشرفته امروزی با چالش‌های کاهش جهانی باروری و حاصلخیزی خاک و افزایش تقاضای مصرف کنندگان برای محصولات دارای کیفیت بالا و سالم روبروست که لازمه آن، کاربرد کودهای جایگزین با تأثیر بسیار بالا می‌باشد تا تعادل اکولوژیکی طبیعت را حفظ کنند (*Aytekin & Acikgoz, 2008*). کودهای زیستی حاوی گروهی از باکتری‌ها و یا قارچ‌ها بوده که ممکن است توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، افزایش قابلیت جذب فسفات موجود در خاک توسط گیاهان و مهار عوامل بیماری‌زا را داشته باشند (*Zand et al., 2015; Sturz & Christie, 2003*). این کودها، باعث حاصلخیزی خاک، افزایش محصول و فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها در خاک می‌شوند (*Zand et al., 2015*).

تحقیقات نشان می‌دهد که نیاز کودی زعفران، پایین است، ولی دسترسی عناصر غذایی، نقش مهمی در عملکرد گل و کلاله دارد (*Rasouli et al., 2014*)، به طوری‌که حدود ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به عوامل خاکی نظیر میزان ماده آلی، فسفر قابل استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادلی خاک وابسته است (*Temperini et al., 2009*). کوچکی و همکاران (*Koocheki et al., 2009*) با مطالعه اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی و الگوهای کشت پر تراکم بنه زعفران دریافتند که کاربرد کود شیمیایی دلفارد توام با مقادیر چهار و هشت تن در هکتار بنه زعفران، بیشترین عملکرد را در پی داشت. حیدری و همکاران (*Heidari et al., 2014*) با بررسی اثر کودهای شیمیایی و زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی زعفران گزارش کردند که مصرف همزمان ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی به عنوان کارآمدترین تیمار در افزایش عملکرد کلاله و خصوصیات کیفی برگ زعفران عمل کرد. نامبردگان اظهار داشتند که تلقیح بنه‌ها با باکتری‌های *سودوموناس* و *باسیلوس* با اثر بر جذب عناصر غذایی باعث بهبود خصوصیات کیفی و کمی شد.

آیتکین و آسیکگاز (*Aytekin & Acikgoz, 2008*) در بررسی اثر تیمارهای هورمونی و میکروارگانیسم‌ها بر زعفران اظهار داشتند که تلفیق میکروارگانیسم‌های مفید و بیوهوموس بهترین گزینه برای بهبود عملکرد کلاله و بنه زعفران بودند. رسولی و همکاران (*Rasouli et al., 2014*) با بررسی تغییرات اندام‌های زیرزمینی زعفران تحت شرایط کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی گزارش کردند که مصرف تلفیقی کود شیمیایی به میزان ۵۰ درصد مقدار توصیه شده، کود زیستی و ورمی‌کمپوست، بالاترین تعداد، عملکرد تر و خشک بنه‌های اصلی و دختری را تولید کرد. بررسی اثر مصرف کودهای بیولوژیک در کشت زعفران نیز نشان داد که بیشترین تعداد گل در واحد سطح به ترتیب از کاربرد کود نیتروکسین، بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک بدست آمد. استفاده از کود نیتروکسین باعث افزایش وزن تر گل شد، ولی مصرف کود بیوسوپرفسفات تأثیر معنی‌داری بر مقدار این صفت نداشت. همچنین طول

کلاله و خامه زعفران تحت تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک قرار نگرفت (*Alipoor Miandehi et al., 2014*).

احمدی و نظری عالم (*Ahmadi & Nazari Alam, 2015*) با ارزیابی تأثیر کودهای شیمیایی و بیولوژیکی بر عملکرد گل زعفران، گزارش کردند که اثر تیمارهای کودی (عدم مصرف کود، کود بیولوژیک نیتروکسین، کود کامل حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و تیمار تلفیقی کود بیولوژیک نیتروکسین همراه با کود کامل بر تعداد گل، وزن خشک گل، کلاله و بنه معنی‌دار بود. در بین تیمارها، اثر تیمار تلفیقی مصرف کود کامل و نیتروکسین بر تعداد و وزن خشک گل و وزن خشک کلاله در مقایسه با شاهد قابل ملاحظه بود. نامبردگان ذکر کردند که با کاربرد کود نیتروکسین می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد که حرکتی در راستای کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی محسوب می‌شود. رضوانی‌مقدم و همکاران (*Rezvani Moghaddam et al., 2014*) با بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی شامل دو گونه قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae* و *G. intraradices*)، ۶۰ تن در هکتار کود دامی به همراه *G. mosseae*، ۶۰ تن در هکتار کود دامی به همراه *G. intraradices*، دلفارد، کود زیستی بیوآمینوپالیس و عدم مصرف کود (شاهد) بر عملکرد گل و بنه زعفران اظهار داشتند که تیمارهای ۶۰ تن در هکتار کود دامی به همراه*G. intraradices* و کود شیمیایی دلفارد، بیشترین تعداد گل در متر مربع و عملکرد بنه‌های دختری را داشتند. همچنین نامبردگان اظهار داشتند که دو گونه میکوریزا، بر عملکرد گل خشک و بنه‌های دختری، از نظر آماری مؤثر نبودند.

با توجه به اهمیت تغذیه گیاهی و خصوصیات بنه در تولید و عملکرد زعفران و گرایش به کاربرد منابع تغذیه ای زیستی جهت کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش کیفیت محصول، هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر وضعیت قرارگیری بنه‌های زعفران در خاک و دو نوع کود زیستی میکوریزا و بیوفسفر در مقایسه با شرایط عدم اعمال کود بر برخی خصوصیات بنه و گل زعفران بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران در سه سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ در محمدشهر کرج انجام شد. تیمارها شامل جهت قرارگیری رأس بنه مادری در خاک (در دو وضعیت افقی و عمودی) و کودهای زیستی (میکوریزا، بیوفسفر و عدم مصرف کود یا شاهد) بودند.

