نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد هشتم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
شماره صفحه: ۲۹۹-۲۸۵
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2020.3319.1132

مقاله پژوهشی:

اثر بستر کاشت و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر رشد و عملکرد زعفران (*Crocus saivus* L.)

ابوالفضل توسلی[1*]، حسن حیدری[2]، احمد احمدیان[3]، عیسی پیری[4]
۱- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران.
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه پیام نور، مرکز زاهدان، ایران.
۳- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت‌حیدریه و پژوهشگر پژوهشکده زعفران، ایران.
۴- دانشیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران.
* نویسنده مسئول: *Email: Abolfazl202060@yahoo.com*

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۴/۲۹

چکیده
زعفران گران‌ترین محصول کشاورزی و گران‌بهاترین ادویه جهان است. لذا تلاش در جهت کاهش اثرات عوامل محدود کننده رشد آن و حصول افزایش عملکرد این محصول امری ضروری است. این تحقیق به منظور بررسی اثر بستر کاشت و سطوح مختلف کود نیتروژن بر رشد و عملکرد زعفران در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت‌حیدریه بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به انجام رسید. تیمارها شامل بستر کاشت در دو سطح شامل خاک کشت نشده زعفران (خاک شاهد) (S_1) و خاک کشت شده زعفران (S_2) به عنوان کرت‌های اصلی و مصرف کود نیتروژن در چهار سطح شامل عدم مصرف کود (N_0)، مصرف ۵۰ (N_{50})، ۱۰۰ (N_{100}) و ۱۵۰ (N_{150}) کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش که از داده‌های سال دوم حاصل شد نشان داد که بستر کاشت اثر معنی‌داری بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده داشت، به طوری‌که در بین تیمارهای بستر کاشت، کاربرد خاک کشت شده زعفران در سال‌های قبل باعث کاهش ۱۲/۷۲ درصدی طول برگ، ۲۷/۵۳ درصدی وزن بنه، ۳۱/۸۸ درصدی تعداد بنه دختری، ۴۰/۱۰ درصدی تعداد گل در متر مربع، ۴۲/۵۳ درصدی وزن تر گل، ۴۲/۸۸ درصدی وزن تر گلبرگ، ۴۰/۰۱ درصدی وزن خشک گلبرگ، ۱۸/۷۱ درصدی وزن تر پرچم، ۲۶/۴۰ درصدی وزن خشک پرچم، ۴۳/۴۱ درصدی وزن تر کلاله و ۵۰/۶۴ درصدی وزن خشک کلاله در مقایسه با خاک شاهد گردید. اثر مقادیر مختلف کود شیمیایی نیتروژن نیز بر تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. به طوری‌که در تمامی صفات اندازه‌گیری شده مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سبب افزایش صفات گردید. البته برای صفات زایشی گیاه نظیر تعداد گل، وزن تر گل، وزن تر و خشک گلبرگ، وزن تر و خشک پرچم، و وزن تر و خشک کلاله بین کاربرد ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج ضرایب همبستگی صفات نیز نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات رویشی و زایشی گیاه وجود دارد. در بین صفات زایشی گیاه نیز وزن تر و خشک کلاله به عنوان جزء مهم و اقتصادی گیاه بیشترین همبستگی را با صفت تعداد گل در متر مربع داشتند. در مجموع، با توجه به نتایج بدست آمده توصیه می‌شود در زمینی کشت شود که قبل از آن تحت کشت چندساله زعفران نبوده باشد، در غیر این‌صورت باید اصول آیش‌بندی و اصلاح و حاصلخیزی خاک رعایت شود.

واژه‌های کلیدی: تناوب زراعی، صفات رویشی، خصوصیات زایشی.

مقدمه

زعفران جایگاه خاصی در میان محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد و از ۱۱۴ هزار هکتار زعفران کشت شده در کشور تنها در استان خراسان‌رضوی سطح زیر کشت آن حدود ۸۴۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن حدود ۳۱۰ تن در سال است (*Agriculture-Jihad, 2019*). تولید زعفران برای کشاورزان در خراسان، درآمد اصلی است. عملیات کاشت، داشت و برداشت آن فرصت‌های فراوان شغلی به وجود می‌آورد، حمل و نقل زعفران گران تمام نمی‌شود و توان ارزآوری آن هم بالاست. از این بابت کشت این محصول توجیه اقتصادی داشته و در صورت ایجاد و تحول در زمینه زراعت آن (به ویژه بهبود روش‌هایی جهت کاهش عوامل محدودکننده عملکرد این محصول) ارزش افزوده آن را چندین برابر کرده که در این بین درآمد چشمگیری نصیب کشاورزان و اقتصاد کشور می‌گردد (*Golmohammadi, 2014*).

استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک لازم به نظر می‌رسد، ولی هزینه رو به افزایش تولید کودهای شیمیایی، آلودگی خاک و آب و کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی باعث ایجاد مشکلات مختلفی شده است. در مدیریت پایدار خاک توجه به حفظ توازن عناصر غذایی و حفظ حاصلخیزی خاک مهم است. بنابراین، باید عناصر غذایی که توسط اندام‌های گیاهی از زمین خارج می‌گردد، از طریق کودهای آلی و شیمیایی به زمین بازگردانده شود. برخی باورها بر این است که علت کاهش عملکرد زعفران در سال‌های بعد از کشت مجدد، محدودیت مواد غذایی به ویژه نیتروژن می‌باشد (*Koocheki & Seyyedi, 2016*). فراهمی متعادل عنصر غذایی نیتروژن می‌تواند در افزایش رشد بنه‌های دختری در طی فصل رشد نقش مستقیمی داشته باشد (*Koocheki et al., 2016*). در تحقیقی به منظور تاثیر نقش نیتروژن بر رشد رویشی و تولید بنه‌های دختری زعفران مشخص شد که مصرف کود نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار وزن بنه‌های دختری را کاهش اما تعداد آنها را افزایش داد، همچنین رشد رویشی گیاه نیز با مصرف کود نیتروژن به میزان قابل توجهی افزایش پیدا کرد (*Chaji et al., 2013*). در مطالعه‌ای دیگر که با هدف بررسی خصوصیات کمی و کیفی زعفران تحت تأثیر مصرف کود شیمیایی نیتروژن انجام گرفت مشاهد شد که تلفیق ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن به همراه کود زیستی باعث افزایش حدود ۲۱۷ درصدی عملکرد خشک کلاله نسبت به سایر تیمارهای کود نیتروژن (عدم مصرف و ۲۵ کیلوگرم در هکتار) می‌گردد (*Heidari et al., 2014*).

