نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۲(۴۲)، تابستان ۱۳۹۶، صفحه ۳۳۰-۳۱۵

اثر تراکم بنه بر عملکرد کمّی و کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.) با استفاده از اوره و نیتروکسین در شهرری

علیرضا پازکی[1*]، محمد کریمی نژاد[1] و علیرضا فولادی طرقی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۷ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۳۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تراکم بنه بر صفات زیرزمینی و کیفی گیاه زعفران تحت شرایط استفاده از کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن‌دار، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در در روستای قمی آباد شهرستان ری انجام شد. عامل‌های آزمایش شامل تراکم بنه در سه سطح (۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ بنه در متر مربع) و منابع کودی در چهار سطح (عدم مصرف، کود شیمیایی نیتروژن دار به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کود زیستی نیتروکسین به میزان ۵ لیتر در هکتار و مصرف تلفیقی کود شیمیایی نیتروژن‌دار به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار و کود زیستی نیتروکسین به مقدار ۲/۵ لیتر درهکتار) بود. نتایج حاصل نشان داد که تراکم بنه بر وزن تر و خشک گل، وزن خشک کلاله و خامه، قطر بنه، وزن تر بنه دختری و تعداد بنه دختری معنی‌دار بود. بر این اساس با افزایش تراکم بنه از ۶۰ به ۱۸۰ بنه در مترمربع، عملکرد خشک کلاله زعفران تا ۲/۷ برابر افزایش یافت. این در حالی بود که افزایش تراکم بر صفاتی نظیر قطر بنه، وزن تر بنه دختری و تعداد بنه دختری اثر منفی داشته و منجربه کاهش عملکرد صفات مذکور گردید. کاربرد کود زیستی نیتروکسین از نظر رشد رویشی و عملکرد زعفران با تولید ۲/۰۸ کیلوگرم در هکتار کلاله به همراه خامه خشک نسبت به سایر تیمارهای کودی برتری داشت و بر مؤلفه‌های کیفی زعفران (کروسین، پیکروکروسین و سافرانال) نیز بالاترین تأثیر را اعمال نمود. در مجموع استفاده از تراکم‌های بالا به منظور حصول عملکرد مناسب و استفاده توأم از کود نیتروکسین و کود اوره به‌عنوان جایگزینی برای کاهش تدریجی مصرف کود شیمیایی اوره توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: بنه، تراکم، زعفران، صفات کیفی، کود شیمیایی و بیولوژیک.

۱- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

* نگارنده‌ی مسئول pazoki_agri@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

زعفران از نظر گیاه‌شناسی گیاهی نیمه گرمسیری و متحمل به سرما است (Atefi, 2006). در زراعت به‌عنوان گیاهی چند ساله پرورش داده می‌شود. این گیاه عمدتاً در مناطق مدیترانه‌ای و غرب آسیا و در مناطق کم باران ایران که دارای زمستان سرد و تابستانی گرم می‌باشند، گسترش دارد (Moayedi Shahraki *et al*., 2010). زعفران به‌عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی در جهان، دارای خواص درمانی از جمله آرام بخشی بوده و دارای اثر ضد سرطان و ضد التهاب می‌باشد (Xi *et al*., 2007; Abdullaev and Espinosa-Aguirre, 2004). ارزش زعفران به علت وجود سه متابولیت ثانویه اصلی و مشتقات آن می‌باشد. ترکیب زرد رنگ کروسین مسئول رنگ زعفران، ترکیب تلخ پیکروکروسین مسئول طعم و سافرانال مسئول عطر آن می‌باشد (Hosseinzadeh and Younesi, 2002). در مناطق تولید زعفران، علاوه بر عوامل اقلیمی و خاکی، عوامل به‌زراعی از قبیل روش کاشت، نحوه و فواصل آبیاری، تاریخ کاشت، تراکم بنه، عمق کاشت، برداشت و مدیریت پس از برداشت نیز باید به نحوی بهینه‌سازی گردند که کارآمدترین نتیجه را بر کمّیت و کیفیت زعفران تولیدی بگذارند (Kumar *et al*., 2009). در میان عوامل فوق تراکم بنه به‌منظور حصول عملکرد بهینه حایز اهمیت می‌باشد (Kafi, 2002). با بررسی اثر روش‌های کاشت و تراکم بنه بر عملکرد زعفران گزارش شد که تراکم ۱۰ بنه در فاصله ۳۰ سانتی‌متری روی هر ردیف و یا ۱۵ بنه در هر کپه، منجر به حصول بهترین عملکرد می‌گردد (Behnia and Mokhtari, 2010). در بررسی دیگری مقادیر بنه کم، متوسط و زیاد (به‌ترتیب معادل ۴، ۸ و ۱۲ تن بنه در هکتار) ارزیابی شد، اگرچه پارامترهای مختلف در تراکم متوسط و بالای بنه برتری داشتند، اما تراکم متوسط به کشاورزان توصیه شده است، زیرا عملکرد زعفران در این سطح با تراکم بالای زعفران اختلاف چشم‌گیری نداشت (Temperini *et al*., 2009).

