نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷ ص. ۴۷۲-۴۶۱

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 6, No. 4, Winter 2019, P. 461-472

مقاله علمی - پژوهشی

تأثیر کود زیستی نیتروکسین، پلیمر سوپرجاذب و روش کاشت بر عملکرد گل و بنه زعفران در شرایط دیم خرم آباد

سعید حیدری[۱]، خسرو عزیزی[۲*] و احمد اسماعیلی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۱ فروردین ۱۳۹۶ **تاریخ پذیرش**: ۲۸ آذر ۱۳۹۶

حیدری، س.، عزیزی، خ.، و اسماعیلی، ا. ۱۳۹۷ . تأثیر کود زیستی نیتروکسین، پلیمر سوپرجاذب و روش کاشت بر عملکرد گل و بنه زعفران در شرایط دیم خرم آباد. زراعت و فناوری زعفران، ۶(۴): ۴۷۲-۴۶۱.

چکیده

به منظور بررسی نقش کودهای زیستی، مواد سوپرجاذب و روش کاشت بر عملکرد گل و بنهٔ زعفران در شرایط دیم، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به اجرا در آمد. در این مطالعه عامل‌های کود زیستی نیتروکسین (مصرف ۵ لیتر در هکتار و عدم مصرف)، پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب (مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف) و روش کشت (خطی و کپه‌ای) مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد از نظر تعداد بنه در واحد سطح اثرات متقابل سه گانه در سال اول و دوم معنی‌دار بود و تیمار ترکیبیِ عدم مصرف نیتروکسین در کشت کپه‌ای همراه با مصرف سوپرجاذب درسال اول با ۸۰/۶۷ و در سال دوم با ۱۸۳/۶۷ بنه در متر مربع تیمار برتر بود. صفات تعداد گل و وزن کلاله تر و خشک در واحد سطح در هر دو سال اختلاف معنی‌دار آماری داشتند و در سال اول کشت کپه‌ای و مصرف سوپر جاذب و عدم مصرف نیتروکسین تیمار برتر بود، در حالیکه در سال دوم تیمار برتر کشت کپه‌ای با مصرف سوپرجاذب و نیتروکسین بود. از نظر عملکرد کلاله خشک زعفران در سال اول کشت کپه‌ای با مصرف سوپرجاذب و بدون کاربرد نیتروکسین با عملکرد حدود ۰/۶ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم کشت کپه‌ای با مصرف نیتروکسین و سوپرجاذب با عملکرد ۰/۷۱۹ کیلوگرم در هکتار تیمارهای برتر بودند. به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که در دو سال اجرای آزمایش در شرایط دیم، کشت کپه‌ای با مصرف سوپرجاذب و مصرف نیتروکسین قابل توصیه است. دلایل توصیه و معرفی این روش کاشت، شرایط خشک و کمبود آب در منطقه و کاهش مصرف کودهای شیمیایی در جهت حرکت به سوی کشاورزی پایدار است.

کلمات کلیدی: استاکوزورب، روش کاشت، زعفران، نیتروکسین.

۱ - دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
۲ - دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
(*- نویسنده مسئول: azizi.kh@lu.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2017.81060.1221

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. گیاهی علفی و متعلق به خانواده زنبقیان (Iridaceae) می‌باشد. برخی از پژوهش‌گران خاستگاه اولیه این گیاه را برخی از نواحی ایران می‌دانند و بیان کرده‌اند که اولین رویشگاه زعفران در دامنه‌های کوه‌های زاگرس به ویژه ناحیه الوند در ایران می‌باشد (Kafi et al., 2002). ایران بزرگترین تولید کننده زعفران در جهان است که تولید بیش از ۹۰ درصد از حدود ۳۰۰ تن زعفران جهان را به خود اختصاص داده است. سطح زیرکشت این گیاه درحال حاضر ۸۸ هزار هکتار با متوسط عملکرد ۳/۲ کیلوگرم در هکتار است (Tahmasebi, 2015). استان‌های خراسان رضوی و جنوبی قطب عمده تولید زعفران ایران هستند، اما در دیگر استان‌های کشور مانند لرستان هم زعفران کشت می‌شود (Khademi et al., 2014) با وجود تولید بخش عمدهٔ زعفران در ایران، بیشترین سهم تجارت جهانی این محصول به کشور اسپانیا، آن هم از طریق واردات از ایران (عمدتا به صورت فله) و صادرات مجدد آن تعلق دارد (Juana et al., 2009).

کشور ایران همواره با مشکل کم‌آبی مواجه بوده است و بر همین اساس در طی تاریخ کشاورزی این سرزمین، کشاورزان همواره گیاهانی را انتخاب کرده‌اند که حداکثر سازگاری را با شرایط کم‌آبی داشته باشند. زعفران گیاهی است که به آبیاری زیادی نیاز ندارد و از این‌رو کشت این گیاه در ناحیه خراسان مرسوم گردیده است. این گیاه در تابستان به دلیل دوره خواب گیاه، نیاز به آب ندارد. به علت آنکه دوره رشد گیاه در پاییز و زمستان است، لذا سردی هوا موجب می‌شود برخی آفات و بیماری‌ها این گیاه (که معمولا در بهار و تابستان شایع هستند) در این فصل مشکل‌زا نباشد و نیازی به سمپاشی و آلوده کردن محیط زیست نداشته باشد. علاوه بر موارد گفته شده، کارآیی بالای مصرف آب زعفران نسبت به سایر گیاهان، اشتغال‌زایی روستاییان و جلوگیری از مهاجرت به شهرها، درآمدزایی بالا و پتانسیل صادراتی آن (به عنوان توسعه صادرات غیرنفتی) قابل بررسی و توصیه است (Sabzvari, 1995). درمجموع به دلیل مزیت نسبی زعفران نسبت به سایر گیاهان در برخی مناطق کشور، ضرورت تحقیقات جدید جهت بالا بردن عملکرد کمی و کیفی این گیاه اجتناب ناپذیر است.