ابعاد هر کرت آزمایشی ۱×۱/۵ متر و فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته و ۲۰ تن کود دامی در هکتار به کار برده شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری فوقانی خاک بررسی شد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک آزمایش قبل از شروع آزمایش

Table 1. Soil physical and chemical characteristics before experiment start

بافت Texture	واکنش pH	هدایت الکتریکی عصاره اشباع EC *($dS.m^{-1}$)*	مقدار عنصر غذایی Nutrient amount (ppm)		
			نیتروژن کل Total N	فسفر قابل دسترس Available P	پتاسیم قابل دسترس Available K
سیلتی- لوم *Loam- silty*	*7.75*	*1.14*	*298*	*7.1*	*118*

بنه‌ها به وزن ۱۰-۸ گرم با تراکم ۱۰۰ بنه در متر مربع در اواخر شهریور کشت شدند. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری دوم ۱۰ روز بعد از آبیاری اول همراه با سله-شکنی به منظور تسهیل در خروج گل‌ها از خاک انجام شد. تیمارهای میکوریزا به میزان هفت گرم برای هر بنه (افزودن به چاله کشت در زمان کشت) و بیوفسفر طبق دستورالعمل شرکت زیست آسیا بصورت محلول در آب در هفته اول مهرماه اعمال شدند. عملیات سله‌شکنی و وجین نیز به طور مرتب در طول فصل رشد انجام گرفت. صفات مورد بررسی، تعداد گل، وزن تر و خشک گل، کلاله، گلبرگ و بنه‌ها و قطر بنه بود.

نمونه‌برداری از بنه زعفران در دو سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰ و نمونه‌برداری از گل همزمان با شروع گلدهی زعفران از اوایل آبان تا اوایل آذر بسته به دوره گلدهی در طی سال‌های دوم و سوم یعنی سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. گل‌ها به صورت روزانه جمع‌آوری و شمارش گردیدند و سپس جهت تعیین وزن تر و خشک گل و کلاله به آزمایشگاه منتقل شدند. طی دوره رشد رویشی سال‌های اول و دوم، سه بنه از خاک خارج و تعداد بنه‌های دختری، وزن تر، وزن خشک و قطر آنها اندازه‌گیری شد. قطر بنه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری گردید.

تجزیه آماری داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای *MINITAB*، *MSTAT-C* و *EXCEL* صورت گرفت. همچنین از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار حفاظت شده (*FLSD*) برای مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

اثر جهت قرارگیری بنه در خاک و کودهای زیستی بر برخی خصوصیات بنه زعفران

نتایج تجزیه واریانس اثر نوع کود و جهت بنه در خاک بر خصوصیات بنه زعفران در جدول ۲ ذکر شده است. در سال زراعی اول، جهت قرارگیری بنه فقط بر وزن تر ($P\leq$۰/۰۱) و قطر بنه ($P\leq$۰/۰۵) تأثیر معنی‌داری داشت. در سال زراعی دوم نیز، جهت قرارگیری بنه بر تعداد و وزن تر بنه تأثیر معنی‌داری داشت ($P\leq$۰/۰۵).

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر نوع کود و جهت بنه بر برخی خصوصیات بنه زعفران در سال‌های زراعی ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰

Table 2. Variance analysis of the effects of fertilizer and corm direction on some corm traits of saffron in 2010 and 2011

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		تعداد بنه‌های دختری Corm number	وزن تر بنه‌های دختری Fresh weight of daughter corm	وزن خشک بنه‌های دختری Dry weight of daughter corm	قطر بنه‌های دختری Daughter corm diameter
2010					
بلوک *Block*	2	13.932^{ns}	43.599^{ns}	17.461^{ns}	4.590^{ns}
کود (*F*) *Fertilizer (F)*	2	1.210^{ns}	591.194^{ns}	444.865**	23.700**
جهت بنه در خاک (*D*) *Corm direction in soil (D)*	1	8.913^{ns}	2255.681**	16.300^{ns}	10.208*
F×D	2	65.951**	2064.931**	14.605^{ns}	17.687**
خطا *Error*	10	6.784	177.201	20.815	1.757
ضریب تغییرات *CV (%)*		14.620	12.550	10.680	9.33
2011					
بلوک *Block*	2	4.099^{ns}	6.122^{ns}	2.515^{ns}	0.110^{ns}
کود (*F*) *Fertilizer (F)*	2	41.562**	3714.287**	199.424**	11.123**
جهت بنه در خاک (*D*) *Corm direction in soil (D)*	1	17.448*	177.347*	0.332^{ns}	1.097^{ns}
F×D	2	7.258^{ns}	846.192**	179.840**	10.104**
خطا *Error*	10	2.328	26.985	4.363	0.393
ضریب تغییرات *CV (%)*		7.020	4.980	5.640	4.410

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و *ns*: غیر معنی‌دار

***: significant at α=0.01 probability level, *: significant at α=0.05 probability level and ns: non-significant*

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در سال زراعی اول، در بررسی اثر جهت قرارگیری بنه در خاک بر اغلب صفات مورد بررسی در بنه زعفران، جهت افقی بر عمودی برتری داشت، به طوریکه قرارگیری افقی بنه‌ها در خاک، منجر به افزایش وزن تر بنه به مقدار ۲۳/۶ درصد و قطر بنه به مقدار ۱۱/۲ درصد نسبت به وضعیت عمودی بنه‌ها گردید. محتمل است که با کاشت افقی بنه‌های زعفران، سطح تماس جوانه‌های روی بنه با خاک، بیشتر شد که نتیجه آن استقرار بهتر گیاهان و افزایش وزن خشک و قطر بنه بود. در سال زراعی دوم، با قرارگیری بنه‌ها به صورت افقی، تعداد بنه در متر مربع نسبت به وضعیت عمودی بنه‌ها در زمان کاشت به طور معنی‌داری افزایش یافت که افزایش تعداد بنه در متر مربع در وضعیت افقی در مقایسه با وضعیت عمودی بنه‌ها در خاک، معادل ۹/۷ درصد بود. واکنش وزن تر بنه در واحد سطح به وضعیت قرارگیری بنه‌ها در خاک، مشابه با صفت تعداد بنه در واحد سطح نبود؛ به طوری‌که وضعیت عمودی بنه‌ها دارای وزن تر بیشتری (معادل ۶/۳ درصد) در مقایسه با وضعیت افقی بود (جدول ۳).