متأسفانه ایران از جمله کشورهایی است که با بحران سوء مصرف انواع کودهای شیمیایی مواجه می‌باشد و یکی از راه حل‌های پیشنهادی برای رویارویی صحیح با این مسئله، تغییر منابع کودی از کود شیمیایی به سمت کودهای زیستی است (Rezvani Moghaddam *et al*., 2013; Alipoor Miandehi *et al*., 2013). با توجه به اهمیت زعفران به‌عنوان گیاه دارویی و ادویه‌ای بایستی کشت ارگانیک آن را جایگزین کشت فعلی آن کرد. به‌منظور بهره‌برداری از پتانسیل محیط و کسب حداکثر عملکرد علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب، مدیریت تغذیه‌ای صحیح در زعفران نیز مورد نیاز می‌باشد. مطالعات نشان داده است که فراهمی مناسب عناصر غذایی از جمله مؤثرترین راه‌کارهای بهبود عملکرد زعفران محسوب می‌شود (Amiri, 2008). تأمین عناصر غذایی از منابع آلی مانند کودهای زیستی می‌تواند ضمن افزایش عملکرد، منجر به بهبود کیفیت زعفران شود. برخلاف نیاز کودی کم این گیاه، حدود ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به متغیرهای مربوط به خاک از جمله فسفر، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادلی وابسته است (Temperini *et al*., 2009).

امیدی و همکاران (Omidi *et al*., 2009) ضمن بررسی اثر مصرف کودهای شیمیایی و بیولوژیکی بر عملکرد کمّی و کیفی زعفران نشان دادند که عملکرد کلاله و خامه زعفران با مصرف

Archive of SID

www.SID.ir

کودهای شیمیایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بالاترین عملکرد در تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره و تیمار مصرف تلفیقی کود زیستی و شیمیایی اوره به‌دست آمد. در آزمایشی دیگر نقدی‌بادی و همکاران (Naghdi Badi *et al.*, 2014) اظهار داشتند که بیشترین وزن تر گل از تیمار مصرف کود شیمیایی و زیستی فسفره حاصل می‌شود. در آزمایشی اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی بر عملکرد زعفران بررسی شده و مشخص گردید که اثر تیمارهای کود زیستی بر تعداد گل، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک کلاله معنی‌دار بود و منجر به افزایش عملکرد این صفات نسبت به کود شیمیایی شد (Koocheki *et al.*, 2011b). همچنین، الدین و همکاران (Eldin *et al.*, 2008) طی تحقیقی با کاربرد باکتری *Bacillus subtilis* در زعفران اعلام کردند که استفاده از این باکتری تعداد گل را افزایش می‌دهد.

تحقیق حاضر با هدف بررسی دو موضوع انجام شد، اول اینکه در شرایط کشت زعفران به شیوه رایج، چه تراکمی به لحاظ افزایش عملکرد زعفران و سودآوری در سال اول کشت بهینه است. دوم اینکه کدام یک از منابع کودی بر صفات مورد بررسی در این تحقیق برتری داشته و از نظر زیست محیطی و اقتصادی مفیدتر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ای در روستای قمی‌آباد واقع در شهرستان ری با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۰۰ متر از سطح دریا انجام شد. هر واحد آزمایشی دارای ۶ خط کاشت به طول ۴ متر بود و فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که فاصله بین بنه‌ها روی ردیف در کشت نقطه‌ای بر اساس تراکم مورد نظر محاسبه شد. عامل‌های آزمایشی در این تحقیق شامل: تراکم بنه در سه سطح (۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ بنه در متر مربع) و منابع کودی در چهار سطح (عدم مصرف، کود شیمیایی اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کود زیستی نیتروکسین به میزان ۵ لیتر در هکتار و مصرف توأم کود شیمیایی اوره به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار و کود زیستی نیتروکسین به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار بود.

استفاده از کود شیمیایی اوره در سه نوبت (هر نوبت ۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب در ابتدای کاشت، قبل از آبیاری دوم (پس از گلدهی در پاییز ۱۳۹۳) و قبل از زرد شدن برگ‌ها در بهار ۱۳۹۴ انجام شد. کود زیستی نیتروژن‌دار مورد استفاده در این تحقیق دارای مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس *Azotobacter* و *Azospirillum* بوده و سهم هریک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌لیتر آن (CFU) به تعداد 10^8 سلول زنده بود. عملیات تلقیح بنه‌ها با سوسپانسیون آماده باکتری‌های فوق در ترکیب با آب مقطر انجام شد و سپس در سایه خشک شدند و آماده کشت گردیدند. قبل از کاشت زعفران، از خاک مزرعه جهت انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌برداری شد (جدول ۱). به‌منظور آماده‌سازی زمین برای کاشت بنه‌ها، مزرعه در پاییز سال قبل از کشت (سال ۱۳۹۲) و در اواسط بهار (سال ۱۳۹۳) دوبار در جهات عمود بر هم شخم زده شد. برای کشت از بنه‌هایی عاری از زخم و با وزن ۸ گرم به بالا

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده شد. تاریخ کشت بنه‌ها در پنجم شهریور ماه ۱۳۹۳ بود و همزمان با آن آبیاری اول صورت گرفت، آبیاری دوم در اواخر مهرماه به‌منظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام پذیرفت.

برداشت گل از پانزدهم آبان سال ۱۳۹۳، در ابتدای روز صورت گرفته و در هر کرت با حذف اثرات حاشیه (یک ردیف از هر طرف و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای کرت)، گل‌های ظاهر شده به صورت روزانه جمع‌آوری شده و پس از توزین جداگانه کلاله و گلبرگ، نمونه‌ها در آون در دمای ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. وزن خشک نمونه‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم محاسبه گردید. مجموع وزن خشک کلاله و خامه‌های برداشت شده در چهار نوبت در طی دوره گلدهی به‌عنوان عملکرد خشک کلاله و خامه در هر کرت ثبت گردید.