در بوم نظام‌های زراعی، شناخت عوامل افزایش دهنده کمیت و کیفیت محصولات امری الزامی است و بایستی برای دستیابی به عملکرد مطلوب به آن توجه شود (Koocheki et al., 2011). زعفران مثل سایر گیاهان زراعی برای تولید بیشتر از نظر کمی و کیفی، علاوه بر شرایط اقلیمی نیازمند مدیریت مناسب می‌باشد (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008). در زراعت زعفران، استفاده حداکثر از پتانسیل محیط، تحت تأثیر عوامل زیادی مثل سن بنه، اندازه بنه، تعداد بنه در واحد سطح، بافت خاک، نوع تغذیه (آلی و شیمیایی)، آبیاری و... می باشد (Sadeghi, 1993). با توجه به اینکه کاشت و تکثیر زعفران از طریق بنه انجام می‌شود، لذا دستیابی به عملکرد مطلوب به میزان زیادی به تراکم کاشت ارتباط دارد (Kafi et al., 2002). افزایش تراکم بنه نقش مؤثری در بهبود عملکرد و افزایش درآمد زعفران‌کاران دارد. تراکم کاشت این گیاه از ۱۰–۱/۵ تن بنه در هکتار متغیر است (Amirghasemi, 2001). نتایج پژوهشی نشان داد که افزایش تراکم از ۵۱ به ۶۹ بنه در متر مربع افزایش عملکرد را به دنبال دارد (Juana et al., 2009).

حفظ حاصلخیزی خاک، متوقف ساختن روند بهره‌برداری بی‌رویه از منابع خاک و تخریب منابع موجود از جمله مهم‌ترین اهداف کشاورزی پایدار محسوب می‌گردد. لذا برای داشتن یک سیستم پایدار، استفاده از نهاده‌هایی که علاوه بر نیازهای گیاه، جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را هم بهبود بخشند و مخاطرات

محیطی را کاهش دهند ضروری به نظر می‌رسد (Kizilkaya, 2008). یکی از بهترین روش‌ها برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی استفاده از کودهای بیولوژیک می‌باشد که نقش بارزی در تأمین نیازهای غذایی گیاهان و رشد و نمو آن‌ها به عهده دارند. امروزه استفاده از این کودها، به خصوص درخاک‌های فقیر، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است (Vessey, 2003). کودهای بیولوژیک حاوی انواع مختلف ریز موجودات آزادزی بوده که از طریق فرآیندهای بیولوژیکی به تغذیه گیاه کمک می‌کند. در آزمایشی بر روی زعفران، مصرف کود زیستی نیتروکسین و کود شیمیایی دلفارد (کود اختصاصی زعفران) و تراکم ۸ تن در هکتار بنه تیمار برتر بود (Koocheki et al., 2011).

یکی از بهترین روش‌ها برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه استفاده از کودهای زیستی مثل نیتروکسین است. این کودها آلودگی زیست محیطی کودهای شیمیایی را ندارند و موجب احیاء و حفظ محیط زیست می‌شوند. مصرف کود نیتروکسین به تنهایی یا همراه اوره می‌تواند ضمن افزایش معنی‌دار عملکرد کلاله و خامه زعفران، با تأثیر بر متابولیت‌های ثانویه منجر به بهبود عملکرد کیفی این گیاه شود (Omidi et al., 2009). همچنین میکروارگانیسم‌های کود زیستی نیتروکسین می‌توانند با تولید هورمون‌های رشد به‌ویژه جیبرلین، باعث افزایش معنی‌دار تعداد برگ، قطر و وزن بنه و نیز عملکرد کلاله و خامه زعفران شوند (Rezvani Moghaddam et al., 2013).

از آن جا که عمده مناطق کاشت زعفران دارای شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک عمدتاً با تنش خشکی و کمبود رطوبت مواجه هستند، می‌توان استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب را برای این گیاه ارزشمند مد نظر قرار داد. پلیمرهای سوپر جاذب، ژل‌های آب دوستی هستند که با جذب آب و ذخیره‌سازی آن، به تدریج آب را در اختیار ریشه گیاه قرار می‌دهند. این ماده قابلیت جذب آب حداقل ۲۰ برابر وزن خود را دارا می‌باشد. البته مقدار جذب آب در این پلیمرها بسته به فرمولاسیون، میزان ناخالصی و نوع نمک از ۲۰۰۰-۲۰ برابر وزنی متغیر است (Raju et al., 2002). با توجه به قدرت جذب آب و نگهداری آن بوسیله سوپر جاذب، با کاهش رطوبت خاک، آب ذخیره شده به تدریج در اختیار گیاه قرار گرفته و نیاز به آبیاری مجدد را به تأخیر می‌اندازد (Wu et al., 2008). جذب سریع آب و حفظ آن توسط سوپر جاذب‌ها، بازده جذب آب ناشی از بارندگی‌های پراکنده را نیز بهبود می‌بخشد که این امر کاهش نیاز به آبیاری را موجب می‌شود (Allahdadi, 2002). از جمله مزایای سوپر جاذب‌ها، می‌توان به افزایش ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی برای طولانی مدت، کاهش تعداد دفعات آبیاری، مصرف یکنواخت آب برای گیاهان، رشد سریع ریشه، کاهش شستشوی مواد غذایی در خاک، کاهش هزینه آبیاری، مصرف بهینه کودهای شیمیایی، تهویه بهتر خاک، امکان کاشت در مناطق بیابانی و کم آب و سطوح شیب دار، افزایش فعالیت و تکثیر قارچ‌های میکوریزا، تقویت حالت تخلخل و ثبات ساختار خاک اشاره نمود (Khorramdel et al., 2013). بسته به ساختار پلیمر و کیفیت آب، سوپرجاذب می‌تواند مقادیر زیادی از آب آبیاری و بارندگی را جذب نماید. در تحقیق فلاحی و همکاران مقدار محتوی آب خاک با مصرف ۳۰ کیلو گرم در هکتار سوپرجاذب، ۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. همچنین استفاده از ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب تعداد کل بنه‌های دختری را ۱۳ درصد افزایش داد و وزن متوسط بنه‌های دختری و میانگین تعداد جوانه در بنه به ترتیب ۲۹ و ۲۷ درصد بیشتر از شاهد بود. مصرف سوپر جاذب درصد بنه های استاندارد و کارآیی مصرف آب را افزایش داد. بطورکلی استفاده از پلیمرهای مصنوعی سوپرجاذب می‌تواند یک استراتژی مفید برای افزایش عملکرد زعفران در مناطق خشک باشد (Fallahi et al., 2014; Fallahi et al.,

2016).

