



تأثیر مصرف خاکی و محلول پاشی ریزجانداران مؤثر بر ویژگی‌های رشدی زعفران در حضور کودهای شیمیایی و آلی

حسن ریوندی^۱، حمید مروی^۲ و متین جامی معینی^{۳*}

تاریخ پذیرش: ۱۱ دی ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۲۴ خرداد ۱۳۹۴

چکیده

به منظور بررسی اثر روش مصرف ریزجانداران مؤثر بر ویژگی‌های رشدی زعفران در حضور کودهای شیمیایی و آلی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ در شهرستان ششتمد خراسان رضوی انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی آزمایش شامل روش مصرف ریزجانداران مؤثر (EM) در سه سطح عدم مصرف، مصرف خاکی EM و محلول پاشی EM و فاکتور فرعی شامل مصرف کودهای آلی و شیمیایی در چهار سطح عدم مصرف، مصرف خاکی اسید هیومیک، مصرف خاکی کود 20, 20, 20+TE و مصرف خاکی اسید هیومیک + مصرف خاکی 20, 20, 20+TE بودند. نتایج نشان داد که مصرف خاکی و محلول پاشی EM ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار نداد، اما باعث افزایش معنی‌دار تعداد بانه، عملکرد بانه، وزن خشک اندام هوایی و تعداد جوانه در هر بانه در مقایسه با شرایط عدم مصرف EM گردید. متوسط وزن بانه در واکنش به مصرف خاکی و محلول پاشی EM کاهش یافت. بیشترین تعداد بانه (۲۲۰/۳۳ در مترمربع)، عملکرد بانه (۱۰۲۳/۳۳ گرم در مترمربع) و وزن خشک اندام هوایی (۴۳/۰۲ گرم در مترمربع) در تیمار مصرف خاکی EM، بیشترین تعداد جوانه در بانه (۸/۶۸) در تیمار محلول پاشی EM و بیشترین متوسط وزن بانه (۵/۱۰ گرم) در شرایط عدم مصرف EM به دست آمد. استفاده از کود 20, 20, 20+TE و همچنین مصرف تلفیقی اسید هیومیک و کود 20, 20, 20+TE باعث افزایش تعداد بانه، عملکرد بانه، وزن خشک اندام هوایی و تعداد جوانه در بانه در مقایسه با شرایط عدم مصرف کود و همچنین مصرف خاکی اسید هیومیک گردید. بیشترین متوسط وزن بانه در تیمار مصرف خاکی اسید هیومیک به دست آمد. مصرف خاکی و محلول پاشی EM باعث بهبود واکنش ویژگی‌های رشدی زعفران به مصرف کودهای آلی و شیمیایی گردید. با توجه به نتایج، مصرف خاکی EM و کود 20, 20, 20+TE جهت تولید حداکثر عملکرد بانه در زعفران قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: اسید هیومیک، کود زیستی، عملکرد بانه، محلول پاشی.

مقدمه

نام علمی *Crocus sativas* L. است که تکثیر آن از طریق بانه انجام می‌گیرد. زعفران به خاطر نیاز آبی کم، اشتغال‌زایی بالا، درآمدزایی مناسب، ارزآوری خوب، تحمل شرایط سخت زیستی در برابر گرما و سرما و بیماری‌ها و آفات، خواص دارویی و غذایی، از دیرباز یک محصول باارزش بوده است. زعفران گیاهی

زعفران گیاهی است چندساله و تک‌لپه از خانواده زنبقیان، با

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران.

۲- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران.

۳- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران.

*- نویسنده مسئول: (m_jamimoeini@yahoo.com)

در بررسی تأثیر کودهای نیتروژنی، فسفری و پتاسیمی و همچنین کاربرد کود گاوی بر تولید زعفران نشان داده شده است که در خاک‌هایی که از نظر ماده آلی فقیرند، کاربرد کود گاوی مهم‌ترین عامل افزایش در تولید زعفران می‌باشد (Behzad et al., 1992). استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تازه و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد (Behdani et al., 2005). فرهمند فرد و همکاران (Farahmand Fard et al., 2011) گزارش کردند استفاده از کود دامی نسبت به کودهای کمپوست و ورمی کمپوست اثر بهتری بر عملکرد و نیز صفات رویشی زعفران داشته است.

یکی دیگر از انواع کودهای کم‌خطر برای محیط زیست، کودهای زیستی می‌باشند که در آن‌ها از تأثیر ریزجانداران بر روابط خاک و گیاه بهره برده می‌شود. کودهای زیستی، حاوی ریزسازواره‌های مفید در تغذیه گیاه می‌باشند که می‌توانند مشتمل بر گروه‌های مختلف از قبیل باکتریها، قارچ‌ها، اکتینومیست‌ها و مانند آن باشند. امروزه استفاده از این کودها در جهت گام برداشتن به سوی کشاورزی پایدار و استفاده از اثرات مفید آن‌ها رو به افزایش است (Rasooli et al., 2013). کود بیولوژیک^۱ EM^۱ حاوی ۱۲۰ نوع ارگانسیم هوازی و بی‌هوازی است که در کنار یکدیگر فعالیت می‌کنند و هنگامی که در تماس با مواد آلی موجود در خاک قرار گیرند، انواع مواد سودمند را در خاک تولید می‌کنند و با تقویت سیستم ریشه زنی و قدرت جوانه زنی و افزایش سیستم ایمنی باعث مقاومت در برابر شرایط نامناسب محیطی می‌شود (Jahanban & Lotffifar, 2012). ریز جاندارانی مانند باکتری‌های فتوسنتزکننده *Rhodobacter* و *Rhodopseudomonas plasiris*

است که با شروع بارندگی‌های پاییزه رشد می‌کند و با اتمام بارندگی‌های بهاره رشد آن خاتمه می‌یابد. لذا این محصول در الگوی کاشت استان‌های خراسان از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. علاوه بر این، در فصولی از سال رشد می‌کند که در رقابت کمتر با سایر گیاهان از جنبه آب قرار دارد. کشت این گران‌ترین ادویه جهان در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی به‌عنوان یک گیاه سازگار در منطقه، همه‌ساله رو به گسترش می‌باشد (Saeedi Rad & Mokhtarian, 2013).