در بهار سال ۱۳۹۴، به‌منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر قطر، تعداد و وزن بنه‌های دختری، بلافاصله پس از زرد شدن برگ‌ها، تمامی بنه‌ها پس از رعایت حاشیه‌های ذکر شده، از مساحت یک متر مربع خاک خارج گردید و پس از شمارش بنه‌های دختری و جداکردن ذرات خاک، وزن بنه‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. لازم به ذکر است که قطر بنه‌ها برحسب میلی‌متر و با کولیس اندازه‌گیری گردید.

اندازه‌گیری متابولیت‌های ثانویه اصلی کروسین (عامل رنگ)، پیکروکروسین (عامل طعم) و سافرانال (عامل عطر) به روش اسپکتروفتومتری طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۵۹[1] صورت گرفت. این روش بر گرفته از روش استاندارد جهانی (ISO-3632) بوده که مبتنی بر طیف سنجی در طول موج‌های متفاوت می‌باشد (Winterhalter and Straubinger, 2000).

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. جهت رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر تراکم بنه بر وزن تر و خشک گل، وزن خشک کلاله و خامه، قطر بنه دختری، وزن تر بنه و تعداد بنه دختری در واحد سطح، در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. در حالی که ویژگی‌های کیفی زعفران شامل کروسین، پیکروکروسین و سافرانال تحت تأثیر تیمارهای تراکم بنه قرار نگرفت. همچنین، اثر منابع کودی نیز بر صفت قطر بنه در سطح ۵٪ و بر سایر صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل منابع کودی و تراکم بنه به غیر از صفات زیر زمینی بر سایر صفات مربوط به گلدهی و کیفیت کلاله معنی‌دار نبود (جدول ۲).

وزن گل تر و خشک زعفران

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تراکم بنه وزن تر و خشک گل به طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که، با افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۸۰ بنه در متر مربع صفات مذکور به‌ترتیب ۷۱ و ۷۶ درصد افزایش یافت (جدول ۳). در حقیقت آنچه مشخص است استفاده از تراکم‌های بالا منجر به حضور تعداد بنه بیشتر در واحد سطح می‌شود که انتظار می‌رود افزایش تعداد بنه در واحد سطح، تولید تعداد گل بیشتر و متعاقباً وزن

۱-Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Saffron – Test methods. Isiri Number: 259-2. 1st. Revision, http://www.isiri.org/asp/account/checklog.aspID=259

Archive of SID

www.SID.ir

تر و خشک گل بیشتری را به دنبال داشته باشد. در آزمایشی کوچکی و همکاران (Koocheki *et al*., 2011a) اظهار داشتند که در طی سه سال بهره برداری از مزرعه، وزن تر و خشک گل‌های تولید شده تحت تأثیر تراکم بنه قرار می‌گیرند، به طوری که مقدار بالای بنه (۱۲ تن بنه درهکتار) نسبت به دو سطح، کم (۴ تن بنه درهکتار) و متوسط (۸ تن بنه در هکتار)، بیشترین وزن تر و خشک گل را به خود اختصاص داد. در مطالعه‌ای بررسی اثر کود حیوانی و تراکم کاشت بنه بر گلدهی زعفران بیانگر افزایش تعداد و وزن گل با افزایش تراکم بود، به صورتی که تراکم ۳۰۰ بنه در متر مربع به عنوان بهترین تیمار انتخاب شد (Mohebi and Klarestaghi, 2012). لازم به ذکر است که نتایج این آزمایش با نتایج تحقیق حاضر در مورد بهبود عملکرد گل در اثر افزایش تراکم مطابقت دارد.

بررسی نتایج منابع کودی نشان از برتری تیمار مصرف ۵ لیتر کود نیتروکسین نسبت به سایر تیمارها داشت، استفاده از این کود نسبت به تیمار شاهد منجر به افزایش ۲۰ و ۲۴ درصدی وزن تر و خشک گل شد (جدول ۳). بیشتر شدن وزن گل می تواند به دلیل باکتری‌های موجود درکود زیستی نیتروکسین باشد که علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه مانند هورمون‌های تنظیم کننده رشد موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی زعفران شده باشد. علی‌پور میانده و همکاران (Alipoor Miandeh *et al*., 2013) تأثیر کودهای دامی، زیستی و شیمیایی را بر وزن گل زعفران معنی دار دانسته و بیان کردند که استفاده از کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش ۲۷/۸ درصدی وزن تر گل می‌شود.

وزن خشک کلاله و خامه

در تحقیق حاضر، تراکم ۱۸۰ بنه در متر مربع با میانگین ۲/۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن خشک کلاله و خامه (عملکرد زعفران) را در بین سایر تیمارها به خود اختصاص داد (جدول ۳). به نظر می رسد افزایش تراکم بنه در واحد سطح باعث افزایش تعداد گل و در نهایت بهبود عملکرد زعفران شده است. در آزمایشی دو ساله در ترکیه مشاهده شد که با افزایش تراکم بنه از ۵۱ به ۶۹ عدد در متر مربع، وزن خشک کلاله تولید شده در بنه کاهش می‌یابد، در حالی که وزن خشک کلاله در واحد سطح افزایش یافت (De Juan *et al*., 2009). بنابراین، انتخاب تراکم کشت مناسب و تأکید بر الگوهای کشت پر تراکم برای کسب عملکرد بالا به ویژه در اولین سال‌های کشت در مزارع زعفران بایستی مد نظر قرار گیرد. در تحقیق دیگری عنوان شد که تراکم کشت بالا (۱۷۷/۶ بنه در مترمربع) باعث کسب بالاترین عملکرد زعفران می‌شود، به‌طوری‌که، تجدید کشت زعفران در دوره‌های زمانی کوتاه‌تر از طریق کشت بنه با حداکثر تراکم زمینه ساز بهره‌برداری بهتر از مزارع زعفران شد (Naderi Darbaghshahi *et al*., 2008).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد مصرف کود زیستی نیتروکسین بر عملکرد زعفران نسبت به دیگر تیمارهای کودی برتری داشت و موجب افزایش ۳۱ درصدی آن نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد، باکتری‌های محرک