از دیگر عوامل محدود کننده در تولید زعفران که در حال حاضر یکی از مهمترین دغدغه‌های زعفران‌کاران قلمداد می‌شود، عدم توانایی کشت مجدد این محصول است که احتمالاً بدلیل وجود مواد آللوپاتیک موجود در بافت‌های آن می‌باشد (*Mardani et al., 2015*). در همین زمینه مطالعه‌ای جهت بررسی اثرات آللوپاتیک زعفران در مزارع یک، چهار و هفت ساله انجام گرفت، نتایج این مطالعه حکایت داشت که زعفران مواد آللوپاتیکی در خاک باقی می‌گذارد که این میزان تجمع مواد آللوپاتیک، در سال‌های چهارم و هفتم به نسبت سال اول به مراتب بیشتر است (*Farzami Sepehr & Hosseini, 2014*). در همین راستا نتایج تحقیقی روی بررسی اثر مقادیر مختلف بقایای اندام‌های هوایی و بنه زعفران بر رشد گندم، چاودار، ماش و لوبیا نشان داد که با افزایش مقدار بنه زعفران اضافه شده به خاک نسبت به شاهد درصد کلروفیل، ارتفاع، سطح برگ، زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه هر چهار محصول کاهش می‌یابد (*Eghbali et al., 2008*). در مطالعه‌ای دیگر روی بررسی اثرات آللوپاتیک عصاره برگ و بنه زعفران بر رشد گیاهچه تاج خروس و سلمه‌تره گزارش شد که عصاره برگ و بنه، ارتفاع، سطح برگ، وزن برگ، وزن ساقه و وزن تک بوته هر دو گونه گیاهی را کاهش داد (*Rashed et al., 2009*).

باتوجه به تحقیقات مذکور این احتمال وجود دارد که مواد آللوپاتیک موجود در زعفران مانع رشد مجدد زعفران در سال‌های بعد این محصول گردد، لذا لازم است تا بررسی‌های دقیقی در خصوص امکان وجود مواد آللوپاتیک در خاک‌های مزارع کشت شده زعفران در مقایسه با خاک مناطق کشت نشده انجام گیرد. از طرفی محققین معتقدند که علت کاهش عملکرد زعفران در سال‌های بعد از کشت مجدد، کاهش شدید مواد مغذی خاک به ویژه نیتروژن است (*Koocheki &*

Seyyedi, 2016). با مصرف کود نیتروژن در این آزمایش می‌توان تا حدی درمورد این موضوع نظر داد. از طرفی مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژن در گیاهان زراعی به ویژه زعفران در سال‌های اخیر شدت گرفته و در حال افزایش است. لازم است مقدار مصرف کودهای نیتروژن در محصول زعفران به ویژه در تولید و تکثیر بنه‌های آن مورد بررسی دقیق‌تر قرار گیرد. لذا این تحقیق با هدف مطالعه اثر بستر کاشت در کشت مجدد آن از طریق بکارگیری خاکی که طی چندین سال تحت کشت بوده و خاک آیش و همچنین تأثیر کاربرد کود نیتروژن و تعیین میزان مصرف دقیق آن بر برخی خصوصیات رشدی و عملکرد این محصول در شهرستان تربت‌حیدریه انجام گرفته شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت‌حیدریه در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. شهر تربت‌حیدریه در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۴۵۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. آب و هوای منطقه بر اساس اقلیم‌بندی کوپن جزو اقلیم‌های نیمه خشک و معتدل با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی شهرستان تربت‌حیدریه متوسط بارندگی سالانه منطقه حدود ۷۵/۳ میلی‌متر و در مدتی که طرح در حال انجام بود (شش ماه دوم سال ۹۶) ۱۳/۶ میلی‌متر گزارش شده است، حداقل درجه حرارت سالیانه ۷/۲ درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن ۴۲/۵ درجه سانتی‌گراد است.

خاک محل آزمایش دارای بافت لومی- شنی بود. نمونه‌برداری از هر کرت قبل از کشت و بعد از برداشت برای هر دو نوع خاک (شاهد و خاک کشت شده زعفران) به طور جداگانه انجام شد. قابل ذکر است که نمونه‌برداری‌ها قبل از اعمال تیمار کود نیتروژن صورت گرفته است. نمونه‌های خاک پس از انجام مراحل مقدماتی از قبیل خشک کردن، کوبیدن و الک کردن به آزمایشگاه خاک انتقال داده شد. نتایج حاصل از مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک قبل از کاشت و پس از برداشت در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کشت

Table 1. Chemical and physical characteristics of experiment soil before planting

نمونه Sample	بافت Texture	شن Sand	رس Clay	سیلت Silt	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	منگنز Mg	روی Zn	آهن Fe	واکنش pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
		(%)			(ppm)							
شاهد *Control*	لومی شنی *Sandy loam*	*41*	*32*	*27*	*320*	*20*	*6.3*	*3.1*	*4.8*	*2.2*	*7.1*	*3.8*
خاک کشت شده زعفران *Saffron planted soil*	لومی شنی *Sandy loam*	*39*	*30*	*33*	*289*	*11*	*3.7*	*4.2*	*5.3*	*1.6*	*7.3*	*4.2*