جذب عناصر غذایی از خاک توسط زعفران بسیار کوتاه بوده و عموماً در فصل سرد سال می‌باشد. مواد آلی و کودهای حیوانی به خاطر اثر سودمند در تولید زعفران مورد توجه هستند. ماده آلی یکی از مهم‌ترین اجزاء خاک است. اگرچه میزان آن نسبت به بخش معدنی کم است، اما تأثیر آن بر خصوصیات خاک با اهمیت است (Farahmand Fard et al., 2012). ترکیبات هوموسی در تمام محیط‌های خاکی و آبی یافت می‌شوند و یکی از فراوان‌ترین شکل‌های مواد آلی در سطح زمین می‌باشند. نتایج نشان داده است که مواد هیومیکی از طریق کلات کردن عناصر غذایی، به‌ویژه عناصر غذایی کم‌مصرف، باعث تسهیل جذب توسط گیاهان می‌شوند. همچنین این مواد باعث نگهداری کربن خاک در دراز مدت، افزایش رشد ریشه و ساقه در گیاهان، افزایش جذب و همچنین نگهداری نیتروژن، افزایش فتوسنتز، افزایش مقاومت به بیماری‌ها و غیره می‌شوند (Khatamian et al., 2011). اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی، بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی جهت بالا بردن عملکرد، به‌خصوص در شرایط متغیر محیطی می‌تواند مؤثر باشد. لذا از اسید هیومیک به‌عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده می‌شود (Kafi et al., 2009).

بررسی‌ها نشان داده است که بین ماده آلی خاک و عملکرد زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد (Munshi, 1994).

بهبود عملکرد کیفی این گیاه شود. در نتایج حاصل از پژوهش نهوی و همکاران (Nehvi et al., 2009) نیز تأثیر مثبت کاربرد ترکیبی ورمی کمپوست و ازتوباکتر بر عملکرد گل زعفران مشاهده شد.

با توجه به اهمیت گیاه زعفران و گستردگی سطح زیر کشت آن در خراسان رضوی و شهرستان ششتمد و از طرفی محدود بودن فعالیت‌های تحقیقاتی در رابطه با بررسی اثر کودهای بیولوژیک و آلی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد بنه زعفران، در پژوهش حاضر اثر مصرف خاکی و محلول پاشی EM بر ویژگی‌های رشدی گیاه زعفران در شرایط استفاده از کود شیمیایی و اسید هیومیک مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در یک مزرعه زعفران چهارساله واقع در شهرستان ششتمد، با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۵۸ متر از سطح دریا انجام شد. میانگین دما و بارندگی سالانه این شهرستان به ترتیب ۱۸/۸ درجه سانتی‌گراد و ۱۷۹/۵ میلی‌متر می‌باشد. قبل از اجرای آزمایش، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک قطعه مورد آزمایش نمونه‌برداری به عمل آمد و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تعیین شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، خاک دارای بافت لوم شنی بود. نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Soil properties of experimental site

شاخص واکنش	هدایت الکتریکی	بافت خاک	کربن آلی	نیتروژن	پتاسیم فسفر	
					N	P K
pH	EC (dS.m ⁻¹)	Soil texture	Organic Carbon (%)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	
7.51	1.96	Sandy loam	0.39	0.035	6.8	123

آزمایش شامل روش مصرف ریزجانداران مؤثر (EM) در سه سطح عدم مصرف، مصرف خاکی EM و محلول پاشی EM و

لاکتوباسیل (*Lactobacillus plantarum*) و (*Sphacrode*) مخمرها (*Saccharomyces spp.*)، (*Streptococcus lactis*) و اکتینومیسیت‌ها (*Streptomyses spp.*) در ترکیب ریزجانداران مؤثر (EM) وجود دارند که سلامتی محصول و میزان عملکرد را با افزایش فتوسنتز، تولید ترکیبات فعال زیستی مانند هورمون‌ها و آنزیم‌ها، تسریع در تجزیه مواد فتوسنتزی و کنترل بیماری‌های خاکزی، بهبود می‌بخشند (Higa, 2000). با توجه به استفاده از مواد آلی به‌عنوان منبع تغذیه کربنی در خاک‌های کشاورزی که می‌تواند رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها را تحت تأثیر قرار دهد، رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) پیشنهاد کردند در مدیریت تلفیقی کوددهی لازم است کودهای زیستی در زعفران همراه کودهای آلی به‌کار برده شوند. ارزیابی تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر عملکرد کمی و میزان ترکیبات مؤثره مهم زعفران نشان داد که تیمارهای کودی بر طول کلاله و خامه تازه، طول و تعداد برگ، وزن بنه، عملکرد کلاله و خامه، میزان پیکروسین، سافرانال و کروسین زعفران تأثیر معنی‌داری داشته است. بیشترین میزان سافرانال و کروسین در تیمار تلفیقی فسفر به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار و کود زیستی بارور ۲ به میزان ۵۰ گرم در هکتار حاصل شد (Naghdbadi et al., 2011). امید و همکاران (Omidi et al., 2009) گزارش کردند که مصرف کود نیتروکسین به تنهایی و یا همراه با اوره می‌تواند ضمن افزایش معنی‌دار عملکرد کلاله و خامه زعفران، با تأثیر بر میزان متابولیت‌های ثانویه منجر به

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی

پس از جمع‌آوری داده‌ها، عمل تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها نیز به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. نمودارهای مربوطه با استفاده از برنامه EXCEL رسم گردید.