Archive of SID

www.SID.ir

رشد موجود در کودهای زیستی مانند نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن و جذب آن توسط ریشه گیاه، باعث تحریک بیشتر رشد و افزایش عملکرد محصول می‌شوند. بنابر نتایج تحقیقات امیدی و همکاران (Omidi *et al* , 2009)، تیمار نوع کود نیتروژن بر عملکرد زعفران تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین عملکرد زعفران خشک در شرایط مصرف توأم ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۲/۵ لیتر در هکتار کود زیستی نیتروکسین به‌دست آمد که موجب افزایش ۸۳ درصدی عملکرد زعفران نسبت به تیمار شاهد شد.

صفات زیرزمینی زعفران

نتایج نشان داد که با افزایش تراکم بنه، صفات زیرزمینی زعفران شامل: قطربنه، وزن تر بنه و تعداد بنه‌های دختری در واحد سطح کاهش می‌یابد و تراکم ۶۰ بنه در متر مربع به دلیل ایجاد شرایط محیطی مناسب، فضای بیشتر بین بنه‌ها و کاهش رقابت بین آنها، منجر به افزایش قطر، وزن تر و تعداد بنه‌های دختری به‌ترتیب به میزان ۳۲، ۸۵ و ۵۵ درصد نسبت به تراکم ۱۸۰ بنه در متر مربع شد (جدول ۳). با توجه به اینکه زعفران دارای قابلیت تولید مواد خود آسیب می‌باشد، چنین به نظر می‌رسد که افزایش تعداد بنه، احتمالاً به دلیل افزایش رهاسازی و انتشار این مواد به محیط رشد، باعث کاهش رشد و تولید بنه شده و به تبعیت از آن بر وزن بنه نیز اثر منفی دارد (Abbasi and Jahani, 2007). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2013) نیز گزارش کرد که تعداد بنه دختری و قطر بنه در کمترین تراکم بنه (۵۰ بنه در متر مربع) به‌دست آمد و نسبت به تراکم ۱۵۰ بنه در متر مربع به‌ترتیب از برتری ۶۵ و ۷۴ درصدی برخوردار شد.

نوع کود مصرفی نیز بر تمامی صفات زیرزمینی زعفران تأثیرگذار بوده و استفاده از کود زیستی نیتروکسین موجب افزایش قطر، وزن تر بنه و تعداد بنه دختری نسبت به دیگر تیمارها شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای نیتروژن‌دار به خصوص کودهای زیستی در سال‌های ابتدایی پس از کاشت بنه، به‌دلیل فراهمی عناصر و مدیریت پایدار تغذیه در خاک باعث افزایش تعداد و وزن بنه‌های دختری می‌گردد (Naderi Darbaghshahi *at al*., 2009). به‌طورکلی، می‌توان بیان کرد که کود زیستی نیتروکسین با افزایش جذب عنصر نیتروژن توانسته در افزایش رشد اندام زیرزمینی گیاه نقش مؤثری داشته باشد (Rojas *et al*., 2001). همچنین، کود نیتروکسین از طریق کاهش pH توانسته عناصر غذایی بیشتری را به صورت محلول در اختیار ریشه گیاه قرار دهد و با تولید و در نهایت ذخیره بیشتر مواد فتوسنتزی در برگ، در افزایش رشد و تعداد بنه‌های دختری نقش بسزایی داشته باشد (Han *et al*., 2006).

ارزیابی اثر متقابل تراکم بنه و منابع کودی بر صفات مذکور بیانگر ایجاد بهترین نتیجه با تراکم ۶۰ بنه در متر مربع همراه با استفاده از منابع کودی متفاوت به‌ویژه کود زیستی نیتروکسین بود که به‌عنوان برترین تیمار معرفی می‌گردد (شکل‌های ۱، ۲ و۳). همان‌گونه که بیان شد، استفاده از تراکم ۶۰ بنه در واحد سطح، به دلیل وجود شرایط محیطی و ایجاد فضای مناسب‌تر برای رشد بنه‌ها باعث تحریک رشد رویشی و افزایش تولید اندام‌های فتوسنتز کننده شده که در نتیجه بهبود شرایط برای رشد بنه و افزایش قطر بنه را در پی دارد. دارا بودن باکتری‌های محرک رشد، تقویت فعالیت‌های

Archive of SID

www.SID.ir

هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غذایی توسط ریشه گیاه و به‌طورکلی بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت از جمله دلایلی است که برای افزایش عملکرد بنه‌های زعفران در اثر کاربرد کود بیولوژیک گزارش شده است (Bachman and Metzger, 2008). از طرفی بررسی اثر متقابل داده‌ها نشان داد که افزایش تراکم بنه‌ها در تیمارهای مختلف کودی نتیجه عکس داده و منجر به کاهش وزن، قطر و تعداد بنه‌های دختری می‌شود (شکل‌های ۲،۱ و۳). به نظر می‌رسد که افزایش تراکم با افزایش رقابت بنه‌ها برای جذب عناصر غذایی و همچنین کاهش فضای در دسترس برای رشد بنه‌ها موجب کاهش رشد و قطر بنه‌ها شود. نتایج به‌دست آمده با گزارش نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi Darbaghshahi *at al*., 2009) مشابه بود، به بیان آنها بیشترین تعداد بنه‌های دختری در تیماری که کمترین تراکم کاشت را داشت مشاهده شد و با افزایش تراکم کاشت تعداد بنه‌های دختری در واحد سطح به صورت معنی‌داری کاهش یافت.