در سال زراعی اول (۱۳۸۹-۹۰)، اثر نوع کود زیستی بر صفات وزن خشک و قطر بنه از نظر آماری معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). بیشترین وزن خشک بنه در تیمار میکوریزا مشاهده شد و شرایط عدم اعمال کود، رتبه دوم را به خود اختصاص داد. همچنین واکنش قطر بنه به انواع کودها از نظر آماری معنی‌دار بود، به طوری‌که بیشترین قطر بنه در شرایط اعمال بیوفسفر حاصل شد. کمترین مقدار این صفت نیز در شرایط عدم اعمال کود (شاهد) مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار میکوریزا نداشت.

در سال زراعی دوم (۱۳۹۰-۹۱)، اثر نوع کود بر کل صفات مورد بررسی بنه شامل تعداد، وزن تر و خشک و قطر بنه از نظر آماری معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). مطابق نتایج حاصل از تحقیق، بیشترین و کمترین تعداد، وزن تر و وزن خشک بنه زعفران به ترتیب در تیمار کودی بیوفسفر و میکوریزا حاصل شد. بیشترین قطر بنه زعفران در شرایط اعمال میکوریزا و عدم اعمال کود (شاهد) بدست آمد و کمترین قطر بنه در شرایط اعمال بیوفسفر مشاهده شد (جدول ۳). بدیهی است با توجه به عدم فراهمی مواد آلی در خاک اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک نظیر ایران به عنوان منبع تغذیه کربنی برای رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها، ممکن است اثرات مفید کودهای زیستی که حاوی میکروارگانیسم‌های مفید می‌باشند، کمتر قابل مشاهده باشد (*Rezvani Moghaddam et al., 2014*).

اثر متقابل نوع کود و جهت قرارگیری بنه بر کلیه صفات مورد بررسی در بنه به استثنای وزن خشک بنه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برخی خصوصیات بنه تحت تأثیر متقابل نوع کود مصرفی و وضعیت قرارگیری بنه در خاک در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که در سال زراعی اول، در اغلب صفات مورد بررسی در انواع کودهای زیستی، جهت قرارگیری افقی بنه‌ها مطلوب‌تر از جهت عمودی بود. بیشترین تعداد بنه در واحد سطح در تیمارهای تلفیقی اعمال کود میکوریزا با قرارگیری افقی بنه‌ها در خاک، عدم اعمال کود با وضعیت قرارگیری عمودی و افقی بنه‌ها و بیوفسفر با وضعیت عمودی بنه‌های زعفران حاصل شد و تیمارهای دیگر از نظر این صفت با یکدیگر، تفاوت آماری نداشته و رتبه دوم را به خود اختصاص دادند. همچنین تیمار تلفیقی میکوریزا با وضعیت افقی بنه‌ها در خاک، بیشترین وزن تر و خشک بنه در واحد سطح را دارا بود. در شرایط اعمال بیوفسفر و وضعیت قرارگیری افقی بنه‌ها در خاک، قطر بنه به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی تیمارهای دیگر از این نظر باهم اختلاف آماری نداشتند.

در سال زراعی دوم، اثر متقابل دو تیمار مورد بررسی نیز بر کل خصوصیات اندازه گیری شده بنه به جز وزن خشک آن معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱). بیشترین مقدار دو صفت وزن تر و خشک بنه در واحد سطح در تیمار تلفیقی اعمال بیوفسفر با وضعیت افقی بنه‌ها مشاهده شد. همچنین در تیمارهای کودی اعمال میکوریزا و عدم اعمال کود همراه با وضعیت افقی بنه‌ها، بیشترین قطر بنه زعفران حاصل شد (جدول ۳). شاید دلیل کاهش قطر بنه در تیمار بیوفسفر، رقابت میکروارگانیسم‌های موجود در خاک با گیاه زعفران باشد. همچنین دسترسی بیشتر به فسفر در این تیمار کودی منجر به اختصاص بیشتر به اندام‌های زایشی و کاهش رشد اندام‌های زیرزمینی شده است.

قارچ میکوریزا از جمله مهمترین قارچ‌های همزیست با گیاهان هستند که در افزایش حجم ریشه و قابلیت جذب عناصر غذایی مؤثر است. بدیهی است حضور این قارچ در

خاک می‌تواند در تولید زعفران مؤثر باشد (*Zand et al., 2015*). رسولی و همکاران (*Rasouli et al., 2015*) با بررسی کودهای شیمیایی و غیرشیمیایی (آلی و زیستی) بر عملکرد بنه زعفران اظهار داشتند که تیمار کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده و کود زیستی و ورمی کمپوست، بالاترین تعداد، عملکرد تر و خشک بنه‌های اصلی و دختری را تولید نمود. ریوندی (*Rivandi, 2014*) با بررسی اثر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر خصوصیات بنه زعفران گزارش کرد که وزن و تعداد بنه و تعداد جوانه در بنه از نظر آماری، تحت تأثیر مستقل میکروارگانیسم‌های مؤثر و هیومیک اسید و اثر متقابل این دو تیمار قرار گرفت.