نتایج و بحث

تعداد و عملکرد بنه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر روش مصرف ریزجانداران مؤثر (EM) بر تعداد بنه در واحد سطح و همچنین عملکرد بنه زعفران معنی‌دار شد (جدول ۲). مصرف خاکی و محلول‌پاشی ریزجانداران مؤثر، باعث افزایش معنی‌دار تعداد و عملکرد بنه در مقایسه با تیمار عدم مصرف EM گردید. بیشترین تعداد (۲۲۰/۳۳) و عملکرد بنه (۱۰۲۳/۳۳ گرم در مترمربع)، در تیمار مصرف خاکی EM به دست آمد (جدول ۳).

برتری مصرف خاکی EM نسبت به محلول‌پاشی آن در رابطه با تعداد و عملکرد بنه محصول زعفران را می‌توان به وجود مواد آلی در خاک نسبت داد که به‌عنوان بستری برای تغذیه ریزجانداران عمل نموده و باعث افزایش جمعیت و فعالیت آن‌ها در خاک می‌گردد. کود بیولوژیک EM حاوی ۱۲۰ نوع ارگانسیم هوازی و بی‌هوازی است که در کنار یکدیگر فعالیت می‌کنند و هنگامی که در تماس با مواد آلی موجود در خاک قرار گیرند، انواع مواد سودمند را در خاک تولید می‌کنند و باعث تقویت سیستم ریشه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی و افزایش سیستم ایمنی گیاهان می‌شوند (Jahanban & Lotfifar, 2012). بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که تلقیح EM با خاک مزرعه علاوه بر افزایش کیفی و کمی محصول، کیفیت خاک را افزایش می‌دهد (Higa & Parr, 1994).

فاکتور فرعی شامل مصرف کودهای آلی و شیمیایی در چهار سطح عدم مصرف، مصرف خاکی اسید هیومیک، مصرف خاکی کود $20, 20+TE^{120}$ و مصرف خاکی اسید هیومیک + 20، $20, 20+TE$ بودند. هر کرت فرعی در این آزمایش متشکل از ۱۰ ردیف کاشت به طول ۵ متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی متر بود. کلیه کودهای خاک مصرف (بیولوژیک، آلی و شیمیایی) در دو مرحله، پس از گل (زاج آب) و اواسط بهمن‌ماه همراه با آب آبیاری مورد استفاده قرار گرفتند. محلول‌پاشی EM نیز در کرت‌های موردنظر همزمان با اعمال کودهای خاک مصرف، صورت گرفت. محلول‌پاشی EM با غلظت ۱۰ درصد انجام شد. EM خاک مصرف به میزان ۶۰ لیتر در هکتار، اسید هیومیک به میزان ۱۰ لیتر در هکتار و کود $20, 20, 20+TE$ به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. کود بیولوژیک EM مورد استفاده در این پژوهش، از شرکت امکان‌پذیر پارس، نماینده انحصاری سازمان جهانی EMRO در ایران تهیه شد.

در این آزمایش از کاربرد علف‌کش اجتناب شد و علف‌های هرز که غالباً شامل پوآ، دم‌روباهی، علف هفت‌بند، سلمه‌تره و خردل وحشی بودند در دو مرحله پس از اتمام گلدهی به‌صورت دستی وجین شدند. در پایان فصل رشد و همزمان با تغییر رنگ برگ‌ها، پس از حذف حاشیه، یک مترمربع از ردیف‌های میانی هر کرت به‌طور کامل برداشت شد و جهت بررسی صفات به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه ابتدا با استفاده از خط‌کش میانگین طول برگ‌ها اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌ها جهت تعیین وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت به آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند. تعداد کل بنه‌ها، عملکرد بنه‌ها و میانگین وزنی بنه‌ها در واحد سطح اندازه‌گیری و تعداد جوانه‌های مولد بنه دختری شمارش شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های رشدی زعفران تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی

Table 2- Analysis of variance for saffron growth characteristics as affected by studied treatments

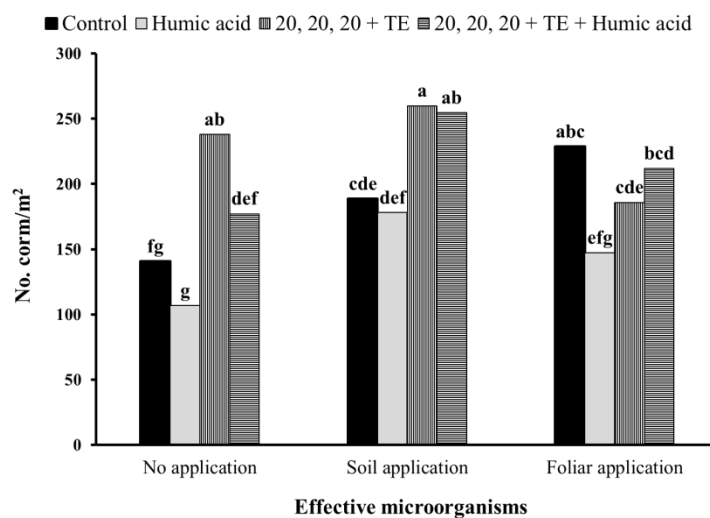
منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		تعداد بنه در مترمربع No. corm.m ²	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد بنه Corm yield	متوسط وزن بنه Average corm weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	تعداد جوانه در بنه No. bud per corm
تکرار Replication	2	43.75	55.68	38666.33	0.09	3.52	0.003
روش مصرف ریزجانداران مؤثر (A) Application method of EM (A)	2	8966.33**	58.78 ^{ns}	180259.01*	0.75*	1454.79**	0.920*
خطای اصلی Error a	4	121.96	34.52	12918.83	0.08	15.96	0.077
نوع کود (B) Fertilizer type (B)	3	12433.00**	17.78 ^{ns}	365708.26**	3.50**	144.51**	0.715**
A×B	6	3177.44**	57.04 ^{ns}	103124.93**	2.22**	590.76**	0.684**
خطای فرعی Error b	18	555.96	34.73	10993.93	0.49	22.68	0.078
ضریب تغییرات (%) CV (%)		12.21	14.71	14.71	14.32	14.38	3.30

*معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

* and ** Significant at P < 0.05 and P < 0.01.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر تعداد و عملکرد بنه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در شرایط مصرف خاکی EM بیشترین تعداد و عملکرد بنه با مصرف خاکی کود 20, 20, 20+TE حاصل شد. این در حالی است که در تیمارهای محلول پاشی EM بیشترین تعداد بنه در شرایط عدم مصرف کودهای آلی و شیمیایی و بیشترین عملکرد بنه در شرایط مصرف تلفیقی اسید هیومیک و کود شیمیایی مشاهده گردید. بیشترین تعداد و عملکرد بنه در بین تیمارهای آزمایشی، در شرایط مصرف خاکی EM همراه با کود 20, 20, 20+TE به دست آمد. مصرف خاکی و محلول پاشی ریزجانداران مؤثر باعث بهبود واکنش زعفران به سیستم‌های کودی مختلف و افزایش تعداد و عملکرد بنه به‌ویژه در سیستم‌های کودی حاوی اسید هیومیک گردید (شکل ۱ و ۲).

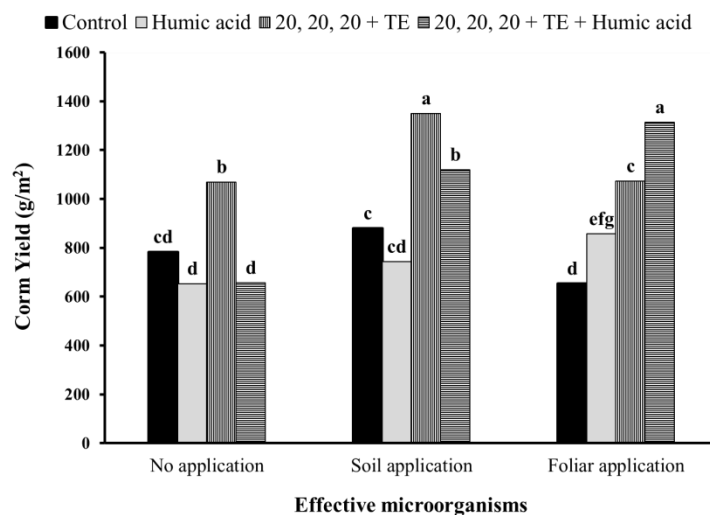
نوع کود مصرفی تأثیر معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد بر تعداد و عملکرد بنه زعفران داشت (جدول ۲). استفاده از کود شیمیایی 20, 20, 20+TE و همچنین استفاده توأم از کود شیمیایی و اسید هیومیک باعث افزایش قابل ملاحظه تعداد و عملکرد بنه در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کود) و تیمار مصرف خاکی اسید هیومیک گردید. تیمار مصرف کود 20, 20, 20+TE بیشترین تعداد (۲۲۸) و عملکرد بنه زعفران (۱۱۶۴/۴۴) گرم در مترمربع) را به خود اختصاص داد (جدول ۴).
فراهمی سریع و آسان عناصر غذایی در سیستم‌های کودی شیمیایی را می‌توان دلیل اصلی افزایش قابل ملاحظه تعداد و عملکرد بنه در تیمارهای حاوی کود شیمیایی دانست. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) نشان دادند که کود دلفارد می‌تواند با تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه نقش مؤثری در بهبود ویژگی‌های رشدی و در نتیجه افزایش عملکرد زعفران داشته باشد.



شکل ۱- اثر متقابل روش مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر تعداد بنه در مترمربع
Figure 1- Interaction effects of application method of EM and fertilizer type on No. corm/m².

کارایی کودهای آلی و شیمیایی در افزایش غلظت سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و خصوصیات رشدی و عملکرد ذرت علوفه‌ای در منطقه اراک انجام شد، گزارش کردند که استفاده از EM در شرایط استفاده از کود آلی عملکردی برابر با استفاده از کود شیمیایی NPK داشت.

استفاده از EM همراه با کودهای آلی روش مناسبی برای تأمین و آزادسازی مواد غذایی از منابع کودی مورد استفاده می‌باشد (Khaliq et al., 2006). جهانبان و لطفی فر (Jahanban & Lotfifar, 2012) در آزمایشی که با هدف بررسی تأثیر استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر بر افزایش



شکل ۲- اثر متقابل روش مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر عملکرد بنه
Figure 2- Interaction effects of application method of EM and fertilizer type on corm yield.

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که مصرف ریزجانداران مؤثر، نوع کود مصرفی و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع بوته زعفران تأثیر معنی‌دار نداشت (جدول ۲).

متوسط وزن بینه

مصرف ریزجانداران مؤثر تأثیر معنی‌داری بر متوسط وزن بینه زعفران در سطح احتمال ۵ درصد نداشت (جدول ۲). مصرف خاکی و محلول پاشی EM باعث کاهش متوسط وزن بینه در

مقایسه با شرایط عدم مصرف EM گردید که این کاهش در شرایط مصرف خاکی ریزجانداران مؤثر معنی‌دار بود (جدول ۳). افزایش قابل ملاحظه تعداد بینه در شرایط مصرف خاکی EM را می‌توان به‌عنوان عامل کاهش متوسط وزن بینه‌های تولیدی ذکر نمود. به عبارتی، نتایج نشان داد که تعداد و وزن بینه رابطه معکوس باهم داشته و با افزایش تعداد بینه، وزن آن کاهش یافته است.