صفات کیفی زعفران

تغییر در تراکم بنه منجر به اختلاف معنی‌دار در صفات کیفی زعفران نشد، در حالی که بررسی مقایسه میانگین‌های مربوط به منابع کودی نشان داد که بیشترین میزان کروسین در تیمار مصرف ۵ لیتر کود نیتروکسین و کمترین آن در تیمار شاهد حاصل شد، که این امر با نتایج به‌دست آمده در دیگر مؤلفه‌های کیفی زعفران (سافرانال و پیکروکروسین) مطابقت داشت (جدول ۳). همچنین، کاربرد تلفیقی کود زیستی و شیمیایی نیتروژن‌دار با نصف مقدار توصیه شده پس از تیمار کود زیستی نیتروکسین به لحاظ تأثیرگذاری مثبت بر صفات کیفی در سطح بعدی قرار گرفته و منجر به افزایش کروسین، پیکروکروسین و سافرانال به‌ترتیب با ۷، ۵ و ۱۹ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف کود (شاهد) شد (جدول ۳). بنابر پژوهش‌های انجام شده می‌توان این طور بیان نمود که کود زیستی نیتروکسین به دلیل فراهمی ترکیبات، مواد هورمونی و ویتامین‌های محلول در آب و ایجاد همکاری متقابل با محیط خاک پیرامون ریشه، بر تولید و افزایش ترکیبات اولیه مؤثر در بیوسنتز گلوکوزیدها و تجزیه آنها به ترکیبات ثانویه زعفران نقش داشته است (Patten and Glick, 1996; Nieto and Frankenberger, 1991).

امیدی و همکاران (Omidi *et al*, 2009) گزارش کردند کود نیتروژن بر میزان سافرانال، پیکروکروسین و کروسین زعفران تأثیر معنی‌داری داشته و بیشترین میزان صفات کیفی این گیاه در شرایط استفاده از کود زیستی نیتروکسین و استفاده تلفیقی با کود شیمیایی نیتروژن‌دار حاصل گردید.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های تحقیق، به دنبال افزایش تراکم کاشت بنه‌های مادری، صفات عملکردی زعفران به صورت معنی‌داری افزایش نشان دادند. به‌طوری‌که، استفاده از تراکم بالا (۱۸۰ بنه در متر مربع) در کشت بنه‌های زعفران در سال اول علاوه بر افزایش گلدهی به لحاظ اقتصادی نیز سودآور می‌باشد. در حالی‌که افزایش تراکم بنه بر هیچ یک از صفات کیفی زعفران (کروسین، پیکروکروسین و سافرانال) تأثیر معنی‌داری نداشت. استفاده از منابع مختلف کودی نشان داد که مصرف کود زیستی نیتروکسین به مقدار ۵ لیتر در هکتار منجر به بهبود تمامی صفات کمّی و کیفی مورد

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعه در این تحقیق شد. لذا تیمار کـــود زیستی به جهت سهولت در مصـرف، عدم آسیب به محیط زیست و کاهش قیمت نهاده‌های مصرفی به منظور تولید محصول نسبت به کود شیمیایی، توصیه می‌گردد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of experimented soil

بافت خاک Soil texture	درصد اجزای خاک Soil elements percent			درصد آهک (total neutralizing value)	K (ppm)	P (ppm)	نیتروژن کل Total nitrogen (٪)	pH	درصد کربن آلی (O.C%)	EC ($ds.m^{-1}$)
	رسی Clay	سیلت Silt	شن Sand							
Silt-Clay	21	34	45	10.09	450	22.5	0.72	7.6	0.96	2.3

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مصرف منابع کودی و تراکم بنه بر رشد بنه، گلدهی و کیفیت کلاله زعفران

Table 2- Analysis of variance for fertilizer sources and corm density effect on corm growth, flowering and quality of saffron

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares			
		وزن ترگل Fresh flower weight	وزن خشک گل Dry flower weight	وزن خشک کلاله و خلامه Dry stigma and style weight	قطربنه Corm diameter
تکرار Replication	2	42.74	17.95	0.22	6.35
تراکم بنه (D) Corm density	2	2899.32**	682.73**	8.42**	71.95**
منابع کودی (F) Fertilizer sources	3	108.21**	31.81**	0.39**	0.54*
اثر متقابل D×F	6	1.37 ns	0.61 ns	0.007 ns	2.45**
خطا Error	22	0.69	0.46	0.005	0.15
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation	-	18.07	11.19	11.18	7.23

ns ،*و** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار درسطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns, **, *: non-significant and significant at 5% and 1% probability level, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۲