روش کاشت یکی دیگر از عوامل تعیین کننده عملکرد گل و کلاله زعفران می‌باشد. در آزمایشی گزارش شد که روش کاشت کپه‌ای در مقایسه با روش کاشت ردیفی سبب افزایش ۲۵ درصدی وزن کلاله در سال اول و ۲۳ درصدی وزن کلاله در سال دوم شد (Rezvani Moghaddam et al., 2013). در تحقیق دیگری، مطالعه تأثیر روش کاشت (کپه‌ای و ردیفی) و تراکم بنه زعفران نشان داد که در سال اول، روش کپه‌ای با بالاترین تراکم بیشترین عملکرد را تولید نمود ولی با توجه به امکان تولید بنه بیشتر در روش کاشت ردیفی، بالاترین عملکرد در دو سال بعدی در روش کاشت ردیفی به‌دست آمد. این آزمایش همچنین نشان داد که روش کاشت در مقایسه با تراکم بنه عامل مهم‌تری در بهبود عملکرد این گیاه ارزشمند می‌باشد (Behnia & Mokhtari, 2010).

با توجه به اهمیت کاربرد سوپرجاذب‌ها به‌ویژه در شرایط دیم و نقش کودهای زیستی در کشاورزی پایدار، اهداف این تحقیق شامل استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب برای جذب و ذخیره آب باران و استفاده از کودهای زیستی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی بود. همچنین دو روش کشت خطی و کپه‌ای برای معرفی روش مناسب کشت در منطقه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۹۴- ۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بصورت دیم در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی خرم‌آباد (با ارتفاع ۱۱۱۷ متر از سطح دریا و با مختصات طول جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و متوسط بارندگی بلند مدت ۵۲۴ میلیمتر) اجرا شد. خصوصیات مهم اقلیمی محل اجرای آزمایش در طی دو سال تحقیق در جدول ۱ ارایه شده است. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از دو سطح کود زیستی نیتروکسین (مصرف و عدم مصرف)، استاکوزورب (مصرف و عدم مصرف) و روش کاشت (خطی و کپه‌ای) بود.

جدول ۱- میانگین دما و بارندگی محل انجام آزمایش در طی دو سال اجرای تحقیق

Table 1- Average temperature and precipitation during the years of experiment

سال Year	ماه Month	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد August	شهریور September	مهر October	آبان November	آذر December	دی January	بهمن February	اسفند March	میانگین Mean
۹۴- ۱۳۹۳ 2014-2015	دما Temperature °C	13.1	18	24.7	29.7	29.9	25.8	19.9	11.5	8.5	6.1	9.1	17.3	17.8
	بارندگی Precipitation (mm)	86.9	22.8	2	0	0	0	70.3	27.2	61.6	9.6	33.6	52.9	366.9
۹۵- ۱۳۹۴ 2015-2016	دما Temperature °C	13.6	20.1	26.4	20.3	30.8	26.8	21.5	13.2	6.7	6.2	6.2	11.5	17.77
	بارندگی Precipitation (mm)	51.4	12.6	0.2	1.3	0	17	14	19.8	125.4	57.5	30.6	63.9	564.7

قبل ازکشت جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۲). در تمامی کرت‌ها و به طور برابر قبل از کاشت گیاه، کود دامی به میزان ۱۰ تن در هکتار و کود شیمیایی فسفره و ازته به ترتیب بر اساس ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه و به مصرف رسید. بنه‌های مورد آزمایش از استان خراسان رضوی تهیه شد. پس از آماده‌سازی زمین، کرت‌هایی به ابعاد ۴×۳/۱۵ متر ایجاد گردید و بوسیله فاروئر شیارهای کاشت ایجاد شد. فاصله کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب ۱ و ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در مهرماه سال ۱۳۹۳ بر اساس عمق ۱۵ سانتی‌متر و فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر (با استفاده از شیارزن رایج) با وزن متوسط بنه ۶-۵ گرم انجام شد. فاصله بین بنه‌ها درکشت خطی (تک بنه) ۵ سانتی‌متر روی ردیف و در کشت کپه‌ای (سه بنه در هر کپه) ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف بود. در مجموع در هر دو روش در هر کرت ۵۶۰ بنه استفاده شد و تراکم متوسط ۴۴/۴ بنه در متر مربع بود. کود زیستی نیتروکسین به میزان ۵ لیتر در هکتار (برای هر کرت ۶/۳ میلی‌لیتر نیتروکسین به صورت رقیق شده با آب به نسبت یک به ده) بر روی بنه‌ها به‌طور کامل محلول‌پاشی شد تا بنه‌ها تلقیح شوند. نیتروکسین مورد استفاده در این تحقیق، دارای مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت از جنس ازتوباکتر و آزوسپریلیوم است که از موسسه فن‌آوری زیستی آسیا تهیه شد و سهم هر یک ازجنس‌های باکتری در هر میلی گرم نیتروکسین به تعداد (CFU) 10^8 سلول زنده است. سوپرجاذب مورد استفاده در این تحقیق استاکوزورب (500 Medium) حاوی پلی‌آکریلات آمونیوم و پلی‌آکریلامید تولید شده از شرکت دگوسا (کشور آلمان) بود که به مقدار ۳۰۰ گرم در هر کرت (معادل با ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) در کف شیارهای کاشت بصورت نواری ریخته و روی آن با خاک پوشانده شد و سپس بنه‌ها کاشته شدند. قابل ذکر است که به علت بارندگی کافی بلافاصله بعد ازکاشت، نیازی به آبیاری ابتدای کشت نبود. در این تحقیق علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی کنترل شد.