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش پس از برداشت

Table 2. Chemical and physical characteristics of experiment soil after harvesting

خاک Soil	بافت Texture	منگنز Mg	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	واکنش pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
		(*ppm*)							
شاهد *Control*	لومی شنی *Sandy loam*	*2.7*	*3.6*	*1.8*	*261*	*12*	*8.4*	*7.1*	*3.8*
خاک کشت شده زعفران *Saffron planted soil*	لومی شنی *Sandy loam*	*3.5*	*4.7*	*1.3*	*199*	*6*	*2.0*	*7.3*	*4.0*

آزمایش بصورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. عامل‌ها شامل بستر کاشت در دو سطح شامل خاک کشت نشده زعفران یا خاک شاهد (S_1) و خاک کشت شده زعفران (S_2) به عنوان کرت‌های اصلی و مصرف کود نیتروژن در چهار سطح شامل عدم مصرف کود (N_0)، مصرف ۵۰ (N_{50})، ۱۰۰ (N_{100}) و ۱۵۰ (N_{150}) کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت دو در سه متر (شش مترمربع) با فاصله بین کرت‌های فرعی یک متر، کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین تکرارها دو متر طراحی گردید.

داخل کرت‌های اصلی به مقدار مشخص از خاک مزارع کشت شده زعفران به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر ریخته شد و پس از تسطیح برای کشت آماده گردید. کشت در تاریخ ۱۳ شهریور ۱۳۹۵ بصورت ردیفی و به اصطلاح محلی به صورت دانه تسبیحی بود. بدین صورت که پس از سورت‌کردن بنه‌ها (برای کاشت از بنه‌هایی به وزن تقریبی ۱۲-۸ گرم استفاده شد)، زمین به عمق ۱۵ سانتی‌متر با نهرکن مخصوص زعفران شیار گردید. سپس بنه‌ها در عمق ۱۵ سانتی‌متر با فاصله بین ردیف ۳۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف پنج سانتی‌متر بصورت مرتب و ایستاده قرار داده و در نهایت، همزمن با کاشت روی آن خاکریزی انجام شد. اولین آبیاری ۲۸ روز پس از کاشت در ۱۰ مهرماه ۱۳۹۵ صورت گرفت. تراکم تقریبی نهایی ۶۰ بنه در متر مربع بود و آبیاری بر اساس عرف منطقه و به روش غرقابی انجام گردید. حدود ۲۵ روز پس از آبیاری اول، اولین گل‌ها ظاهر شدند. اولین وجین مزرعه بعد از برداشت گل‌ها و پس از آبیاری دوم و دومین وجین به فاصله حدود یک ماه و قبل از آبیاری سوم انجام شد. علف‌های هرز موجود در مزرعه با استفاده از نیروی کارگری و با دست کنترل شدند. در مزرعه آفت یا بیماری خاصی مشاهده نگردید. کود نیتروژن نیز مطابق با تیمارهای آزمایشی در سه مرحله هر بار به میزان یک سوم (مرحله اول همزمان با کاشت، مرحله دوم ۱۶ آبان بعد از اتمام گلدهی سال اول و مرحله سوم پنج اسفند همزمان با وجین آخر) به خاک مزرعه آزمایشی اضافه شد.

برای افزایش دقت در نتایج تحقیق از داده‌های بدست آمده از صفات مورد بررسی در سال دوم استفاده شد. اینکار به دو دلیل انجام گرفت. اول اینکه محصول تولیدی سال اول از نظر اقتصادی چندان قابل توجه نیست و دوم اینکه محصول تولید شده در سال اول بیشتر تحت تأثیر خصوصیات بنه گیاه قرار دارد.

نمونه‌گیری از صفات مورد مطالعه نیز بدین صورت انجام گرفت که پس از حذف نیم‌متر از هر طرف در هر کرت به عنوان اثر حاشیه، از مساحت دو متر مربع صفات مورد نظر نمونه‌برداری شد. در این آزمایش صفات طول برگ، وزن بنه، تعداد بنه‌های دختری، تعداد گل، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک گلبرگ، وزن تر و خشک پرچم، وزن تر و خشک کلاله مورد ارزیابی قرار گرفتند. طول برگ‌ها با استفاده از خط‌کش دقیق و وزن بنه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. همچنین تمامی گل‌های موجود در سطح تعیین شده با دست برداشت شده و تعداد گل در واحد سطح شمارش گردید. برداشت گل در ساعات اول روز انجام می‌شد. وزن تر و خشک گل، گلبرگ، پرچم و کلاله با ترازوی دیجیتال دقیق اندازه‌گیری و ثبت گردید. خشک‌کردن نمونه‌های صفات مذکور نیز در دمای اتاق (۲۰ الی ۲۵ سانتی‌گراد) و به دور از نور خشک انجام شد. داده‌های

بدست آمده از تمام نمونه‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌ها از داده‌های سال دوم حاصل گردید. نکته مهم دیگر در رابطه با نمونه‌برداری‌های عملکرد گیاه و عملکرد بنه‌های دختری تاریخ متفاوت برداشت آنهاست. به طوری‌که عملکرد گل در اوایل آبان ماه ۱۳۹۵ در یک دوره ۱۰ روزه از چهار آبان لغایت ۱۴ آبان ۱۳۹۶ صورت گرفت اما برداشت بنه دختر در ۲۸ خرداد ماه سال ۱۳۹۷ انجام شد.