Table 2- Continued

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares				
		وزن تر بنه دختری Fresh daughter corm weight	تعداد بنه دختری Number of daughter corm	کروسین Crocin	پیکروکروسین Picrocrocin	سافرانال Safranal
تکرار Replication	2	956.59	111.11	71.68	43.93	16.78
تراکم بنه (D) Corm density	2	135325.81**	1844.92**	0.84 ns	0.98 ns	1.50 ns
منابع کودی (F) Fertilizer sources	3	2342.14**	54.55**	289.42**	53.08**	160.57**
اثر متقابل D×F	6	754.73**	5.60**	0.29 ns	0.80 ns	0.87 ns
خطا Error	22	47.91	0.90	1.20	0.92	0.82
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation	-	10.34	10.67	6.60	5.31	6.97

ns ،*و** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار، معنی دار درسطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

ns, **, *: Non-significant and significant at 5% and 1% probability level, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مصرف منابع کودی و تراکم بنه بر رشد بنه، گلدهی و کیفیت کلاله زعفران

Table 3- Mean comparison of fertilizer sources and corm density effect on corm growth, flowering and quality of saffron

تیمارها Treatments	وزن تر گل Fresh flower weight (kg/ha)	وزن خشک گل Dry flower weight (kg/ha)	وزن خشک کلاله و خامه Dry stigma and style weight (kg/ha)	قطر بنه Corm diameter (mm)	وزن تر بنه Fresh daughter corm weight (g/m^2)	تعداد بنه دختری Number of daughter corm (m^2)	کروسین Crocin	پیکروکروسین Picrocrocin	سافرانال Safranal
تراکم بنه (D) Corm density	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D1	43.60 c	14.38c	0.93 c	19.66 a	321.91 a	69.20 a	181.01 a	72.98 a	47.12 a
D2	62.13 b	20.05b	1.89 b	18.10 b	185.28 b	56.59 b	181.50 a	73.45 a	47.02 a
D3	74.49 a	25.40a	2.60 a	14.86 c	112.77 c	44.40 c	181.43 a	72.92 a	47.68 a
منابع کودی (F) Fertilizer Sources	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F1	45.06 d	18.33d	1.59 d	17.46 ab	188.70 d	53.96 d	173.09 d	70.23 d	41.12 d
F2	50.99 b	20.34b	1.81 b	17.60 ab	210.12 b	57.16 b	182.14 c	72.57 c	48.18 c
F3	54.30 a	22.80a	2.08 a	17.85 a	226.96 a	59.85 a	185.70 a	76.09 a	50.64 a
F4	47.94 c	19.64c	1.73 c	17.26 b	200.83 c	55.96 c	184.31 b	73.58 b	49.15 b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل مطابق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

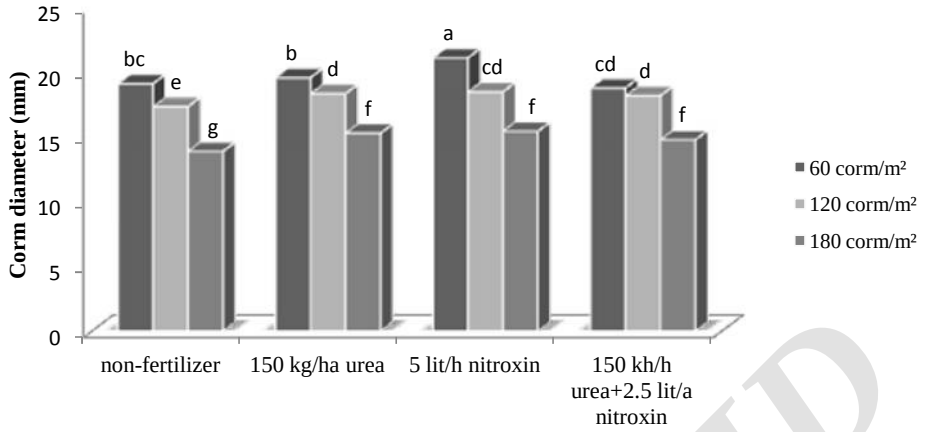
Similar letters in each columns and factors do not shows significantly difference according to Duncan Multiple Range Test at 5% level of probability.

D1، D2 و D3 به ترتیب بیان کننده تراکم ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ بنه در متر مربع ، F1، F2، F3 و F4 به ترتیب بیان کننده عدم استفاده از کود (شاهد) ، ۱۵۰ کیلوگرم درهکتار کود اوره، ۵ لیتر در هکتار کود نیتروکسین و استفاده همزمان ۷۵ کیلوگرم اوره و ۲/۵ لیتر در هکتار نیتروکسن

D1, D2 and D3: 60, 120 and 180 Corm per square meter, F1: Non fertilizer application F2: 150 Kg Urea per hectare F3: 5 Liter Nitroxin per hectare F4: 75 Kg Urea per hectar+2.5 Liter Nitroxin per hectare