جدول ۲- بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Some of physico-chemical properties of used soil in this study

بافت خاک Soil texture	مس Cu	روی Zn	منگنز Mn	آهن Fe	پتاسیم قابل دسترس Available K	فسفرقابل دسترس Available P	نیتروژن کل Total N	ماده آلی Organic matter	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی EC
	($mg.kg^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	٪	٪		($dS.m^{-1}$)
لوم رسی Clay loam	1.06	0.86	8.6	4.12	340	7.6	0.105	1.3	7.6	0.57

در پاییز سال‌های ۱۳۹۳و ۱۳۹۴ برداشت گلها به‌صورت روزانه از همه کرت‌ها انجام شد. سپس تعداد گل، وزن ترگل و وزن تر کلاله و پس از خشک شدن، وزن خشک و عملکرد کلاله خشک زعفران اندازه گیری شد. محاسبات صفات وزن خشک کلاله، وزن تر کلاله و وزن تر گل به صورت گرم در مترمربع محاسبه شد. در آخر خرداد سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ بنه‌های یک متر مربع از هر کرت برداشت و سپس تعداد بنه در متر مربع، وزن بنه در متر مربع و عملکرد بنه بر اساس کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد. در پایان داده‌های آزمایشی توسط نرم‌افزار SAS آنالیز شد. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب در جدول ۳ و نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سال اول و دوم به ترتیب در جداول ۴ و ۵ آمده است. نتیجه تجزیه واریانس مرکب برای دو سال آزمایش نشان داد که اثر سال در کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. از این رو با توجه به معنی‌دار بودن اثر سال در تجزیه مرکب، مقایسه میانگین صفات برای هر سال به صورت جداگانه (جداول ۶ و ۷) آورده شد. نتایج مقایسه میانگین (جداول ۶ و ۷) نشان داد از نظر اثر متقابل سه‌گانه تیمارها بر تعداد بنه در متر مربع و عملکرد بنه در هکتار در سال اول تفاوت معنی‌داری وجود داشت. درسال اول ترکیب تیماری کشت کپه‌ای با مصرف سوپر جاذب و بدون نیتروکسین با متوسط ۸۰/۶ بنه در مترمربع و عملکرد بنه ۲۴۷۹/۸ کیلوگرم در هکتار تیمار برتر بود که در مقایسه با کشت خطی و عدم مصرف سوپر جاذب و نیتروکسین حدود ۲ برابر بنه تولید کرد. در سال دوم ترکیب تیماری مصرف سوپر جاذب درکشت کپه‌ای با ۱۸۳/۶ بنه و مصرف سوپرجاذب در کشت خطی با ۱۸۱/۳ بنه در مترمربع تیمارهای برتر بودند. با توجه به اینکه مصرف سوپرجاذب قدرت جذب و حفظ آب را افزایش می‌دهد تبخیر را کاهش داده و به حفظ مواد غذایی و تهویه خاک کمک می‌نماید؛ بنابراین کاربرد این عوامل باعث افزایش تعداد بنه دختری و در نهایت افزایش عملکرد بنه در هکتار شده است. بهنیا (Behnia & Mokhtari, 2010) با بررسی روش‌های کاشت کپه‌ای و ردیفی گزارش نمود که در هر دو روش در سال‌های اول و دوم اثر تراکم معنی‌دار بود، ولی درسال‌های بعد این اختلاف عملکرد کاهش یافت. بر اساس آزمایش رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2014) مصرف کودهای آلی و زیستی در سال‌های ابتدایی پس از کاشت بجای افزایش در اندازه بنه باعث افزایش تعداد بنه‌های دختری می‌شود که نتایج این آزمایش را تأیید می‌کند. در سال اول چون خصوصیات عملکرد تحت تأثیر وضعیت بنه‌های مادری است، لذا اثر کود زیستی چشمگیر نیست اما در سال دوم، میکروارگانیسم‌های کود زیستی توانسته‌اند با تولید هورمون‌ها (بویژه جیبرلین) باعث افزایش تعداد برگ، قطر و وزن بنه و تعداد و عملکرد بنه شوند. همچنین تأثیر مثبت نیتروکسین می‌تواند به دلیل فراهم کردن عناصر پر مصرف و ریز مغذی برای گیاه باشد که به رشد و نمو بنه‌ها و اندام‌های هوایی منجر شده است. نتایج این تحقیق مؤید نظرات امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) در مورد اثرات نیتروکسین است. همچنین بر اساس گزارش رودریگویز کاسرس و همکاران (Rodriguez Caceres et al., 1996) تأثیر مثبت کودهای زیستی در شرایط نیمه خشک و روش تلقیح بذور گیاهان زراعی منوط به نژاد مؤثر میکروارگانیسم‌ها، شرایط مناسب بستر خاک در ناحیه ریزوسفر جهت فعالیت این موجودات می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین (جداول ۷ و ۶) نشان داد که از نظر تعداد گل تولید شده در هر دوسال تفاوت معنی دار وجود دارد. در سال اول تیمار ترکیبیِ مصرف سوپرجاذب و کشت کپه‌ای و عدم مصرف نیتروکسین با ۱۰/۹۵ گل در متر مربع تیمار برتر بود (جدول ۶) و در سال دوم تیمار مصرف سوپرجاذب و نیتروکسین درکشت کپه‌ای با ۱۷/۸ گل در مترمربع تیمار برتر بود (جدول۷). در هر دو سال اثرات مثبت کاربرد سوپرجاذب و در سال دوم اثر مصرف کود زیستی قابل مشاهده بود. در آزمایش‌های مختلف گزارش شده است که تعداد گل زعفران بطور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح پلیمر جاذب قرار دارد، به‌طوری که کاربرد آن علاوه بر بهبود ساختمان خاک و افزایش تخلخل و نفوذپذیری خاک (Chaji et al., 2013)، به حفظ عناصر غذایی در خاک (Khorramdel et al., 2013) کمک می‌کند. از این رو بهبود دسترسی به عناصر غذایی و وضعیت مناسب خاک برای بنه‌ها (خصوصاً در کشت کپه‌ای) در تحقیق حاضر، موجب رشد و

تقویت بنه‌ها شد که این امر افزایش تعداد بنه‌های دختری و در نتیجه افزایش تعداد گل را به‌دنبال داشت.

وزن‌تر گل زعفران در این آزمایش تحت تأثیر مصرف سوپرجاذب قرار گرفت. در سال اول تیمار کشت کپه‌ای با مصرف سوپرجاذب و مصرف نیتروکسین (با ۳/۴۶ گرم در مترمربع) و تیمار مصرف نیتروکسین بدون سوپر جاذب و کشت خطی (با ۳/۰۲ گرم در متر مربع) بیشترین وزن‌تر گل را داشتند (جدول۶). این نتایج با نتایج آزمایش خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2013) هماهنگی دارد. در سال دوم تیمار برتر کشت کپه‌ای با مصرف نیتروکسین و سوپرجاذب با ۴/۷۰ گرم در مترمربع بود. نتایج این آزمایش با نتایج کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) در مورد کودهای بیولوژیک مطابقت دارد. در مجموع بیشتر بودن تعداد بنه، تعداد گل تولید شده و وزن تر گل در تیمار نیتروکسین و سوپرجاذب در تحقیق حاضر را می‌توان از تأثیر مثبت این عوامل در فراهم‌آوری ترکیبات عناصر غذایی متعدد و حفظ رطوبت کافی (بویژه در سال اول) برای ریشه نسبت داد که ضمن تأمین شرایط مساعد در محیط ریزوسفر، باعث این برتری شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مرکب صفات مورد بررسی در زعفران طی دو سال