جدول ۳. اثر متقابل نوع کود و جهت بنه بر برخی خصوصیات بنه زعفران در سال‌های زراعی ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰

Table 3. The interaction effects of fertilizer and corm direction on some corm traits of saffron in 2010 and 2011

کود Fertilizer	جهت بنه Corm direction	تعداد بنه‌های دختری در متر مربع Daughter corm number per m^2	وزن تر بنه‌های دختری Fresh weight of daughter corm *($g.m^{-2}$)*	وزن خشک بنه‌های دختری Dry weight of daughter corm *($g.m^{-2}$)*	قطر بنه‌های دختری Daughter corm diameter *(mm)*
2010					
میکوریزا *Mycorrhiza*	افقی *Horizontal*	*20.667^{a}*	*143.889^{a}*	*53.543^{a}*	*12.176^{b}*
	عمودی *Vertical*	*14.444^{b}*	*91.222^{cd}*	*50.278^{a}*	*13.889^{b}*
بیوفسفر *Biophosphorous*	افقی *Horizontal*	*14.667^{b}*	*117.500^{b}*	*34.000^{a}*	*19.065^{a}*
	عمودی *Vertical*	*20.444^{a}*	*84.000^{d}*	*35.667^{a}*	*13.944^{b}*
شاهد *Control*	افقی *Horizontal*	*16.000^{ab}*	*90.500^{cd}*	*43.500^{a}*	*13.648^{b}*
	عمودی *Vertical*	*20.667^{a}*	*109.500^{bc}*	*39.389^{a}*	*12.537^{b}*
LSD (5%)		*4.738*	*24.220*	*8.300*	*2.411*
2011					
میکوریزا *Mycorrhiza*	افقی *Horizontal*	*19.259^{a}*	*73.333^{d}*	*30.630^{c}*	*15.936^{a}*
	عمودی *Vertical*	*18.222^{a}*	*90.333^{c}*	*37.074^{b}*	*13.993^{b}*
بیوفسفر *Biophosphorous*	افقی *Horizontal*	*23.889^{a}*	*141.500^{a}*	*49.852^{a}*	*11.405^{c}*
	عمودی *Vertical*	*23.500^{a}*	*120.556^{b}*	*37.481^{b}*	*13.907^{b}*
شاهد *Control*	افقی *Horizontal*	*25.000^{a}*	*88.556^{c}*	*30.148^{c}*	*16.082^{a}*
	عمودی *Vertical*	*20.519^{a}*	*111.333^{b}*	*36.889^{b}*	*14.040^{b}*
LSD (5%)		*2.776*	*9.451*	*3.800*	*1.140*

*در هر سال، میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری بر اساس آزمون *LSD*، تفاوت معنی‌داری ندارند.

**In each year, means with the similar letters in the each column are not significantly different at p <0.05 based on LSD test.*

اثر وضعیت قرارگیری بنه در خاک و کودهای زیستی بر برخی خصوصیات گل زعفران

در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰، صفت تعداد گل در واحد سطح فقط تحت تأثیر نوع کود زیستی واقع شد و جهت قرارگیری بنه‌ها در خاک و اثر متقابل این دو تیمار، تأثیر آماری معنی‌داری بر تعداد گل نداشت ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۴). بیشترین تعداد گل در واحد سطح در تیمار کود زیستی بیوفسفر مشاهده شد که با تیمار کودی میکوریزا و شرایط عدم اعمال کود، از این نظر، تفاوت آماری معنی‌داری نداشته است.

جدول ۴. تجزیه واریانس نوع کود و جهت بنه بر برخی خصوصیات گل و عملکرد زعفران در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱

Table 4. Variance analysis of the effects of fertilizer and corm direction on some flower traits and yield of saffron in 2010 and 2011

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares						
		تعداد گل Flower number	وزن تر کل گل Total fresh weight of flower	وزن خشک کل گل Total dry weight of flower	وزن تر گلبرگ Fresh petal weight	وزن خشک گلبرگ Dry petal weight	وزن تر کلاله Fresh stigma weight	وزن خشک کلاله Dry stigma weight
2011								
بلوک *Block*	*2*	*235.185^{ns}*	*4.303^{ns}*	*0.733^{ns}*	*3.268^{ns}*	*0.714^{ns}*	*0.126^{ns}*	*0.002^{ns}*
کود (*F*) *Fertilizer (F)*	*2*	*2793.825***	*858.906***	*0.709***	*797.946***	*7.038***	*3.534***	*0.089***
جهت بنه در خاک (*D*) *Corm direction in soil (D)*	*1*	*126.718^{ns}*	*175.750***	*0.395^{ns}*	*201.322***	*0.432^{ns}*	*0.869***	*0.001^{ns}*
F×D	*2*	*390.194^{ns}*	*534.251***	*1.217^{ns}*	*477.237***	*1.380^{ns}*	*3.123***	*0.039***
خطا *Error*	*10*	*184.991*	*13.490*	*0.577*	*13.625*	*0.571*	*0.033*	*0.002*
ضریب تغییرات *CV (%)*		*12.950*	*8.310*	*16.980*	*9.090*	*18.750*	*5.120*	*10.520*
2012								
بلوک *Block*	*2*	*64.817^{ns}*	*45.367^{ns}*	*1.624^{ns}*	*20.287^{ns}*	*1.476**	*0.652^{ns}*	*0.004^{ns}*
کود (*F*) *Fertilizer (F)*	*2*	*4319.438***	*243.758***	*6.949***	*249.703***	*4.857***	*3.050**	*0.194***
جهت بنه در خاک (*D*) *Corm direction in soil (D)*	*1*	*240.784^{ns}*	*65.144^{ns}*	*9.836***	*161.425**	*7.775***	*3.186**	*0.121***
F×D	*2*	*5132.194***	*751452***	*6.828***	*514.145***	*4.908***	*5.034***	*0.175***
خطا *Error*	*10*	*191.079*	*33.793*	*0.445*	*33.686*	*0.337*	*0.519*	*0.012*
ضریب تغییرات *CV (%)*		*7.160*	*8.650*	*7.110*	*9.390*	*7.130*	*10.680*	*8.690*

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و *ns*: غیر معنی‌دار

***: significant at α=0.01 probability level, *significant at α=0.05 probability level and ns: non significant*

در سال زراعی دوم (۱۳۹۱-۹۲) نیز اثر نوع کود مصرفی و اثر متقابل نوع کود زیستی و جهت قرارگیری بنه بر صفت تعداد گل در واحد سطح از نظر آماری معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۴). همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در سال زراعی اول، نوع کود و وضعیت قرارگیری بنه‌ها، صفت وزن تر گل را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد ($P\leq$۰/۰۱).