در نهایت برای تجزیه آماری داده‌های حاصل، از نرم‌افزار آماری *SAS v.9* استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

طول برگ

بر اساس جدول تجزیه واریانس طول برگ گیاه تحت تأثیر تیمار بستر کاشت در سطح احتمال یک درصد و مصرف سطوح مختلف کود نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت، اما اثر متقابل فاکتورها بر صفت مذکور معنی‌داری نبود (جدول ۳). نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که گیاهان موجود در تیمار خاک کشت شده زعفران در سال قبل طول برگ کمتری نسبت به گیاهان حاصل از کشت در خاک مزرعه شاهد داشته است (جدول ۴). در بین تیمارهای مقادیر مختلف کود نیتروژن نیز مشاهده گردید مصرف کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار طول برگ گیاه نسبت به شاهد می‌گردد، به طوری‌که مصرف ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب سبب افزایش ۲۸/۴۸ و ۲۰/۴۵ درصدی طول برگ در مقایسه با تیمار عدم مصرف کود می‌شود. همچنین بین تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴).

وزن بنه‌های دختری

نتایج آنالیز آماری داده‌های این تحقیق نشان داد بستر کاشت و مصرف کودهای نیتروژن و همچنین برهمکنش این دو فاکتور بر وزن بنه زعفران در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). خاک شاهد وزن بنه بیشتری نسبت به خاک آلوده به بقایای زعفران سال‌های قبل داشت (جدول ۴). در بین تیمارهای کود نیتروژن نیز بیشترین وزن بنه‌های دختری از تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل گردید که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد داشت. کمترین وزن بنه نیز در شاهد یا عدم مصرف کود نیتروژن مشاهده گردید (جدول ۴). بر همکنش فاکتور بستر کاشت و کود نیتروژن نیز نشان داد بیشترین وزن بنه‌های دختری با ۵۲۴/۳۲ گرم در متر مربع از تیمار کشت زعفران در خاک شاهد و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (S_1N_{150}) حاصل شد و تفاوت معنی‌داری با سایر تیمار مشاهده گردید. کمترین بنه‌های دختری نیز با ۳۳۰/۷۰ گرم در متر مربع از تیمار کشت این محصول در خاک کشت شده زعفران و بدون کاربرد کود (S_2N_0) حاصل گردید (شکل ۱). همچنین اختلاف وزن بنه در تیمار عدم مصرف کود در خاک شاهد (S_1N_0) با ۴۰۰/۳۰ گرم در متربع با تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در خاک آلوده (S_2N_{150}) با ۴۲۵/۲۰ گرم در متربع از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱).

تعداد بنه‌های دختری

بنه‌های دختری زعفران در هر سال تکثیر می‌یابد، به طوری‌که از هر بنه مادری معمولاً بسته به شرایط محیطی و تغذیه‌ای بین دو تا گاهاً ۱۰ بنه‌های دختری حاصل می‌شود و بنه مادری از بین می‌رود. هرچه شرایط رشدی گیاه در سال قبل بهتر باشد، تولید بنه‌های دختری بیشتر و بزرگتری اتفاق می‌افتد (*Koocheki et al., 2015*). مشاهده گردید که تعداد بنه‌های دختری تحت تأثیر تیمارهای انواع خاک و مصرف کود نیتروژن قرار گرفتند هر چند برهمکنش تیمارها معنی‌دارد نبود (جدول ۳). کاربرد خاک کشت شده زعفران باعث کاهش معنی‌دار تعداد بنه‌های دختری گردید؛ به طوری‌که در مقایسه با خاک شاهد سبب کاهش ۳۱/۸۸ درصدی تعداد بنه‌های دختری گردید (جدول ۴). مصرف کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار تعداد بنه‌های دختری نسبت به شاهد می‌گردد، در حالی‌که اختلاف بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴).

تعداد گل در واحد سطح

تعداد گل در واحد سطح صفتی است که اهمیت فراوانی داشته و حاکی از رشد بنه‌های زعفران در زمستان و تابستان سال قبل دارد. این صفت تحت تأثیر بستر کاشت و سطوح مختلف کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت، اما برهمکنش این دو فاکتور بر صفت تعداد گل در واحد سطح معنی‌دار نبود (جدول ۳). به تبعیت از وزن بنه‌های دختری و تعداد بنه‌های دختری، بیشترین تعداد گل در متر مربع از خاک شاهد حاصل و کاربرد خاک آلوده به زعفران کشت شده در سال‌های قبل باعث کاهش ۴۰/۱۰ درصدی تعداد گل در متر مربع نسبت به خاک شاهد شد (جدول ۴). مصرف ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به ترتیب سبب افزایش ۴۸/۵۲ و ۴۶/۴۲ درصدی تعداد گل در متر مربع در مقایسه با تیمار عدم مصرف کود نیتروژن می‌شود. تفاوت آماری معنی‌داری نیز بین تیمار ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای صفت تعداد گل در متر مربع مشاهده نشد. کمترین میزان تعداد گل نیز با ۴/۳۵ گل در متر مربع از تیمار عدم مصرف کود حاصل گردید (جدول ۴).

وزن تر گل

وزن گل تحت تأثیر فاکتور بستر کاشت، کود نیتروژن و بر همکنش بستر کاشت و کود در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). خاک کشت شده زعفران با وزن گل ۲/۶۳ گرم در متر مربع سبب کاهش ۴۲/۵۳ درصدی وزن گل در مقایسه با خاک شاهد شد (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارهای کود نیتروژن نیز حکایت از آن داشت که بیشترین وزن گل از تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل گردید. بین این تیمار با تیمارهای مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و عدم کاربرد کود اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در واقع، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن موجب افزایش ۲۸/۴۸ و ۵۲/۲۱ درصدی وزن گل زعفران به ترتیب در مقایسه با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و عدم مصرف کود شده است بین دو تیمار مصرف ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن نیز تفاوت آماری معنی‌داری دیده نشد (جدول ۴). بیشترین و کمترین میزان وزن گل به ترتیب از تیمارهای کشت زعفران در خاک شاهد و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (S_1N_{150}) با ۴/۴۹ گرم در متر مربع و کشت در خاک آلوده و بدون کاربرد کود (S_2N_0) با ۲/۲۱ گرم در متر مربع حاصل گردید. البته تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمار کشت در خاک شاهد و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (S_1N_{150}) و تیمار کشت زعفران در همین خاک و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود (S_1N_{100}) مشاهده نشد. تفاوت آماری معنی‌داری نیز برای وزن گل در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن در خاک شاهد (S_1N_0) با ۳/۳۴ گرم در متر مربع با تیمارهای مصرف ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در خاک کشت شده زعفران مشاهده نشد (شکل ۲).