Table 3- Combined analysis of mean squares of saffron studied traits during the two years

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	تعدادگل Flower number ($No.m^{-2}$)	وزن تر گل Fresh weight of flower ($g.m^{-2}$)	وزن کلاله تر Fresh weight of stigma ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک Yield of dry stigma ($kg.ha^{-1}$)	میانگین وزن بنه Mean corm Weight (g)	تعداد بنه Corm Number ($No.m^{-2}$)	عملکرد بنه Corm yield ($kg.ha^{-1}$)
سال Year	1	119.72**	6.732 **	0.034 **	0.1189 *	14.0958**	13680.7**	50013537.9 **
تکرار*سال Replication (year)	4	25.19 *	1.323 *	0.0167 *	0.0846 *	4.5864*	787.5^{ns}	4263079.8^{ns}
نیتروکسین Nitroxin (N)	1	5.36^{ns}	0.040^{ns}	0.0174 *	0.0001^{ns}	0.1092^{ns}	2408.3^{ns}	2516036.8^{ns}
سال*نیتروکسین Year*N.	1	32.17 *	1.023^{ns}	0.054 **	0.0072^{ns}	0.1291^{ns}	1925.3^{ns}	2104415.5^{ns}
روش کاشت Planting Method (M)	1	26.31^{ns}	3.105 **	0.077 **	0.0487^{ns}	0.2655^{ns}	3201.3^{ns}	5818331.5^{ns}
سال*روش Year*M	1	3.45^{ns}	0.105^{ns}	0.0155 *	0.0045^{ns}	0.0165^{ns}	408.3^{ns}	10551.5^{ns}
سوپرجاذب Superabsorbent (S)	1	38.30*	0.798^{ns}	0.031 **	0.0051^{ns}	0.9157^{ns}	13134.1**	20434903.6**
سوپرجاذب*سال Year*S	1	4.38^{ns}	1.131^{ns}	0.0068^{ns}	0.0095^{ns}	0.4237^{ns}	4602.1*	11408543.2*
نیتروکسین*روش N*M	1	5.37^{ns}	0.412^{ns}	0.0068^{ns}	0.0076^{ns}	0.8242^{ns}	21.3^{ns}	5696975.8^{ns}
سال*نیتروکسین*روش Year*N*M	1	24.99^{ns}	0.262^{ns}	0.0131^{ns}	0.0022^{ns}	1.2969^{ns}	208.3^{ns}	5896482.5^{ns}
نیتروکسین*سوپرجاذب N*S	1	4.13^{ns}	1.916*	0.00008^{ns}	0.0706*	3.0856^{ns}	7752.1**	6753698^{ns}
سال*نیتروکسین*سوپرجاذب Year*N*S	1	23.66^{ns}	1.411^{ns}	0.0322**	0.0068^{ns}	0.7129^{ns}	3996.7*	4127241.5^{ns}
روش*سوپرجاذب M*S	1	18.97^{ns}	1.964*	0.1059**	0.2042**	3.0150^{ns}	126.7^{ns}	7409677.5^{ns}
سال*روش*سوپرجاذب Year*M*S	1	0.44^{ns}	0.037^{ns}	0.0259*	0.0143^{ns}	0.6792^{ns}	80.1^{ns}	4928604.3^{ns}
نیتروکسین*روش*سوپرجاذب N*M*S	1	32.04^{ns}	1.544^{ns}	0.1245**	0.1159*	2.1973^{ns}	546.7^{ns}	2614700.8^{ns}
نیتروکسین*روش*سوپرجاذب*سال Year*N*M*S	1	0.032*	0.002^{ns}	0.0550**	0.0311^{ns}	2.0131^{ns}	690.1^{ns}	2149293.1^{ns}
خطا Error	28	6.5847	0.388	0.0035	0.0169	1.3083	934.9	1879036.9

ns ، * و **: بترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد. N: نیتروکسین، M: روش کاشت، S: سوپرجاذب.

. N: Nitroxin, M: Planting Method, S: Super absorbent.ns, * and ** non-significant and significant at the level of 5% and 1% , respectively

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات زعفران تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در سال اول

Table 4- Mean squares of saffron traits affected by experimental treatments in the first year

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	تعدادگل Flower number ($No.m^{-2}$)	وزن تر گل Flower fresh weight ($g.m^{-2}$)	وزن کلاله تر Fresh weight of stigma ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک dry Yield of stigma ($kg.ha^{-1}$)	میانگین وزن بنه Mean corm weight (g)	تعداد بنه Corm number ($No.m^{-2}$)	عملکرد بنه Corm yield ($kg.ha^{-1}$)
تکرار Replication (year)	2	23.32*	1.32^{ns}	0.015254*	0.083*	3.3627^{ns}	161.29^{ns}	21163.4^{ns}
نیتروکسین Nitroxin (N)	1	5.63^{ns}	0.32^{ns}	0.005104^{ns}	0.004^{ns}	0.0004^{ns}	13.5^{ns}	94.1^{ns}
روش کاشت Planting Method (M)	1	24.42*	2.17^{ns}	0.011704^{ns}	0.041*	0.0748^{ns}	2948.16**	31561.4*
سوپرجاذب Superabsorbent (S)	1	8.38^{ns}	0.014^{ns}	0.004537^{ns}	0.014^{ns}	0.0468^{ns}	1093.5^{ns}	6570.68**
روش کاشت*نیتروکسن N*M	1	3.59^{ns}	0.008^{ns}	0.000504^{ns}	0.0008^{ns}	0.0266^{ns}	48.16^{ns}	9.58^{ns}
سوپرجاذب *نیتروکسین N*S	1	23.78*	3.3^{ns}	0.014504^{ns}	0.060*	0.4160^{ns}	308.16^{ns}	1617.2^{ns}
سوپرجاذب*روش کاشت M*S	1	12.6^{ns}	1.27^{ns}	0.013537*	0.055*	0.4160^{ns}	204.16^{ns}	1247.18^{ns}
سوپرجاذب*روش*نیتروکسن N*M*S	1	15.02^{ns}	0.71^{ns}	0.00700^{ns}	0.013^{ns}	0.0020^{ns}	4.16^{ns}	117.26^{ns}
خطا Error	14	595.6	91.53	0.449	0.007	0.4632	106.38	2673.4

ns ، * و **: بترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد. N: نیتروکسین، M: روش کاشت، S: سوپرجاذب.