جدول ۳- اثر روش مصرف ریزجانداران مؤثر بر ویژگی‌های رشدی زعفران

Table 3- Effect of effective microorganisms application method on saffron growth characteristics

ریزجانداران مؤثر Effective microorganisms	میانگین Mean				تعداد جوانه در بینه No. bud per corm
	تعداد بینه در مترمربع No. corm/m ²	عملکرد بینه Corm yield (g.m ⁻²)	متوسط وزن بینه Average corm weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g.m ⁻²)	
عدم مصرف No application	165.67 ^c	790.83 ^b	5.10 ^a	21.27 ^c	8.17 ^b
مصرف خاکی Soil application	220.33 ^a	1023.33 ^a	4.61 ^b	43.02 ^a	8.65 ^a
محلول پاشی Foliar application	193.50 ^b	974.33 ^a	4.93 ^a	35.08 ^b	8.68 ^a

میانگین‌های دارای حروف مشابه، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$, according to Duncan's Multiple Range Test.

وزن بینه را به خود اختصاص داد که از کاهش معنی‌دار نسبت به سایر سطوح کودی برخوردار بود (جدول ۴).

کاهش قابل توجه تعداد بینه را می‌توان به‌عنوان مهم‌ترین دلیل افزایش متوسط وزن بینه در شرایط مصرف خاکی اسید هیومیک ذکر نمود (جدول ۴). شایان ذکر است که کمترین تعداد بینه تولیدی در واحد سطح (۱۴۴)، در شرایط مصرف اسید هیومیک حاصل شده است که ایجاد شرایط اسیدی و کاهش pH خاک در پاسخ به مصرف خاکی اسید هیومیک از جمله دلایل آن می‌باشد. pH مناسب زراعت زعفران حدود ۷/۸ می‌باشد و این گیاه خاک‌هایی با pH بین ۷ تا ۸ را به خاک‌های اسیدی ترجیح

برخلاف نتایج پژوهش حاضر، امید و همکاران (Omidi et al., 2009) در بررسی تأثیر کود شیمیایی و بیولوژیک نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی زعفران، کمترین وزن بینه‌ها را در تیمار شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی و بیولوژیک) گزارش نمودند.

اثر نوع کود مصرفی بر متوسط وزن بینه معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین متوسط وزن بینه (۵/۳۷ گرم) در تیمار مصرف خاکی اسید هیومیک مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد و مصرف کود شیمیایی 20, 20, 20+TE نداشت. تیمار مصرف تلفیقی اسید هیومیک و کود شیمیایی کمترین متوسط

می‌دهد.

خاک را بهبود می‌بخشند که گاه اهمیت آن‌ها در بهبود ویژگی‌های ساختمانی خاک، مهمتر از اثرات آن‌ها در تأمین نیازهای غذایی گیاه زراعی است (Jasmi et al., 2009).

کودهای آلی نظیر اسید هیومیک علاوه بر نقشی که در تغذیه گیاه زراعی و حاصلخیزی خاک دارند، ساختمان و کیفیت

جدول ۴- اثر نوع کود مصرفی بر ویژگی‌های رشدی زعفران

Table 4- Effect of type of fertilizer on saffron growth characteristics

نوع کود Fertilizer type	میانگین Mean				
	تعداد بنه در مترمربع No. corm.m ²	عملکرد بنه Corm yield (g.m ⁻²)	متوسط وزن بنه Average corm weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	تعداد جوانه در بنه No. bud per corm
شاهد Control	186.00 ^b	772.22 ^c	5.027 ^a	33.04 ^a	8.15 ^c
اسید هیومیک Humic acid	144.00 ^c	751.11 ^c	5.37 ^a	27.99 ^b	8.38 ^{bc}
کود شیمیایی 20, 20, 20+TE	228.00 ^a	1164.44 ^a	5.15 ^a	33.71 ^a	8.79 ^a
اسید هیومیک + کود شیمیایی Humic acid + 20, 20, 20+TE	214.67 ^a	1030.22 ^b	3.97 ^b	37.76 ^a	8.63 ^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشابه، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$, according to Duncan's Multiple Range Test.

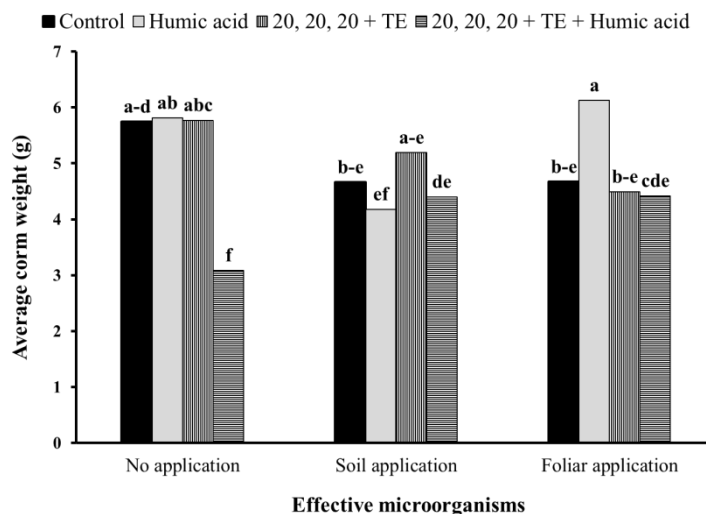
در شرایط محلول‌پاشی EM، مصرف خاکی اسید هیومیک باعث افزایش قابل ملاحظه متوسط وزن بنه در مقایسه با سایر سطوح کودی گردید و بیشترین وزن بنه را به خود اختصاص داد (شکل ۳).

وزن خشک اندام هوایی

اثر روش مصرف ریزجانداران مؤثر بر وزن خشک اندام هوایی زعفران معنی‌دار شد (جدول ۲). مصرف خاکی و محلول‌پاشی EM باعث افزایش قابل توجه وزن خشک اندام هوایی نسبت به شرایط عدم مصرف EM گردید. بیشترین وزن خشک اندام هوایی زعفران در تیمار مصرف خاکی EM تولید شد (جدول ۳).

نتایج تحقیقات نشان داده که استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تازه و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد (Behdani et al., 2005).