وزن تر و خشک گلبرگ

بستر کاشت و مصرف کود نیتروژن بر صفات وزن تر و خشک گلبرگ تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت. برهمکنش این دو فاکتور نیز تأثیر معنی‌داری از لحاظ آماری بر صفات مذکور داشت (جدول ۳). وزن تر و خشک گلبرگ به تبعیت و مشابه با وزن گل زعفران در شرایط خاک آلوده کاهش ۴۲/۸۸ و ۴۰/۰۱ درصدی را به ترتیب برای وزن تر و خشک در مقایسه با خاک شاهد نشان داد (جدول ۴). در بین تیمارهای کود نیتروژن مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود با ۳/۰۶ و ۲/۸۹ گرم در متر مربع به ترتیب سبب حصول بیشترین مقدار وزن تر و خشک گلبرگ شد. البته تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای کاربرد ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن ملاحظه نگردید. کمترین میزان وزن تر و خشک گلبرگ نیز به ترتیب با ۲/۰۰ و ۱/۷۳ گرم در متر مربع از تیمار عدم کاربرد کود حاصل شد (جدول ۴). بیشترین و کمترین میزان وزن تر و خشک گلبرگ به ترتیب از تیمارهای کشت زعفران در خاک شاهد و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (S_1N_{150}) و کشت زعفران در خاک کشت شده زعفران و بدون کاربرد کود (S_2N_0) حاصل گردید. همچنین اختلاف وزن تر و خشک گلبرگ در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن در خاک شاهد (S_1N_0) با تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در خاک کشت شده زعفران (S_2N_{150}) از لحاظ آماری معنی‌دار نیست (شکل‌های ۳ و ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی زعفران تحت تاثیر بستر کاشت و کود نیتروژن

Table 3. Analysis of variance for measured traits of saffron under influence of planting bed and nitrogen fertilizer

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	طول برگ Leaf length	وزن بنه Corm weight	تعداد بنه دختری No. of replacement corms	تعداد گل No. of flower	وزن تر گل Flower fresh weight	وزن تر گلبرگ Petal fresh weight	وزن خشک گلبرگ Petal dry weight	وزن تر پرچم Stigma fresh weight	وزن خشک پرچم Stigma dry weight	وزن تر کلاله Stigma fresh weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight
		میانگین مربعات *Mean of square*										
تکرار *Replication*	*2*	*2.753*	*432.38*	*0.045*	*0.0217*	*0.176*	*0.178*	*0.065*	*0.003*	*0.0004*	*0.0001*	*0.0001*
بستر کاشت *Planting bed*	*1*	*105.61**	*83368.05***	*83.205***	*27.28***	*39.10***	*34.83***	*36.55***	*0.092**	*0.085**	*0.182**	*0.254**
اشتباه اصلی *Main error*	*2*	*0.203*	*785.72*	*0.292*	*0.0217*	*0.198*	*0.18*	*0.08*	*0.0041*	*0.0008*	*0.0001*	*0.0001*
کود نیتروژن *Nitrogen fertilizer*	*3*	*14.26**	*53893.55***	*2.135***	*8.035***	*11.021***	*9.013***	*11.03***	*0.065**	*0.040**	*0.045**	*0.096**
کود ×بستر کاشت نیتروژن *Planting bed*	*3*	*3.853*$^{n.s}$	*5268.22***	*0.152*$^{n.s}$	*0.015*$^{n.s}$	*3.018***	*2.009**	*4.01**	*0.0032*$^{n.s}$	*0.00012*$^{n.s}$	*0.0002*$^{n.s}$	*0.0002*$^{n.s}$
اشتباه فرعی *Sub error*	*12*	*2.92*	*705.72*	*0.132*	*0.0069*	*0.022*	*0.018*	*0.007*	*0.0005*	*0.00016*	*0.0002*	*0.0003*
ضریب تغییرات (٪) *CV (%)*	-	*4.8*	*6.23*	*6.49*	*3.5*	*4.67*	*4.98*	*2.9*	*13.6*	*13.7*	*5.7*	*7.6*

* و **به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ ثرصد و ۱ درصد؛ *n.s* به معنای غیر معنی دار بودن می‌باشد

** and ** significant at 5 and 1% levels of probability, respectively; n.s not significant*

وزن تر و خشک پرچم

بستر کاشت و مصرف کود نیتروژن بر صفات وزن تر و خشک پرچم تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت. در حالی‌که برهمکنش این دو فاکتور تأثیر معنی‌داری از لحاظ آماری بر صفات مذکور نداشت (جدول ۳). مشابه با سایر صفات مورد بررسی وزن تر و خشک پرچم در خاک شاهد بیش از خاک کشت شده زعفران بود، به طوری‌که این افزایش برای وزن تر و خشک به ترتیب برابر با ۱۸/۷۱ و ۲۶/۴۰ درصد بود (جدول ۴). مصرف ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب سبب افزایش ۱۷/۰۴ و ۱۴/۱۱ درصدی وزن تر پرچم و ۴۱/۳۰ و ۴۰/۰۰ درصدی وزن خشک پرچم در مقایسه با تیمار عدم مصرف کود نیتروژن شد. بین تیمار ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن نیز تفاوت آماری معنی‌داری برای صفات مذکور مشاهده نشد. همچنین کمترین میزان وزن تر و خشک پرچم به ترتیب با ۰/۱۴۶ و ۰/۰۵۴ گرم در متر مربع از تیمار عدم مصرف کود حاصل گردید (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی زعفران تحت تأثیر بستر کاشت و کود نیتروژن