وزن تر گل در تیمار وضعیت افقی بنه‌های زعفران، معادل ۱۵/۲ درصد در مقایسه با وضعیت عمودی بنه‌ها افزایش یافت. بررسی اثر نوع کودهای زیستی بر وزن تر گل نیز نشان داد که کودهای بیوفسفر و میکوریزا به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار این صفت بودند. در سال زراعی دوم، فقط تأثیر نوع کود بر وزن تر گل زعفران از نظر آماری معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱). بیشترین وزن تر گل در تیمار کودی میکوریزا مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با شاهد نداشت و تیمار بیوفسفر رتبه دوم را از این نظر به خود اختصاص داد (جدول ۵).

در سال زراعی اول فقط نوع کود مصرفی بر وزن خشک گل تأثیر معنی‌داری داشت و اثر جهت قرار گیری بنه زعفران در خاک و اثر متقابل آن با نوع کود مصرفی بر این صفت از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p\leq$۰/۰۵). در سال زراعی دوم نیز اثر دو تیمار نوع کود مصرفی و جهت قرار گیری بنه در خاک و اثر متقابل این دو بر وزن خشک گل از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۴). به طوری‌که با کاشت افقی بنه‌ها، وزن خشک گل به مقدار ۱۷/۱ درصد در مقایسه با کاشت عمودی بنه‌ها افزایش یافت (جدول ۵). ممکن است دلیل برتری وضعیت قرارگیری افقی بنه‌ها از نظر وزن خشک گل در مقایسه با وضعیت عمودی، سطح تماس بیشتر بنه با خاک و در نتیجه فعالیت بیشتر جوانه‌های جانبی روی بنه و استقرار بهتر بنه‌ها در خاک باشد.

همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در سال زراعی اول، نوع کود، تأثیر آماری معنی‌داری بر وزن خشک گل زعفران داشت. به طوری‌که اعمال کود بیوفسفر منجر به افزایش وزن خشک گل زعفران به مقدار ۳۳/۳ درصد در مقایسه با شرایط عدم اعمال کود (شاهد) گردید. بدیهی استفاده از کودهایی که دسترسی فسفر را برای گیاهان افزایش می‌دهند منجر به رشد زایشی بهتر و بیشتر خواهند شد. در سال دوم زراعی اعمال کود زیستی میکوریزا و عدم اعمال کود دارای بیشترین وزن خشک گل بودند. محتمل است که در سال دوم زراعی و پس از استقرار گیاهان، عملکرد زعفران نسبت به سال اول در شرایط عدم اعمال کود (شاهد) افزایش یافت. همچنین محتمل است که در تیمار میکوریزا نیز با افزایش رشد قارچ میکوریزا و به تبع آن، افزایش سطح جذب ریشه‌ها عملکرد گل زعفران افزایش یافت.

در هر دو سال زراعی مورد بررسی، وزن تر گلبرگ تحت تأثیر تیمارهای وضعیت قرارگیری بنه زعفران، نوع کود مصرفی و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۵). در سال زراعی اول و دوم، با کاشت افقی بنه‌ها، وزن تر گلبرگ به ترتیب معادل ۱۸/۰ و ۱۰/۲ درصد نسبت به کاشت عمودی بنه‌های زعفران، افزایش یافت و به ترتیب به ۴۳/۹ و ۶۴/۸ گرم در متر مربع رسید. نتایج نشان داد که واکنش وزن تر گلبرگ به نوع کود زیستی مصرفی در دو سال مورد بررسی، مشابه نبود، به طوری‌که در سال زراعی اول، بیشترین وزن تر گلبرگ در تیمار کودی بیوفسفر مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با شرایط عدم اعمال کود (شاهد) نداشت ولی در سال زراعی دوم بیشترین مقدار این صفت در شرایط اعمال میکوریزا و شاهد مشاهده شد (جدول ۵).

همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در سال اول، فقط نوع کود بر وزن خشک گلبرگ زعفران به طور معنی‌داری مؤثر بود، ولی در سال دوم، کلیه تیمارها، تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک گلبرگ داشت ($P\leq$۰/۰۱). همچنین در هر دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱، تیمارهای وضعیت قرارگیری بنه در خاک، نوع کود مصرفی و اثر متقابل این دو تیمار بر وزن تر کلاله تأثیر معنی‌داری داشتند ($p\leq$۰/۰۵). در سال زراعی اول، وضعیت عمودی بنه‌ها در خاک باعث افزایش وزن تر کلاله گردید. قرارگیری افقی بنه‌های زعفران نیز، وزن خشک گلبرگ و وزن تر کلاله را در سال دوم به طور معنی‌دار و به ترتیب معادل ۱۷/۳ و ۱۴/۳ درصد در مقایسه با قرارگیری عمودی بنه‌ها افزایش داد. همچنین در سال زراعی اول بیشترین مقدار وزن خشک گلبرگ و وزن تر کلاله در تیمار کودی بیوفسفر حاصل شد. در سال زراعی دوم نیز بیشترین مقدار این دو صفت در شرایط اعمال میکوریزا و عدم اعمال کود مشاهده شد.