N: Nitroxin, M: Planting Method, S: Super .ns, * and ** non-significant and significant at the level of 5% and 1%, respectively .absorbent

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات زعفران تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در سال دوم

Table 5- Mean squares of saffron traits affected by experimental treatments in the second year

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	تعدادگل Flower number ($No.m^{-2}$)	وزن تر گل Flower fresh weight ($g.m^{-2}$)	وزن کلاله تر Fresh weight of stigma ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک dry Yield of stigma ($kg.ha^{-1}$)	میانگین وزن بنه Mean corm weight (g)	تعداد بنه در مترمربع Corm number ($No.m^{-2}$)	عملکرد بنه Corm yield ($kg.ha^{-1}$)
تکرار Replication (year)	2	6.42^{ns}	0.039^{ns}	0.007^{ns}	0.0030^{ns}	4.586^{ns}	2288.79^{ns}	4592616^{ns}
نیتروکسین Nitroxin (N)	1	31.90^{ns}	0.735^{ns}	0.066**	0.0025^{ns}	0.238^{ns}	4320.16^{ns}	4611266^{ns}
روش کاشت Planting Method (M)	1	5.34^{ns}	1.033^{ns}	0.081**	0.0117^{ns}	0.207^{ns}	661.50^{ns}	2666666^{ns}
سوپرجاذب Superabsorbent (S)	1	34.29^{ns}	1.915^{ns}	0.034*	0.0003^{ns}	1.292^{ns}	16642.6**	31190400**
روش کاشت*نیتروکسن N*M	1	26.77^{ns}	0.666^{ns}	0.019^{ns}	0.0090^{ns}	2.094^{ns}	181.50^{ns}	11592600^{ns}
سوپرجاذب *نیتروکسین N*S	1	4.009^{ns}	0.019^{ns}	0.017^{ns}	0.0166^{ns}	3.382^{ns}	11440.6*	10720066^{ns}
سوپرجاذب*روش M*S	1	6.816^{ns}	0.728^{ns}	0.118**	0.1635*	3.278^{ns}	2.66667^{ns}	12212266^{ns}
سوپرجاذب*روش*نیتروکسین N*M*S	1	17.0^{ns}	0.836^{ns}	0.172**	0.1336*	4.208^{ns}	1232.66^{ns}	4752600^{ns}
خطا Error	14	9.77	0.5054	0.0048	0.0281	1.8600	1659.4	3409416.7

ns ، * و **: بترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد. N: نیتروکسین، M: روش کاشت، S: سوپرجاذب.

N: Nitroxin, M: Planting Method, S: Super .ns, * and ** non-significant and significant at the level of 5% and 1% , respectively .absorbent

در مورد صفات وزن تر و خشک کلاله زعفران مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه معنی دار بود. در سال اول وزن تر کلاله تحت تأثیر مصرف نیتروکسین قرار نگرفت (جدول ۶) و احتمالاً علت این است که در سال اول گل‌ها بیشتر تحت تأثیر وضعیت کمی و کیفی بنه‌های مادری قرار دارند اما در سال دوم اثرات مثبت مصرف نیتروکسین و سوپرجاذب در کشت کپه‌ای نمایان شده است (جدول ۷). عملکرد نهایی زعفران نیز از این تیمارها تأثیر پذیرفته است. در سال اول مقدار عملکرد کلاله ۰/۵۹۶ کیلوگرم در هکتار و درسال دوم اثرات مثبت کود زیستی و سوپرجاذب عملکرد را به حدود ۰/۷۱۹ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. به نظر می‌رسد کاهش مقاومت خاک در مقابل خروج گل و برگ‌ها در کاشت کپه‌ای، باعث تسهیل خروج گل و برگ‌ها شده است که در نهایت افزایش عملکرد نهایی را به‌دنبال داشته است. به طور کلی بیشتر از ۶۰ درصد کشت زعفران به صورت کپه‌ای انجام می‌شود (Behnia et al., 2010) و بر اساس گزارش رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani-Moghadam et al., 2013) در دو سال اول کشت، روش کپه ای با بالاترین تراکم بیشترین عملکرد را تولید نمود اما در دو سال بعدی بیشترین عملکرد درکشت ردیفی بدست آمد. همچنین بر اساس آزمایش پنج ساله، کشت کپه‌ای به دلیل بهبود عملکرد اقتصادی بر کشت ردیفی برتری دارد و نتایج آزمایش حاضر با نتایج علوی شهری و همکاران (Alavi shahri et al., 1994) مطابقت دارد.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود زیستی، روش کاشت و سوپرجاذب بر خصوصیات رشد و عملکرد زعفران در سال اول

Table 6- Mean comparison of growth characters and saffron yield under the interaction of bio-fertilizer, planting method and superabsorbent in the first year

تیمارها Treatments	تعداد گل Number of flower ($No.m^{-2}$)	وزن تر گل fresh weight of flower ($g.m^{-2}$)	وزن تر کلاله fresh weight of stigma ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک dry Yield of stigma ($kg.ha^{-1}$)	میانگین وزن بنه Mean weight Corm (g)	تعداد بنه Number of corm ($No.m^{-2}$)	عملکرد بنه Yield of corm ($kg.ha^{-1}$)
N2M2S2	10.35^{a}	2.79^{ab}	0.253^{ab}	0.503^{ab}	3.41^{a}	74^{a}	2332.9^{ab}
N1M2S2	10.95^{a}	3.46^{a}	0.307^{a}	0.596^{a}	3.07^{a}	80.67^{a}	2479.8^{a}
N2M1S1	8.12^{abc}	3.02^{ab}	0.240^{ab}	0.483^{ab}	3.28^{a}	42.67^{c}	1428.2^{bc}
N1M1S2	9.84^{ab}	2.71^{ab}	0.240^{ab}	0.453^{abc}	3.007^{a}	54.67^{bc}	1667.7^{abc}
N1M2S1	7.91^{abc}	2.65^{ab}	0.217^{bc}	0.398^{bc}	3.18^{a}	53.33^{bc}	1884.7^{abc}
N2M1S2	4.52^{c}	1.42^{c}	0.137^{c}	0.288^{c}	3.18^{a}	44.0^{bc}	1406.6^{bc}
N1M1S1	6.53^{bc}	2.13^{bc}	0.177^{bc}	0.352^{bc}	3.60^{a}	40.67^{c}	1272.1^{c}
N2M2S1	8.12^{abc}	2.78^{ab}	0.193^{bc}	0.412^{bc}	3.96^{a}	62.67^{ab}	1977.7^{abc}

N1: بدون نیتروکسین، N2: با نیتروکسین وM1: کشت خطی، M2: کشت کپه‌ای و S1: بدون سوپرجاذب، S2: با سوپرجاذب.