Table 4. Mean comparisons for measured factors of saffron affected as planting bed and nitrogen fertilizer

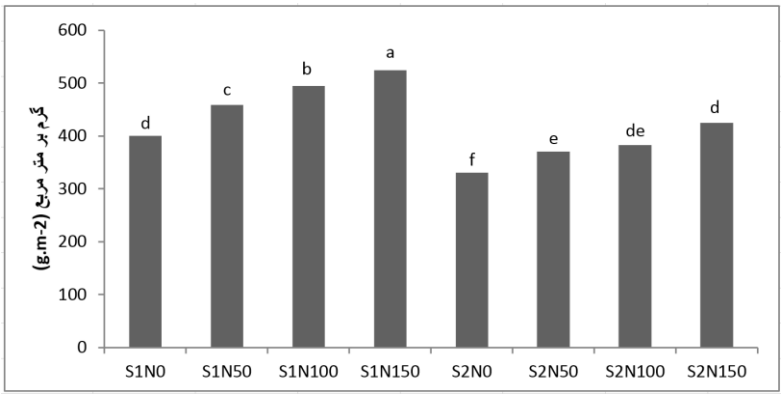
تیمار Treatment	طول برگ Leaf length (*cm*)	تعداد بنه‌های دختری No. of daughter corms per m^2	تعداد گل No. of flower per m^2	وزن تر پرچم Fresh weight of stamen ($g.m^{-2}$)	وزن خشک پرچم Dried weight of stamen ($g.m^{-2}$)	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله Dried weight of stigma ($g.m^{-2}$)
بستر کاشت *Planting bed*							
شاهد *Control*	*38.10 a**	*19.76 a*	*8.633 a*	*0.187 a*	*0.125 a*	*0.281 a*	*0.233 a*
خاک کشت شده زعفران *Saffron planted soil*	*33.25 b*	*13.46 b*	*5.17 b*	*0.152 b*	*0.092 b*	*0.159 b*	*0.115 b*
کود نیتروژن *Nitrogen fertilizer ($kg.ha^{-1}$)*							
0	*27.11 d*	*14.93 c*	*4.35 c*	*0.146 c*	*0.054 c*	*0.162 c*	*0.140 c*
50	*30.33 c*	*15.48 b*	*6.07 b*	*0.156 b*	*0.070 b*	*0.179 b*	*0.152 b*
100	*34.08 b*	*19.03 a*	*8.12 a*	*0.170 a*	*0.090 a*	*0.209 a*	*0.177 a*
150	*37.91 a*	*21.13 a*	*8.45 a*	*0.176 a*	*0.092 a*	*0.216 a*	*0.180 a*

*حروف مشابه در هر ستون و برای هر جزء، نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد است.

**Mean followed by similar letters in each column and for each component, are not significantly at the 5% level of probability.*

وزن تر و خشک کلاله

وزن خشک کلاله در واقع عملکرد زعفران یا همان عملکرد اقتصادی محسوب می‌گردد که در تولید و بازار اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. لذا به عنوان مهمترین صفت در اکثر تحقیقات مورد بررسی قرار می‌گیرد. بستر کاشت و کود نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری بر صفات وزن تر و خشک کلاله داشت. در حالی‌که اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر صفات مذکور معنی‌دار نبود (جدول ۳). کاربرد خاک کشت شده زعفران، باعث کاهش ۴۳/۴۱ و ۵۰/۶۴ درصدی وزن تر و خشک کلاله در مقایسه با خاک شاهد شد (جدول ۴). بیشترین وزن تر و خشک کلاله به ترتیب با ۰/۲۱۶ و ۰/۱۸۰ گرم در متر مربع از تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل شد. البته تفاوت آماری معنی‌داری با تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن مشاهده نگردید. کمترین وزن تر و خشک کلاله نیز به ترتیب با ۰/۱۶۲ و ۰/۱۴۰ گرم در متر مربع از تیمار عدم مصرف کود حاصل شد (جدول ۴). در واقع، مصرف کود موجب افزایش حدود ۲۵/۰۰ و ۲۲/۲۲ درصدی وزن تر و خشک کلاله در کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، و ۲۲/۴۸ و ۲۰/۹۰ درصدی وزن تر و خشک کلاله در کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مقایسه با عدم مصرف کود گردید.

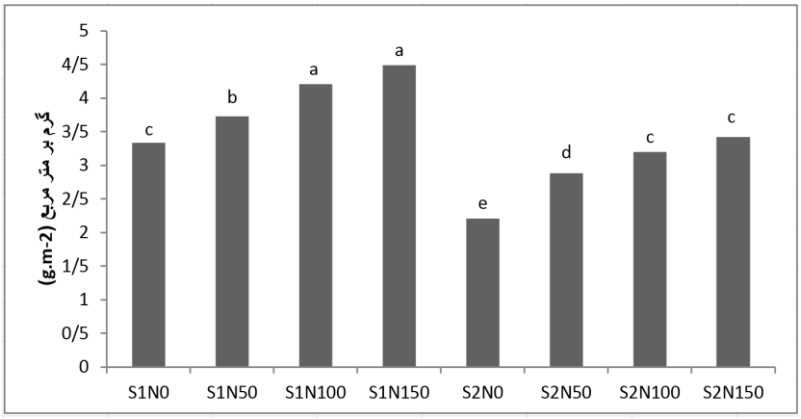


شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کاشت و کود نیتروژن بر وزن بنه‌های دختری زعفران

S_1 و S_2: به ترتیب شامل خاک شاهد (S_1) و خاک کشت شده زعفران (S_2) و N_0، N_{50}، N_{100} و N_{150}: به ترتیب شامل عدم مصرف کود نیتروژن و مصرف ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می‌باشند.