جدول ۵. اثر متقابل نوع کود و جهت بنه بر برخی خصوصیات گل و عملکرد زعفران در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱

Table 5. The interaction effects of fertilizer and corm direction on some flower traits and yield of saffron in 2010 and 2011

کود Fertilizer	جهت بنه Corm direction	تعداد گل در متر مربع Flower number per m^2	وزن تر کل گل Total fresh weight of flower ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کل گل Total dry weight of flower ($g.m^{-2}$)	وزن تر گلبرگ Fresh petal weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک گلبرگ Dry petal weight ($g.m^{-2}$)	وزن تر کلاله Fresh stigma weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله Dry stigma weight ($g.m^{-2}$)
2011								
میکوریزا *Mycorrhiza*	افقی *Horizontal*	75.796^{a*}	26.271^{d}	2.841^{d}	24.101^{d}	2.555^{a}	2.169^{e}	0.287^{c}
	عمودی *Vertical*	94.270^{a}	35.070^{c}	3.873^{cd}	30.799^{cd}	3.511^{a}	4.271^{b}	0.362^{c}
بیوفسفر *Biophosphorous*	افقی *Horizontal*	134.241^{a}	53.517^{b}	6.104^{a}	48.912^{b}	5.579^{a}	4.605^{a}	0.525^{b}
	عمودی *Vertical*	121.558^{a}	53.393^{b}	5.396^{ab}	49.086^{b}	4.787^{a}	4.307^{ab}	0.610^{a}
شاهد *Control*	افقی *Horizontal*	97.068^{a}	62.106^{a}	4.029^{bcd}	58.814^{a}	3.498^{a}	3.293^{c}	0.531^{ab}
	عمودی *Vertical*	107.197^{a}	$34.682c$	4.594^{bc}	31.876^{c}	4.263^{a}	2.807^{d}	0.331^{c}
LSD (5%)		*24.740*	*6.682*	*1.382*	*6.715*	*1.375*	*0.330*	*0.081*
2012								
میکوریزا *Mycorrhiza*	افقی *Horizontal*	183.556^{b}	67.922^{ab}	10.170^{a}	61.236^{a}	8.856^{a}	6.686^{a}	1.315^{a}
	عمودی *Vertical*	221.000^{a}	77.819^{a}	9.673^{a}	70.052^{a}	8.268^{a}	7.337^{a}	1.405^{a}
بیوفسفر *Biophosphorous*	افقی *Horizontal*	199.500^{ab}	75.108^{a}	10.107^{a}	67.728^{a}	8.801^{a}	7.380^{a}	1.306^{a}
	عمودی *Vertical*	126.000^{c}	45.474^{c}	6.181^{b}	40.981^{b}	5.427^{b}	4.494^{b}	0.754^{b}
شاهد *Control*	افقی *Horizontal*	206.889^{ab}	64.209^{b}	10.090^{a}	65.427^{a}	8.755^{a}	7.431^{a}	1.336^{a}
	عمودی *Vertical*	221.000^{a}	72.532^{ab}	10.078^{a}	65.390^{a}	8.772^{a}	7.141^{a}	1.306^{a}
LSD (5%)		*25.150*	*10.580*	*1.214*	*10.560*	*1.056*	*1.311*	*0.199*

* در هر سال، میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری بر اساس آزمون *LSD*، تفاوت معنی‌داری ندارند.

**In each year, means with the similar letters in the each column are not significantly different at $p \leq 0.05$ based on LSD test.*

در سال اول، اثر وضعیت قرارگیری بنه بر وزن خشک کلاله از نظر آماری معنی‌دار نبود، ولی نوع کود مصرفی، تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک کلاله داشت (جدول ۴). در سال زراعی دوم نیز اثر تیمارها و تأثیر متقابل آن‌ها بر وزن خشک کلاله از نظر آماری معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱)، به طوری‌که با قرارگیری افقی بنه‌ها در خاک، وزن خشک کلاله با ۱۴/۲ درصد در مقایسه با وضعیت عمودی بنه‌ها در خاک افزایش نشان داد (جدول ۵). ارسلان و همکاران (*Arsalan et al., 2013*) گزارش کردند که طرز قرارگیری بنه در خاک شامل افقی، عمودی و وارونه بر عملکرد کلاله زعفران تأثیر معنی‌داری داشتند، به طوری‌که روش کاشت عمودی بنه دارای بیشترین عملکرد کلاله مادگی بود.

نتایج بررسی اثر کودهای زیستی میکوریزا و بیوفسفر بر وزن خشک کلاله در واحد سطح در سال زراعی اول حاکی از آن بود که با اعمال کود بیوفسفر، وزن خشک کلاله در واحد سطح به مقدار ۳۱/۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت و به ۰/۶گرم در واحد سطح رسید. در سال زراعی دوم، نتیجه متفاوتی در مقایسه با سال زراعی اول حاصل شد، به طوری‌که اعمال میکوریزا و شرایط عدم اعمال کود دارای بیشترین وزن خشک کلاله بودند و کمترین مقدار این صفت در شرایط اعمال کود بیوفسفر حاصل شد (جدول ۵).

نتایج حاکی از آن بود که اغلب صفات مورد بررسی گل زعفران، در تیمارهای کودی مختلف، با قرارگیری افقی بنه‌ها در مقایسه با وضعیت عمودی، افزایش معنی‌داری نشان داد. در سال زراعی اول، اثر متقابل نوع کود و وضعیت قرارگیری بنه‌های زعفران در خاک بر تعداد گل زعفران در واحد سطح از نظر آماری معنی‌دار نبود. بیشترین وزن خشک گل و کلاله نیز در شرایط اعمال کود زیستی میکوریزا در وضعیت افقی و عمودی بنه‌ها در خاک حاصل شد. مقایسه میانگین-های تعداد گل در واحد سطح در سال زراعی دوم، تحت تأثیر متقابل وضعیت قرارگیری بنه و نوع کود نشان داد که بیشترین تعداد گل زعفران با وضعیت قرارگیری عمودی بنه تحت شرایط اعمال میکوریزا و عدم اعمال کود حاصل شد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمارهای وضعیت افقی بنه تحت شرایط کودی بیوفسفر و شاهد نداشت. همچنین در سال زراعی دوم به استثنای تیمار وضعیت عمودی بنه در خاک به همراه کاربرد کود بیوفسفر، بقیه تیمارها از نظر وزن خشک گل، گلبرگ و کلاله در یک سطح آماری بوده و با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). از دلایل عدم تفاوت کاربرد کود میکوریزا و عدم اعمال کود از نظر وزن خشک گل و کلاله در سال دوم و پس از استقرار گیاهان در زمین اصلی، می‌توان به مواردی نظیر مواد آلی نسبتاً پایین در خاک اشاره کرد. این میکروارگانیسم‌ها، *pH* خنثی تا اسیدی را بیشتر می‌پسندند و با توجه به اینکه جهت تکثیر و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاهان مختلف به گذشت زمان طولانی نیازمندند، ممکن است که اثرات مفید آن ها بر عملکرد دیرتر بروز کرده و یا آشکار نشود.