اثر متقابل مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر متوسط وزن بنه معنی‌دار شد (جدول ۲). در شرایط عدم مصرف ریزجانداران مؤثر، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای عدم مصرف کود، مصرف اسید هیومیک و مصرف کود شیمیایی 20, +TE, 20, 20 مشاهده نشد، اما کاربرد تلفیقی اسید هیومیک و کود شیمیایی باعث کاهش قابل ملاحظه متوسط وزن بنه گردید. این در حالی است که در شرایط مصرف خاکی EM، تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف کودی وجود نداشت و بیشترین متوسط وزن بنه با مصرف کود 20, 20, 20+TE به دست آمد.



شکل ۳- اثر متقابل روش مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر متوسط وزن بنه
Figure 3- Interaction effects of application method of EM and fertilizer type on average corm weight.

هیومیک به تنهایی، وزن خشک اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد را به طور معنی داری کاهش داد (جدول ۴).

با توجه به نقش کودهای شیمیایی در تأمین سریع و کافی عناصر پرمصرف NPK روند افزایشی در وزن خشک اندام هوایی را می توان به شرایط فیزیولوژیکی بهتر گیاه در اثر جذب عناصر غذایی و نیز شرایط مطلوب تر محیطی از نظر دسترسی کافی به عناصر غذایی نسبت داد (Karimi et al., 2012).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل روش مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر وزن خشک اندام هوایی معنی دار شد (جدول ۲). در شرایط عدم کاربرد ریزجانداران مؤثر، مصرف خاکی کود شیمیایی 20, 20, 20+TE و همچنین مصرف تلفیقی کود شیمیایی و اسید هیومیک باعث افزایش قابل ملاحظه وزن خشک اندام هوایی گردید، اما مصرف اسید هیومیک تغییر معنی داری در وزن خشک اندام هوایی ایجاد نکرد. این در حالی است که مصرف خاکی EM، باعث افزایش قابل توجه وزن خشک اندام های هوایی زعفران در تیمارهای مصرف اسید هیومیک، کود 20, 20, 20+TE و اسید هیومیک + کود 20, 20, 20+TE گردید که این افزایش در تیمار تلفیقی

کود بیولوژیک EM به تنهایی نقش تغذیه ای زیادی برای گیاه ندارد و در صورت قرار گرفتن در یک بستر تغذیه ای مناسب، می تواند اثر مؤثرتری بر رشد گیاه داشته باشد. EM به دلیل آزادسازی و فراهمی عناصر غذایی برای گیاهان، رشد رویشی مطلوب گیاه را به دنبال داشته و باعث تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح می شود (Jahanban & Lotfifar, 2012). در یک بررسی نشان داده شد که تلقیح بذرهای گیاه جو با باکتری های محرک رشد، باعث افزایش غلظت نیتروژن معدنی در خاک و افزایش محتوای فسفر و نیتروژن در دانه ها و همچنین افزایش وزن اندام های هوایی گردید (Cakmak et al., 1999).

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های آزمایش، نوع کود مصرفی تأثیر معنی داری بر وزن خشک اندام هوایی زعفران در سطح آماری ۱ درصد داشت (جدول ۲). تیمارهای مصرف کود شیمیایی 20, 20, 20+TE و همچنین مصرف تلفیقی اسید هیومیک و کود شیمیایی باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با تیمار شاهد گردید، اما این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود. این در حالی است که مصرف اسید

معنی داری بین تیمارهای محلول پاشی و مصرف خاکی EM در رابطه با تعداد جوانه در بنه وجود نداشت (جدول ۳).

در داخل ترکیب EM، ریزجانداران مختلفی نظیر باکتری‌های فتوسنتزی مستقل مانند *Rhodopseudomonas palustris* و *Rhodobacter sphaeroides* وجود دارند. ترکیبات آلی تولیدشده توسط این باکتریها شامل آمینواسیدها، پلی ساکاریدها، اسیدهای نوکلئیک، ترکیبات محرک رشد و قندها هستند که همگی آن‌ها رشد و توسعه گیاه را تحریک می‌کنند. این ترکیبات به صورت مستقیم توسط ریشه گیاه جذب می‌گردند (Ranjith et al., 2007).

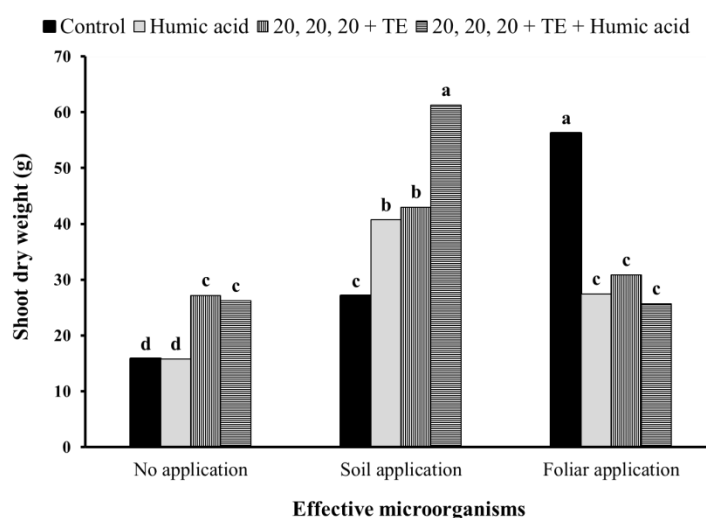
امیدی و همکاران (Omid et al., 2009) نشان دادند که مصرف کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی زعفران شد و اظهار داشتند که با مصرف این کود می‌توان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن را کاهش داد.

اسید هیومیک و کود شیمیایی حداکثر بود (شکل ۴). نتیجه فوق بیانگر تأثیر مثبت مصرف خاکی ریزجانداران مؤثر در افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی و آلی می‌باشد.