Fig. 1. Mean comparisons for interaction of planting bed and nitrogen fertilizer on daughter weight of corm of saffron

S_1 and S_2, include control soil (S_1) and saffron planted soil (S_2), and N_0, N_{50}, N_{100} and N_{150}, including non-consumption of nitrogen fertilizer and consumption of 50, 100 and 150 kg.ha^{-1} of nitrogen, respectively.

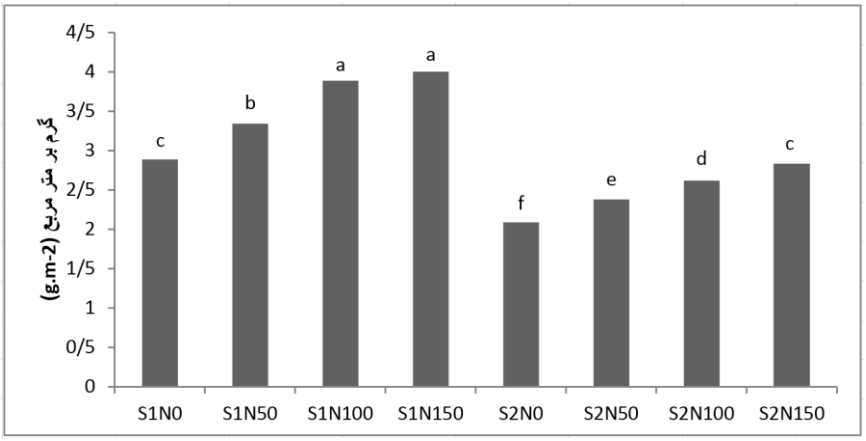


شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل وزن تر گل زعفران تحت تأثیر بستر کاشت و کود نیتروژن

S_1 و S_2: به ترتیب شامل خاک شاهد (S_1) و خاک کشت شده زعفران (S_2) و N_0، N_{50}، N_{100} و N_{150}: به ترتیب شامل عدم مصرف کود نیتروژن و مصرف ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می‌باشند.

Fig. 2. Mean comparison of interaction effect for flower fresh weight under influence of planting bed and nitrogen fertilizer

S_1 and S_2, include control soil (S_1) and saffron planted soil (S_2), and N_0, N_{50}, N_{100} and N_{150}, including non-consumption of nitrogen fertilizer and consumption of 50, 100 and 150 kg.ha^{-1} of nitrogen, respectively.

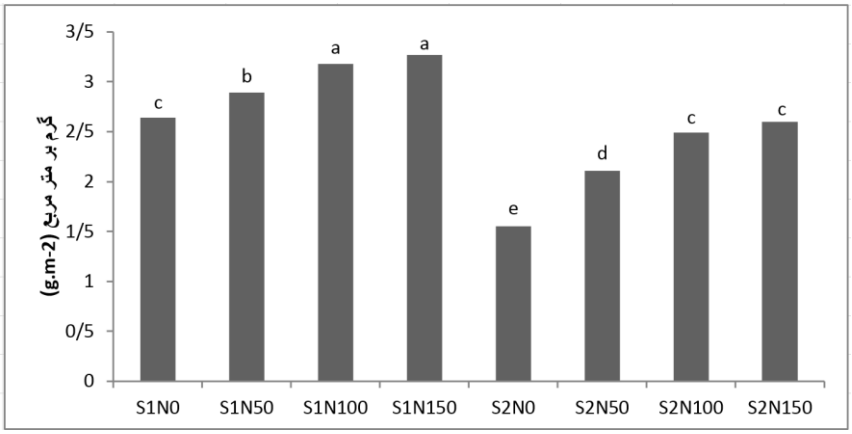


شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل وزن تر گلبرگ تحت تأثیر بستر کاشت و کود نیتروژن

S_1 و S_2: به ترتیب شامل خاک شاهد (S_1) و خاک کشت شده زعفران (S_2) و N_0، N_{50}، N_{100} و N_{150}: به ترتیب شامل عدم مصرف کود نیتروژن و مصرف ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می‌باشند.

Fig. 3. Mean comparison of interaction effect for petal fresh weight under influence of planting bed and nitrogen fertilizer

S_1 and S_2, include control soil (S_1) and saffron planted soil (S_2), and N_0, N_{50}, N_{100} and N_{150}, including non-consumption of nitrogen fertilizer and consumption of 50, 100 and 150 kg.ha^{-1} of nitrogen, respectively.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل وزن خشک گلبرگ زعفران تحت تأثیر بستر کاشت و کود نیتروژن

S_1 و S_2: به ترتیب شامل خاک شاهد (S_1) و خاک کشت شده زعفران (S_2) و N_0، N_{50}، N_{100} و N_{150}: به ترتیب شامل عدم مصرف کود نیتروژن و مصرف ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می‌باشند.

Fig. 4. Mean comparisons for interaction of dried weight of petal of saffron affected as planting bed and nitrogen fertilizer

S_1 and S_2, include control soil (S_1) and saffron planted soil (S_2), and N_0, N_{50}, N_{100} and N_{150}, including non-consumption of nitrogen fertilizer and consumption of 50, 100 and 150 kg.ha^{-1} of nitrogen, respectively.