N1: without Nitroxin, **N2:** with Nitroxin, **M1**: streaking method, **M**2: cluster method, **S1:** without superabsorbent**, S2:** with superabsorbent.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود زیستی، روش کاشت و سوپرجاذب بر خصوصیات رشد و عملکرد زعفران در سال دوم
7- Mean comparison of growth characters and saffron yield under the interaction of bio-fertilizer, planting method and superabsorbent in the second year

تیمارها Treatments	تعداد گل Number of flower ($No.m^{-2}$)	وزن تر گل fresh weight of flower ($g.m^{-2}$)	وزن تر کلاله fresh weight of stigma ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک dry Yield of stigma ($kg.ha^{-1}$)	میانگین وزن بنه Mean weight corm (g)	تعداد بنه Number of corm ($No.m^{-2}$)	عملکرد بنه Yield of corm ($kg.ha^{-1}$)
N2M2S2	17.80^{a}	4.7^{a}	0.67^{a}	0.664^{ab}	4.80^{a}	122^{ab}	6167^{ab}
N1M2S2	15.11^{ab}	4.37^{ab}	0.28^{bc}	0.586^{ab}	3.61^{a}	183.67^{a}	8880^{a}
N2M1S1	15.76^{ab}	4.11^{ab}	0.36^{b}	0.719^{a}	5.29^{a}	108^{ab}	5947^{ab}
N1M1S2	12.67^{ab}	3.64^{ab}	0.25^{bc}	0.487^{ab}	3.30^{a}	181.33^{a}	6287^{ab}
N1M2S1	14.15^{ab}	3.77^{ab}	0.29^{bc}	0.525^{ab}	4.92^{a}	101.00^{b}	4227^{b}
N2M1S2	16.22^{ab}	3.90^{ab}	0.18^{c}	0.345^{b}	4.00^{a}	102.00^{b}	4573^{b}
N1M1S1	10.48^{b}	3.00^{b}	0.20^{c}	0.458^{ab}	4.42^{a}	71.33^{b}	3207^{b}
N2P2S1	11.84^{ab}	3.47^{ab}	0.23^{c}	0.410^{ab}	2.94^{a}	98.00^{b}	2907^{b}

N1: بدون نیتروکسین، N2: با نیتروکسین وM1: کشت خطی، M2: کشت کپه‌ای و S1: بدون سوپرجاذب، S2: با سوپرجاذب.
N1: without Nitroxin, **N2:** with Nitroxin, **M1**: streaking method, **M**2: cluster method, **S1:** without superabsorbent**, S2:** with superabsorbent.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف سوپر جاذب و نیتروکسین عملکرد زعفران را افزایش می‌دهد اما اثرات مثبت مصرف سوپرجاذب در هر دو سال و اثرات کود زیستی در سال دوم مشاهده شد. با توجه به خصوصیات برگ زعفران (باریک و ریز بودن)، محلول‌پاشی کودها کارآیی کمتری دارد و مقداری از کود مصرفی در این روش تلف می‌شود. بنابراین استفاده از روش تلقیح بنه‌ها در تحقیق حاضر، کارآیی استفاده از کود را افزایش داد و می‌توان ضمن استفاده از کود زیستی به جای کود شیمیایی به سلامت محیط زیست نیز کمک نمود. علاوه بر این نتایج نشان داد که استفاده از پلیمر سوپر جاذب می‌تواند از طریق بهبود ظرفیت نگهداری آب درخاک و ذخیره‌سازی آن، موجب کاهش نیاز آبی گردد که این موضوع در مناطق خشک و نیمه خشک با محدویت منابع آبی مثل لرستان (که بیش از۷۵ درصد اراضی دیم است) می‌تواند اهمیت خاصی داشته باشد. کاربرد پلیمر سوپرجاذب، سبب بهبود تهویه، افزایش تخلخل، حفظ عناصر غذایی و تعدیل دمای خاک شده و باعث ایجاد شرایط مطلوب‌تر برای رشد گیاه می‌شود که این امر افزایش عملکرد گل و زعفران را بدنبال داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از روش کاشت کپه‌ای می‌تواند به کاهش مقاومت فیزیکی خاک و ایجاد شرایط مطلوب‌تر برای رشد، افزایش عملکرد گل و کلاله زعفران را بدنبال داشته باشد. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران حوزه کشاورزی را قادر خواهد ساخت تا با شناخت دقیق از ظرفیت‌های تولید و پتانسیل‌های منطقه و استفاده از نهاده‌های جدید، برای حل مشکل بیکاری و کمبود آب، سیاستگذاری‌های خود را تنظیم نمایند.

منابع

Alavi Shahri, H., Mohajeri, M., and Folaki, M.A. 1994. Effect of plant density on saffron yield. Proceedings of Second Conference of Saffron and Medicinal Plants Cultivation. Gonabad, Iran, p.13-20. (In Persian).

Allahdadi, A. 2002. Study the effect of superabsorbent hydrogel application in reducing the moisture stress of plants. Proceeding of the 2nd Educational Course for Agricultural and Industrial Application of Superabsorbent Hydrogels, Tehran, Iran. pp. 33-55. (In Persian).

Amirghasemi, T. 2001. Saffron, Red Gold of Iran. Ayandegan Press, Tehran, Iran. 112 p. (In Persian).

Behnia, M.R., and Mokhtari, M. 2010. Effect of planting methods and corm density in Saffron (*Crocus sativus* L.) yield. Acta Horticulture 850: 131-136.

Chaji, N., Khorasani, R., Astaraei, A., and Lakzian A. 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. Journal of Saffron Research 1 (1): 1-12. (In Persian with English Summary).