بر اساس نتایج تحقیق جهانبان و لطفی‌فر (Jahanban & Lotfifar, 2012)، استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر منجر به افزایش کارایی کود دامی شده که علاوه بر افزایش عملکرد ذرت، از آلودگی شیمیایی حاصل از استفاده از کود شیمیایی جلوگیری کرد.

تعداد جوانه در بنه

اثر روش کاربرد ریزجانداران مؤثر بر تعداد جوانه در بنه در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مصرف خاکی و محلول پاشی ریزجانداران مؤثر باعث افزایش معنی‌دار تعداد جوانه در بنه در مقایسه با شرایط عدم مصرف EM گردید. تفاوت



شکل ۴- اثر متقابل روش مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر وزن خشک اندام هوایی

Figure 4- Interaction effects of application method of EM and fertilizer type on shoot dry weight.

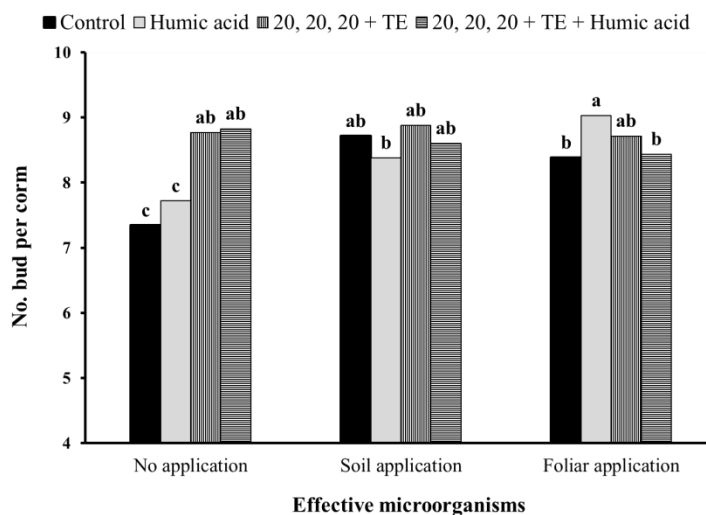
در بنه در مقایسه با تیمار شاهد گردید که این افزایش در تیمارهای مصرف کود شیمیایی و کود شیمیایی + اسید هیومیک معنی‌دار بود. بیشترین تعداد جوانه در بنه (۸/۷۹ عدد) در تیمار مصرف کود 20, 20, 20+TE مشاهده شد (جدول ۴).

نوع کود مصرفی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد جوانه در بنه داشت (جدول ۲). کاربرد اسید هیومیک، کود شیمیایی 20, 20, 20+TE و همچنین کاربرد تلفیقی اسید هیومیک و کود شیمیایی باعث افزایش تعداد جوانه

مصرف کود و همچنین مصرف تلفیقی اسید هیومیک و کود شیمیایی 20, 20, 20+TE از افزایش معنی‌دار برخوردار بود. تحت شرایط مصرف خاکی EM، تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف کودی در رابطه با تعداد جوانه در بنه مشاهده نشد. کمترین تعداد جوانه در بنه در شرایط عدم مصرف EM و عدم مصرف کود آلی و شیمیایی به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار مصرف اسید هیومیک نداشت. تحت شرایط عدم مصرف EM، بیشترین تعداد جوانه در بنه در تیمار تلفیقی اسید هیومیک + کود 20, 20, 20+TE مشاهده شد که با تیمار کود 20, 20, 20+TE از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۵).

با توجه به نیاز کودی پایین گیاه زعفران، می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را به صورت تلفیقی با کودهای آلی نظیر کود دامی که می‌تواند تأمین کننده عناصر تغذیه‌ای از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم و غیره باشد، به حداقل رساند (Behdani et al., 2005).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش، اثر متقابل مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر تعداد جوانه در بنه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد جوانه در بنه تحت شرایط محلول پاشی EM و در تیمار مصرف خاکی اسید هیومیک مشاهده گردید که نسبت به تیمار عدم



شکل ۵- اثر متقابل روش مصرف ریزجانداران مؤثر و نوع کود مصرفی بر وزن خشک اندام هوایی

Figure 5- Interaction effects of application method of EM and fertilizer type on No. bud per corm.

20, 20, 20+TE و همچنین مصرف تلفیقی اسید هیومیک و کود شیمیایی، تعداد بنه، عملکرد بنه، وزن خشک اندام هوایی و تعداد جوانه در بنه را در مقایسه با شرایط عدم مصرف کود و همچنین مصرف خاکی اسید هیومیک افزایش داد. مصرف خاکی و محلول پاشی EM باعث بهبود واکنش ویژگی‌های رشدی زعفران به مصرف کودهای آلی و شیمیایی گردید. با توجه به نتایج، مصرف خاکی EM و کود 20, 20, 20+TE جهت تولید حداکثر عملکرد و تعداد بنه در زعفران قابل توصیه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی اثر مصرف خاکی و محلول پاشی ریزجانداران مؤثر بر واکنش ویژگی‌های رشدی زعفران به مصرف کودهای شیمیایی و آلی نشان داد که مصرف خاکی و محلول پاشی EM باعث افزایش معنی‌دار تعداد بنه، عملکرد بنه، وزن خشک اندام هوایی و تعداد جوانه در هر بنه نسبت به شرایط عدم مصرف EM گردید. استفاده از کود شیمیایی