کوچکی و همکاران (*Koocheki et al., 2011*) با بررسی اثر تراکم بنه و کودهای زیستی و شیمیایی شامل نیتروکسین، دلفارد و شاهد بر عملکرد گل و بنه زعفران دریافتند که اثر تیمارهای کودی بر تعداد گل، وزن تر و خشک گل و کلاله در سال‌های آزمایش معنی‌دار بود. اثر تیمارهای کودی بر تعداد بنه، وزن تر و خشک بنه در سال دوم آزمایش نیز معنی‌دار بود. بیشترین تعداد گل، وزن خشک گل، وزن خشک کلاله و وزن خشک بنه در تیمار کود دلفارد مشاهده شد، در حالی‌که کمترین تعداد گل، وزن خشک گل، وزن خشک کلاله و وزن خشک بنه در سه سال آزمایش مربوط به تیمار نیتروکسین بود.

در بین میکروارگانیسم‌ها، باکتری *Pseudomonas sp* به عنوان باکتری حل‌کننده فسفر با تولید سیدروفورهای حاوی آهن موجب جذب و رهاسازی این عنصر تنها برای گیاهان همزیست می‌شود. همچنین با کاهش *pH* خاک منجر به آزادسازی بیشتر عناصر آن می‌شود (*Rasouli et al., 2014; Han & Supanjani Lee, 2006*). ریوندی (*Rivandi, 2014*) با بررسی اثر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر عملکرد زعفران گزارش کرد که کاربرد کود زیستی به همراه هیومیک اسید به صورت خاکزی، عملکرد قابل قبولی را از لحاظ اقتصادی به همراه داشت. محفوظ و شرف‌الدین (*Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007*) با بررسی تأثیر مصرف کودهای بیولوژیکی (حاوی *Azotobacter chroococcum, Azospirillum liboferum* و *Bacillus megatherium*) همراه با مصرف کودهای شیمیایی در ۵۰ درصد مقدار توصیه شده بر عملکرد رازیانه (*Foeniculum vugare L.*) دریافتند که ارتفاع، تعداد شاخه، وزن خشک و وزن تر این گیاه در مقایسه با تیمار کود شیمیایی به تنهایی افزایش یافت. بیشترین مقدار اسانس نیز در تیمار کود بیولوژیک همراه با

کود شیمیایی در ۵۰ درصد مقدار توصیه شده بدست آمد. شاهین و همکاران (*Shaheen et al., 2007*) نیز با بررسی تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک حاوی *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* و مصرف مقادیر متفاوت کود شیمیایی از نوع سولفات آمونیوم (مقدار توصیه شده و ۵۰ درصد مقدار توصیه شده) بر روی دو رقم *Abelmoschus esculentus L.* دریافتند که مصرف کودهای بیولوژیک به تنهایی و تیمارهای ترکیبی کودهای بیولوژیک و ۵۰ درصد کود شیمیایی منجر به افزایش عملکرد این گیاه در مقایسه با تیمار کود شیمیایی به تنهایی شد.

نتیجه‌گیری

علی‌رغم آن که استفاده از کودهای شیمیائی در سه دهه گذشته موفقیت‌های چشمگیری را در افزایش محصولات کشاورزی داشته است، ولی به علت اثرات سوء کودهای شیمیایی بر ویژگی‌های کیفی گیاهان دارویی و در راستای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، مصرف کودهای بیولوژیک نیز مورد توجه محققان قرار گرفته است. مطابق نتایج این تحقیق، کاشت افقی بنه‌ها در خاک، نقش مؤثری در بهبود اغلب صفات زراعی زعفران داشت. برترین تیمار تلفیقی از نظر صفات وزن خشک گل و گلبرگ و وزن تر کلاله در هر دو سال، قرارگیری افقی بنه‌ها در خاک تحت شرایط اعمال کود بیوفسفر بود. چنین استنباط می‌شود که کمبود مواد آلی خاک ممکن است منجر به نمود کمتر و کاهش تأثیر مثبت میکوریزا در افزایش عملکرد گل و بنه زعفران شود. با توجه به تأثیر متقابل محیط و میکروارگانیسم‌ها بر رشد کمی و کیفی گیاهان دارویی، مصرف کودهای زیستی باید با بررسی شرایط و عوامل محیطی و خاکی در ریزوسفر صورت گیرد.

منابع

Ahmadi, A., and Nazari Alam, J., 2015. Effects of biological and chemical fertilizers on quantity yield of saffron (Crocus sativus L.) in different planting densities. J. Saffron Res. 3(1), 51-63. [In Persian with English Summary].

Alipoor Miandehi, Z., Mahmodi, S., Behdani, M.A., and Sayyari, M.H., 2014. Effect of manure, bio-and chemical- fertilizers and corm size on saffron (Crocus sativus L.) yield and yield components. J. Saffron Res. 1(2), 73-84. [In Persian with English Summary].

Arsalan, N., Ipek, A., Rahimi, A., and Ipek, G., 2013. The effects of placement position and corm size of saffron (Crocus sativus L.) on stigma and corm yields in Ankara conditions. J. Herb. Drug. 4(1), 1-6.