Fallahi, H.R., Feli, A., and Salari-Nasab, S. 2014. Study the effects of super absorbent on growth of saffron. Proceeding of the 3rd National Conference on the Scientific Achievements of saffron. Torbat Heydariyeh University, Iran. 17 pp.

Fallahi, H.R., Zmani, G., Mehrabani, M., Aghhavani-Shajari, M., and Samadzadeh, A.R. 2016. Influence of superabsorbent polymer rates on growth of saffron replacement corms. Journal of Crop Science and Biotechnology 19 (1): 77-84.

Juana, J.A.D., Corcolesb, H.L., Munozb, R.M., and Picornella, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crop Production 30 (2): 212-219.

Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron (*Crocus sativus* L.), Production and Processing. Center of Excellence for Agronomy. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. pp. 50-60.

Khademi, K., Sepahvand, A., Siah-Mansour, R., Mohamadian, A., and Ahmadi, S. 2014. Study of saffron yield in dry land farming and irrigated conditions in a period of six years in the city of Khorramabad. Journal of Saffron Research 1 (2): 110-119. (In Persian with English Summary).

Khorramdel, S., Gheshm, R., Amin Ghafori, A., and Esmaielpour, B. 2013. Evaluation of soil texture and superabsorbent polymer impacts on agronomical characteristics and yield of saffron. Journal of Saffron Research 1 (2): 120-135. (In Persian with English Summary).

Kizilkaya, R. 2008. Yeild response and nitrogen concenterations of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with *Azotobacter chroocum* strains. Ecological Engineering 33: 130-156.

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammadabadi, A.A. 2011. Investigation on the effect of bio fertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Water and Soil 25 (1): 196-206. (In Persian with English Summary).

Naderi-darbaghshahi, M.R., Khajeh-Bashi, S.M., Bani-Taba, S.A.R., and Deh-dashti, S.M. 2008. The effects of planting method, density and depth on yield and exploitation period of saffron field (*Crocus sativus* L.) in Esfahan. Seed and Plant Journal 24: 643-657. (In Persian with English Summary).

Omidi, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torabi, H., and Fotookian, M.H. 2009. Effect of chemical and bio-fertilizer nitrogen on (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plant 30 (2): 98-109. (In Persian with English Summary).

Raju, K.M., Raju, M.P., and Mohan, Y.M. 2002. Synthesis and water absorbency of cross linked superabsorbent polymers. Journal of

Applied Polymers 85: 1795-1801.

Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Filabi, A., and Seyyedi, 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).

Rezvani Moghadam, P., Amiri, M.B., and Ahyaei, H.R. 2014. Effects of Rhizobacteria of plant growth promoting and different amounts mushroom compost on flower yield and properties of Saffron (*Crocus sativus* L.) in an organic farming system. Journal of Horticultural Science 28 (2): 199-208. (In Persian with English Summary).

Rodriguez Caceres, E.A., Gonzalez Anta, G., Lopez, J.R., Di Ciocco, C.A., Pacheco Basurco, J.C., and Parada, J.L. 1996. Response of field-grown wheat to inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Bacillus polymyxa* in the semiarid region of Argentin a. Arid Soil Research and Rehabilitation 10: 13–20.

Sabzvari, M. 1995. Saffron: the Red Gold of Desert. Bank Keshavarzi Publication, No. 46, Tehran, Iran.

Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on flowering of saffron. Research Project, Khorasan Scientific Industrial Research Organization, Iran. 73 p.

Tahmasebi, M.A. 2015. 4th National Festival of Saffron. Ghaenat, Iran. On line in http://si.torbath.ac.ir/?p=755. (In Persian).

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as bio-fertilizers. Plant Soil 255: 571-586.

Wu, L., Liu, M., and Liang, R. 2008. Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water-relent. Bioresource Technology 99 (3): 547-554.

Effects of Nitroxin bio-fertilizer, superabsorbent polymer and planting method on yield of flower and corm of saffron (*Crocus sativus* L.) in rainfed-farming conditions of Khorramabad, Iran

***Saeid Heidari*[1], *Khosrow Azizi*[2*] *and Ahmad Ismaili*[2]**

Submitted: 31 March 2017 **Accepted:** 19 December 2017

Heidari, S., Azizi, Kh., and Ismaili, A. 2019. Effects of Nitroxin bio-fertilizer, superabsorbent polymer and planting method on yield of flower and corm of saffron (*Crocus sativus* L.) in rainfed-farming conditions of Khorramabad, Iran. Saffron Agronomy & Technology 6(4): 461-472

Abstract

In order to study the effect of bio-fertilizers, planting method and superabsorbent polymer on quantitative yield of saffron under rainfed conditions, a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at the Agricultural Research Station of Khorramabad, Iran during 2015-2016 growing seasons. In this study, Nitroxin bio-fertilizer (consumption 5 Lit.ha^{-1} and non-consumption), Stockosorb superabsorbent polymer (consumption 240 kg.ha^{-1} and non-consumption) and planting method (streaking and cluster) was tested. The results showed that triple interactions was significant for number of corm.m^{-2} in the first and second year and combined treatment including non-Nitroxin in cluster culture method using superabsorbent with 80.67 corm.m^{-2} for the first year and with 183.67 corm.m-^{2} for the second year was the superior treatment. The results showed significant differences for number of produced flowers and for fresh and dry weight of stigma in both years. In the first year, treatment including cluster method cultivation, consumption of superabsorbent and no consumption of Nitroxin was superior; while in the second year, the superior treatment was use of superabsorbent, Nitroxin and cluster method. For stigma dry weight of saffron, triple interactions was significant and in the first year, cluster method and consumption of superabsorbent and no usage of Nitroxin was superior (with 0.6 kg.ha^{-1}), and in the second year, use of Nitroxin and superabsorbent and cluster method was superior (with 0.719 kg.ha^{-1}). In general, the results of the present study in dry-farming conditions over the two years, the cluster cultivation method with usage of superabsorbent and Nitroxin could be recommended. The reasons for this recommendation and introduction of the mentioned methods are the dry climate conditions in the area of study and reduction in consumption of chemical fertilizers for development of sustainable agriculture.

Keywords: Saffron, Stockosorb, Nitroxin, Planting method.

1 - PhD student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University
2 - Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University
(*-Corresponding author Email: azizi.kh@lu.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2017.81060.1221