منابع

- Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian Journal of Field Crops Research 3 (1): 1-14. (In Persian with English Summary)
- Behzad, S., Razavi, M., and Mahajeri, M. 1992. The effect of various amounts of ammonium phosphate and urea on saffron production. International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Acta Horticulture 306: 337-339.
- Cakmak, R., Kantar, F., and Algur, F. 1999. Sugar beet and barley yield in relation to *Bacillus polymyxa* and *Bacillus megaterium* var. phosphaticum inoculation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 162: 437-442.
- Farahmand Fard, B., Bakhsh Kalarestaghi, K., and Mohebbi, N. 2011. The effect of different levels of compost, vermicompost and manure on flowering and some vegetative characteristics of saffron. The first national conference on new issues in agriculture, Islamic Azad University, Sabzevar Branch. (In Persian with English Summary)
- Farahmand Fard, B., Kalarestaghi, K., Sadrabadi Haghighi, R., and Mirshahi, A. 2012. The effect of different rates of organic fertilizers on saffron corm production. Second National Conference on Science and Technology, Islamic Azad University, Mashhad Branch. (In Persian with English Summary)
- Higa, T., and Parr, J.F. 1994. Beneficial and effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Centre, Atami, Japan. pp, 160.
- Higa, T. 2000. What is EM technology? EM World Journal 1: 1-6.
- Jahanban, L., and Lotfifar, A. 2012. Study of the effective Organism (EM) application effect on efficacy of chemical and organic fertilizers in corn cultivation (*Zea mays* S.C704). Plant products technology 11 (2): 43-52.
- Jasmi, K.H., Karduny, F., and Behdani, M. 2009. Evaluation of the use of fertilizers and its impact on the performance of farms. Congress's challenges fertilizer, fertilizer half a century. Tehran Olympic Hotel. 10-12 March.
- Kafi, M., Sabzevari, S., and Khazaei, H.R. 2009. The effect of humic acid on root and shoot growth of Sayonz and Sabalan wheat cultivars. Soil and Water (Agricultural Science and Technology) 23 (2): 87-94. (In Persian with English Summary)
- Karimi, H., Mazaheri, D., Peyghambari, S.A., and Mirabzadeh Ardakani, M. 2012. Effect of organic and chemical fertilizers application on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) SC704. Iranian Journal of Crop Sciences 13 (4): 611-626. (In Persian with English Summary)
- Khaliq, A., Abbasi, M.K., and Hussain, T. 2006. Effect of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. Bioresource Technology 97: 967-972.
- Khatamian, N., Nabavi Kalat, M., and Bakhsh Kalarestaghi, K. 2011. Effects of humic acid on morphological characteristics and grain yield of triticale cv. Javanilu. The first national conference on new issues in agriculture, Islamic Azad University, Sabzevar Branch. (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammad Abadi, A.A. 2011. Investigation on the Effect of

- biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Water Soil 25: 196-206. (In Persian with English Summary)
- Munshi, A.M. 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rainfed condition. Indian Arecanut Spices Journal 18: 24-44.
- Naghdiabadi, H., Omid, H., Golzad, A., Torabi, H., and Fotookian, M.H. 2011. Change in Crocin, Safranal and Picrocrocin content and agronomical characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under biological and chemical of phosphorous fertilizers. Journal of Medicinal Plants 4 (40): 58-68.
- Nehvi, F.A., Lone, A.A., Khan, M.A., and Maqhdoomi, M.I. 2009. Comparative study on effect of nutrient management on growth and yield of saffron under temperate conditions of Kashmir. III International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. Acta Horticulture pp, 850.
- Omid, H., Naghdiabadi, H.A., Golzad, A., Torabi, H., and Fotoukian, M.H. 2009. The Effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plant 8: 98-109.
- Ranjith, N.K., Sasikala, C., and Ramana, C.V. 2007. Catabolism of l-phenylalanine and l-tyrosine by *Rhodobacter sphaeroides* OU5 occurs through 3,4-dihydroxyphenylalanine. Research Microbiology 158: 506-511.
- Rasooli, Z., Maleki Farahani, S., and Besharati, H. 2013. The response of some growth characteristics of saffron to different fertilizer sources. Soil research 27 (1): 35-46.
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A.R., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 15 (3): 234-246. (In Persian with English Summary)
- Saeedi Rad, M., and Mokhtarian, A. 2013. Scientific and practical principles of planting and harvesting of saffron. Sarva publications, Tehran. (In Persian with English Summary)

The Effect of Soil and Foliar Application of Effective Microorganisms on Growth Characteristics of Saffron in the Presence of Chemical and Organic Fertilizers

Hasan Rivandi¹, Hamid Marvi² and Matin Jami Moeini^{3}*

Received: 14 June, 2015

Accepted: 1 January, 2016

DOI: 10.22048/jsat.2016.17361

Abstract

In order to investigate the effect of effective microorganism application method on saffron growth characteristics in the presence of chemical and organic fertilizers, a field experiment was conducted at Sheshtamad County during the growing season of 2013-2014. The experiment was carried out as split plot based on a randomized complete block design with three replications. The experimental factors included effective microorganisms (EM) application method as main plots (no application, soil application and foliar application of EM) and chemical and organic fertilizers application as subplots (no application, soil application of humic acid, soil application of 20, 20, 20+TE and soil application of humic acid + 20, 20, 20+TE). The results showed that soil and foliar application of EM had no significant effect on plant height, but it significantly increased corm number, corm yield, shoot dry weight and number of buds per corm. The average corm weight was reduced in response to soil and foliar application of EM. The highest corm number (220.33), corm yield (1023.33 g m⁻²) and shoot dry weight (43.02 g m⁻²) were obtained in soil application of EM treatment. The maximum number of buds per corm (8.68) and average corm weight (5.10 g) were observed in foliar application and no application of EM conditions, respectively. Application of 20, 20, 20+TE and combined application of humic acid and 20, 20, 20+TE increased corm number, corm yield, shoot dry weight and number of bud per corm compared to control and soil application of humic acid. Soil application of humic acid produced the highest average corm weight. Soil and foliar application of EM improved the response of saffron growth characteristics to organic and chemical fertilizers. According to the results, soil applications of EM and 20, 20, 20+TE are recommended to produce maximum corm yield in saffron.

Keywords: Humic acid, Bio-fertilizer, Corm yield, Foliar application.

1- M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

2- Instructor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

3- Instructor and Assistant professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

(*-Corresponding author E-mail: m_jamimoeini@yahoo.com)