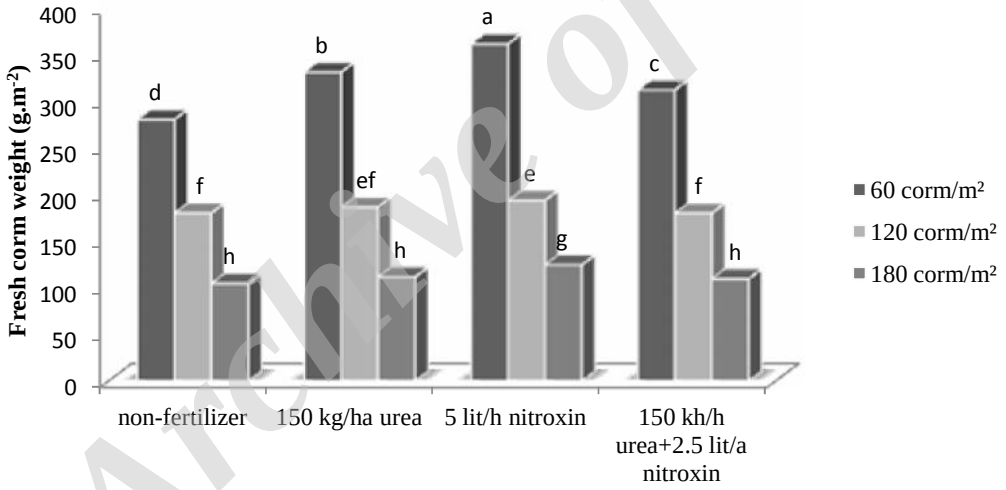
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- اثر متقابل تراکم بنه و منابع کودی بر متوسط قطر بنه‌های دختری زعفران

Figure 1- Interaction effect of corm density and fertilizer sources on the average corm diameter



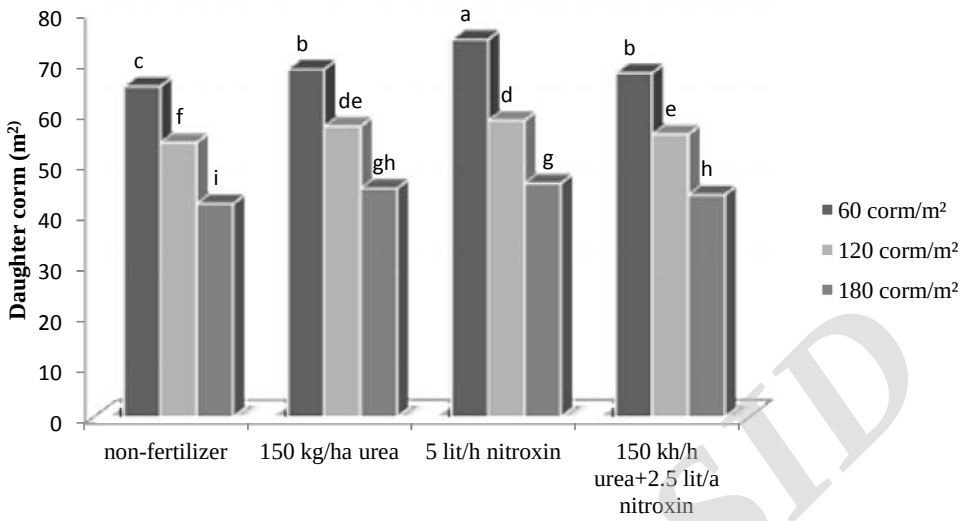
شکل ۲- اثر متقابل تراکم بنه و منابع کودی بر وزن تر بنه‌های دختری زعفران

Figure 2- Interaction effect of corm density and fertilizer sources on fresh daughter corm weight

D1, D2 and D3: 60, 120 and 180 Corm per square meter
F1: Non fertilizer application F2: 150 Kg Urea per hectare F3: 5 Liter Nitroxin per hectare F4: 75 Kg Urea per hectar+2.5 Liter Nitroxin per hectare

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- اثر متقابل تراکم بنه و منابع کودی بر تعداد بنه دختری زعفران

Figure 3- Interaction effect of corm density and fertilizer sources on number of daughter corm

D1, D2 and D3: 60, 120 and 180 Corm per square meter
F1: Non fertilizer application F2: 150 Kg Urea per hectare F3: 5 Liter Nitroxin per hectare F4: 75 Kg Urea per hectar+2.5 Liter Nitroxin per hectare

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Abbasi, F., and M. Jahani. 2007. Allelopathic effects of saffron corms on seed germination of several important crops. II International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. *Acta Horticulture*. 739: 269-273.
- Abdullaev, F.I., and J.J. Espinosa-Aguirre. 2004. Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials. *Cancer Detection and Prevention.* 28: 426–432.
- Alipoor Miandehi, Z., S. Mahmodi, M. A. Behdani, and M.S. Sayyari. 2013. Effect of manure bio-and chemical- fertilizers and corm size on saffron (*Crocus sativus* L.) yield and yield components. *Agronomy Research Journal*. 1(2):73-84.
- Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*. 4: 274–279.
- Atefi, S.M. 2006. Safron (*Crocus sativus*): Chemistry, quality control and processing. Beyn-Alnahrain Press. 192 PP. (In Persian).
- Bachman, G.R., and J.D. Metzger. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology.* 99: 3155–3161.
- Behnia, M.R., and M. Mokhtari. 2010. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocussativus* L.) yield. *Acta Horticulture.* 850: 131-136.
- De Juan, J.A., H.L. Corcolesb, R.M. Munoz, and M.R. Picornell. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. *Industrial Crops and Products*. 30: 212–219.
- Eldin, M.S., S. Elkholy, J.A. Fernandez, H. Junge, R. Cheetham, J. Guardiola, and P. Weathers. 2008. *Bacillus subtilis* FZB24 affects flower quantity and quality of saffron (*Crocus sativus* L.). *Planta Medica*. 13(74): 16–20.
- Han, H.S., M. Supanjani, and K.D. Lee. 2006. Effect of coin coculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil Environ*. 52 (3): 130-6.
- Hosseinzadeh, H., and H. Younesi. 2002. Petal and stigma extracts of *Crocus sativus* L. have antinociceptive and anti-inflammatory effects in mice. *BMC Pharmacology*. 2(7): 1-8.
- Kafi, M. 2002. Saffron (Technology and Processing). Mashhad Ferdosi University Publication. 280 PP. (In Persian).
- Koocheki, A., M. Jahani, L. Tabrizi, and A.J.L. Mohammad Abadi. 2011a. Investigation on the effect of biofertilizer, 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).
- Koocheki. A., L. Tabrizi, M. Jahani, and A.J.L. Mohammad Abadi. 2011 b. An avaluation of the effect of saffron (*Crocus sativus* L.) corm planting rate and

Archive of SID

www.SID.ir

pattern on the crop's performance. *Iranian Journal of Horticultural Science*. 42(4): 391-397. (In Persian).