Asghari Lafmejani, S., and Eizadi, A., 2016. Investigation of saffron role in job creation for rural families (Case study: Roshtkhar Rural District). J. Saffron Res. 4(2), 210-228. [In Persian with English Summary].

Aytekin, A., and Acikgoz, O., 2008. Hormone and microorganism treatments in the cultivation of saffron (Crocus sativus L.) plants. Molecules. 13, 1135-1147.

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, G., and Ruberto, G., 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A review. Agron. Sust. Dev. 28(1), 95-112.

Han, H.S., and Supanjani Lee, K.D., 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil Environ. 52(3), 130-136.

Heidari, Z., Besharati, H., and Maleki Farahani, S., 2014. Effect of some chemical fertilizer and biofertilizer on quantitative and qualitative characteristics of saffron. Saffron Agron. & Technol. 2(3), 187- 89. [In Persian].

Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Molafilabi, A., 2002. Saffron Production and Processing. Zaban and Adab, Iran. 280 p. [in Persian].

Koocheki, A., 2004. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to saffron production in Iran. Acta Hort. (ISHS) 650, 175-182.

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammadabadi, A.A., 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria. J. Water Soil. 25(1), 196-206. [In Persian with English Summary].

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., Mohammad-Abadi, A.A., and Jahan, M., 2009. Effects of biofertilizer and inorganic fertilizer on generative growth and yield of saffron under high corm density. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.

Koocheki, A., Nassiri Mahalati, M., Azizi, G., and Siahmarguee, A., 2011. Effect of fertilizer type and weed control on quantitative and qualitative characteristics of Teucrium polium. J. Hort. Sci. 25(3), 267-279. [In Persian with English Summary].

Koocheki, A., Soltani, A., and Azizi, M., 1997. Plant Ecophysiology. Mashhad University Jihad, Iran. 272 p. [in Persian].

Mahfouz, S.A., and Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (Foeniculum vulgare Mill.). Int. Agrophysic. 21, 361-366.

Rasouli, Z., Maleki Farahani, S., and Besharati, H., 2014. Saffron underground organs as affected by organic, biological, and chemical fertilizers. Iran. J. Soil Res. 28(2), 295-312. [In Persian with English Summary].

Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Mollafilabi, A., and Seyyedi, M., 2014. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yield of saffron (Crocus sativus L.). Iran. J. Field Crop Res.. 15(3), 234-246. [In Persian with English Summary].

Rivandi, H., 2014. Effect of chemical, organic and biological fertilizers on growth characteristics of saffron. MSc. Thesis of Azad University of Sabzevar, Ian. [In Persian].

Sadeghi, B., 1993. The effect of corm weight on saffron flowering. Scientific and Industrial Research Organization of Khorasan, Iran. 73 p. [in Persian].

Shaheen, A.M., Fatma, A., Rizk, O., Sawan, M., and Ghoname, A.A., 2007. The integrated use of bio-inoculants and chemical nitrogen fertilizer on growth, yield and nutritive value of two okra (Abelmoschus esculentus, L.) cultivars. Aust. J. Basic Appl. Sci. 1, 307-312.

Sturz, A.V., and Christie, B.R., 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: The management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil Till. Res. 72, 107-123.

Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael, Y., 2009. Evaluation of saffron (Crocus sativus L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Food, Agric. Environ. 7(1), 19-23.

Zand, A., Riahi, H., Shariatmadari, Z., and Zanganeh, S., 2015. Effect of Funneliformis moseae mycorrihza symbiosis on growth and yield of Crocus sativus L. J. Saffron Res. 2(2), 141-151. [In Persian with English Summary].

Journal of Saffron Research (semi-annual)

Vol.7, No.2, Fall & Winter, 2019-2020

p. 311-323

http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2019.1808.1069

University of Birjand

Original Article:

Effects of Biofertilizers and Corm Direction in Soil on some Agronomic Traits of Saffron

Leila Tabrizi[1*], Elham Azizi[2]

1- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2- Associate Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Iran

**Corresponding author E-mail: L.tabrizi@ut.ac.ir*

Received 14 August 2018; Accepted 09 June 2019

Abstract

Saffron is a valuable spice plant applied in the pharmaceutical and food industries. Despite low expectations for plant nutrients, food supply in plants' Rhizosphere can be effective in the production of flowers and corms of saffron. This experiment was conducted in order to investigate the effects of biofertilizers inoculation and mother corm direction in soil on some corm, flower and stigma traits of saffron. An experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications at research farm of Faculty of Agriculture, Tehran University during 2010 to 2013. Treatments included mother corm direction in two levels (horizontal and vertical) and biofertilizers (with mycorrhiza and biophosphorous inoculation, and control). In this experiment, traits such as flower number, fresh and dry weight of flower, stigma, petal and corms and corm diameter was measured. The results indicated that in both years of corm study, horizontal direction of saffron corm in soil was superior to vertical direction for corm diameter and number per square meter. Also, in first year, fresh weight of corms in horizontal direction of corms was 23.6% higher than vertical direction, but in second year, vertical direction caused more fresh weight of corm (6.3%) than the horizontal direction. In the first year, the most fresh and dry weight of corms was obtained in integrated treatment of mycorrhiza and horizontal direction of corms in soil. In second year, the most of these traits was observed in integrated treatment of biophosphorous and horizontal direction of corms in soil. Fresh and dry weight of flower and stigma increased in horizontal direction treatment compared to vertical direction of corms. Investigation of biofertilizer effect on fresh and dry weight of flower, petal and stigma showed that the highest and the lowest of these traits were in biophosphorous and mycorrhiza fertilizers, respectively. According to results, in both years of study of flower traits, the best treatment for dry weight of flower and petal and fresh weight of stigma was integrated treatment horizontal direction of corm under the application of biophosphorous fertilizer.

Keywords: Biophosphorous, Dry flower weight, Mycorrhiza, Stigma.