- Kumar, R., V. Sing, K. Devi, M. Sharma, M.K. Singh, and P.S. Ahuja. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Reviews International*. 25: 44-85.
- Moayedi Shahraki, E., M. Jami Al-Ahmadi, and M.A. Behdani. 2010. Study of energy efficiency of saffron (*Crocus sativus* L.) in Southern Khorasan. *Journal of Agroecology*. 2: 55–62. (In Persian).
- Mohebi, N.K., and B. Klarestaghi. 2012. Effect of animal manure and crop density on saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. 12th Iranian Crop Science Congress. Islamic Azad University, Karaj Branch.
- Naderi Darbaghshahi, M.R., S.M. Khajehbashi, S.A. Bani Taba, and S.M. Dehdashti. 2008. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. *Seed and Plant Production Journal*. 24: 657-643. (In Persian).
- Naderi Darbaghshahi, M.R., S.M. Khajebashi, S.A. Bani Taba, and S.M. Dehdashti. 2009. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. *Seed and Plant Improvement Journal*. 24: 643–657. (In Persian).
- Naghdi Badi, H., H. Omidi, A. Golzad, H. Torabi, and M.H. Fotookian. 2014. 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.
- Nieto, K.F., and W.T. Frankenberger. 1991. Influence of adenine, isopentyl alcohol and *Azotobacter chroococcum* on vegetative growth of *Zea mays*. *Plant and Soil*. 135: 213 - 21.
- Omidi, F., H. Naghdi Badi, A. Golzad, H. Torabi, and M.H. Footoukian. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Medicinal Plants*. 2 (30): 98-109.
- Patten, C.L., and B.R. Glick. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acide. *Canadian Journal of Microbiology*. 42: 207 - 20.
- Rezvani Moghaddam, P., S. Khorramdel, A. Amin Ghafori, and J. Shabahang. 2013. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm density. *Saffron Agronomy and Technology*. 1:13-27. (In Persian).
- Rojas, A., G. Holguin, B. Glick, and Y. Bashan. 2001. Synergism between *Phyllobacterium* sp. (N_2 –Fixer), and *Bacillus licheniformis* (P-Solubilizer), both from a Semiarid mangrove rhizosphere. *FEMS Microbiology Echology*. 35: 181 - 7.

Archive of SID

www.SID.ir

- Temperini, O., R. Rea, A. Temperini, G. Colla, and Y. Rouphael. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 7: 19-23.
- Winterhalter, P., and M. Straubinger. 2000. Saffron renewed interest in an ancient spice. *Food Reviews International*. 16(1): 39-59.
- Xi, L., Z. Qian, G. Xu, S. Zheng, S. Sun, N. Wen, L. Sheng, Y. Shi, and Y. Zhang. 2007. Beneficial impact of crocetin, a carotenoid from saffron, on insulin sensitivity in fructose-fed rats. *Journal of Nutritional Biochemistry.* 18: 64–72.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Corm Density on Yield and Qualitative Traits of Saffron (*Crocus sativus* L.) under Different Urea and Biological Fertilizers in Shahr-e-Rey Region

Alireza Pazoki[1]*, Mohammad Kariminejad[1], and Alireza Foladi Targhi[2]

Received: August 2016 , Revised:12 March 2017, Accepted:20 April 2017

Abstract

To study the effect of corm density on yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) under different biological and chemical nitrogen fertilizers, a factorial experiment based on completely randomized block design with 3 replications was done in 2014 at Shahr-e-Rey region (Ghomi Abad). The experimental factors were: corm density in 3 levels (60, 120 and 180 corm per square meter) and biological and chemical nitrogen fertilizers in 4 levels (without fertilizer application, 150 kg.ha^{-1} of Urea, 5 L.ha^{-1} of Nitroxin and 75 kg.ha^{-1} of Urea +5 L.ha^{-1} of Nitroxin). The results indicated that the corm density affects number of daughter corm, fresh daughter corm weight, corm diameter, dry stigma and style weight, dry and fresh flower weight significantly. Mean comparisons also indicated that by increasing corm density from 6o to 180, saffron dry yield of saffron improved by 2.7 fold. However, increasing corm density reduced corm diameter, fresh corm daughter weight and their numbers per square meter. It can be concluded that nitroxin as an organic fertilizer, increases vegetative traits and saffron dry yield (stigma + style weight) to 2.08 kg.ha^{-1} and highly improves in qualitative traits like Safranal, Picrocrocin, and Crocin. It can be also said that combined use of nitroxin and urea would be an alternative method to reduce application of urea.

Key words: Biological and chemical fertilizer, Corm, Density, Qualitative traits, Saffron.

Archive of SID

1- Young researchers and Elite Club, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Young researchers and Elite Club, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
***Corresponding Author:** pazoki_agri@yahoo.com*

www.SID.ir