همبستگی صفات مورد بررسی

ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی زعفران نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول برگ با وزن بنه، تعداد بنه دختری و تعداد گل در متر مربع وجود دارد. هچنین همبستگی طول برگ با وزن گل، وزن تر و خشک گلبرگ، پرچم و کلاله مثبت اما غیر معنی‌دار است. رابطه مثبت و معنی‌داری نیز بین وزن بنه با تعداد بنه دختری و تعداد گل، وزن گل، وزن تر و خشک گلبرگ، پرچم و کلاله مشاهده گرید. در بین صفات مذکور نیز بیشترین همبستگی بین وزن بنه با تعداد بنه دختری و تعداد گل در متر مربع مشاهد شد. بین صفات زایشی گیاه نظیر تعداد گل در متر مربع، وزن گل، وزن تر و خشک گلبرگ، پرچم و کلاله همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. در این بین وزن تر و خشک کلاله زعفران نیز به عنوان جزء مهم و اقتصادی گیاه زعفران بیشترین همبستگی را با صفت تعداد گل داشت

(جدول ۵). در تأیید این آزمایش، امیدی و همکاران (*Omidi et al., 2009*) نیز در تحقیقی گزارش کردند که عملکرد ماده خشک کلاله و خامه با قطر بنه، طول کلاله و خامه تازه، طول برگ و وزن گل تازه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین طول کلاله و خامه تازه با قطر/وزن بنه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی زعفران

Table 5- Correlation coefficients between measured factors of saffron

صفات Factors	طول برگ Leaf length	وزن بنه Corm weight	تعداد بنه دختری No. of replacement corms	تعداد گل No. of flower	وزن تر گل Flower fresh weigh	وزن تر گلبرگ Petal fresh weight	وزن خشک گلبرگ Petal dry weight	وزن تر پرچم Stamen fresh weight	وزن خشک پرچم Stamen dry weight	وزن تر کلاله Stigma fresh weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight
طول برگ *Leaf length*	*1*										
وزن بنه *Corm weight*	*0.81***	*1*									
تعداد بنه دختری *No. of replacement corms*	*0.78***	*0.86***	*1*								
تعداد گل *No. of flower*	*0.67**	*0.83***	*0.84***	*1*							
وزن تر گل *Flower fresh weigh*	*0.52*	*0.63**	*0.67**	*0.90***	*1*						
وزن تر گلبرگ *Petal fresh weight*	*0.19*	*0.67**	*0.44*	*0.86***	*0.91***	*1*					
وزن خشک گلبرگ *Petal dry weight*	*0.18*	*0.59**	*0.39*	*0.87***	*0.86***	*0.90***	*1*				
وزن تر پرچم *Stamen fresh weight*	*0.23*	*0.61**	*0.21*	*0.76***	*0.82***	*0.62**	*0.55*	*1*			
وزن خشک پرچم *Stamen dry weight*	*0.18*	*0.62**	*0.16*	*0.81***	*0.80***	*0.63**	*0.46*	*0.91***	*1*		
وزن تر کلاله *Stigma fresh weight*	*0.28*	*0.66**	*0.18*	*0.93***	*0.83***	*0.50*	*0.49*	*0.89***	*0.88***	*1*	
وزن خشک کلاله *Stigma dry weight*	*0.23*	*0.60**	*0.14*	*0.92***	*0.79***	*0.54*	*0.51*	*0.90***	*0.89***	*0.92***	1

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

** and **: significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.*

بحث تحقیق

همانطور که در گزارش نتایج تحقیق مشاهده شد کاربرد خاک کشت شده زعفران به زعفران کشت شده در سال‌های قبل در مقایسه با خاکی که قبلاً در آن زعفران کشت نشده بود (خاک شاهد) سبب کاهش معنی‌دار تمام صفات مورد بررسی گیاه زعفران اعم از اندام رویشی و زایشی گردید. محققین گزارش کرده‌اند که بهره‌برداری چندین ساله از زعفران در یک مزرعه می‌تواند از طریق تأثیر بر روی کاهش مواد آلی خاک (*Mando et al., 2005*)، برهم خوردن ساختمان

فیزیکی خاک بخصوص فشردگی و کاهش تهویه خاکدانه‌ها بدلیل رفت و آمد بیش از حد در مزرعه (*Safadoust et al., 2007*)، آبشویی برخی عناصر ضروری و متحرک[1] در خاک (*Temperini et al., 2009, Masclaux-Daubresse et al., 2010*) منجر به کاهش رشد و عملکرد زعفران در کشت مجدد این محصول در خاک همان مزرعه گردد. از طرفی گزارشات متعددی نیز در زمینه خصوصیات آللوپاتیکی گیاه زعفران بر محصول بعدی گزارش شده است (*Farzami Sepehr and Hosseini, 2014*). تأثیر مواد شیمیایی آللوپاتیک بر برخی واکنش‌های فیزیولوژیک گیاهی همچون جذب مواد غذایی، تقسیم سلولی، توسعه ریشه، تنفس و فتوسنتز، سنتز پروتئین، نفوذپذیری غشاء، جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌ها و همچنین بر برخی ویژگی‌های اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی همچون تأثیر بر توالی گیاهی، تثبیت نیتروژن و نیتریفیکاسیون، اشکوب‌بندی رویش گیاهان و مشکلات کشت مجدد به اثبات رسیده است (*Kruse et al., 2000*). در تحقیقی در این زمینه به اثبات رسید که اثر اندام هوایی و بنه زعفران در خاک بر رشد رویشی چهار گیاه زراعی متفاوت است. به طوری‌که اضافه کردن بافت بنه زعفران به خاک موجب کاهش رشد رویشی و اضافه کردن اندام‌های هوایی زعفران به خاک موجب افزایش رشد رویشی شد. بنابراین احتمال می‌رود که بنه‌های زعفران بر گیاهانی که در تناوب با آن قرار می‌گیرند دارای اثر آللوپاتی باشد و پیشنهاد می‌شود جهت کاهش اثر آللوپاتی زعفران از کود سبز استفاده شود و نیز تا موقعی که زعفران در زمین می‌باشد به طریقی اندام‌های هوایی این گیاه در انتهای فصل رویش به خاک برگردانده شود (*Eghbali et al., 2008*). لذا توصیه می‌شود در کشت مجدد زعفران در مزارعی که قبلاً تحت کشت این محصول بوده است، در خصوص بهبود ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک از طریق کاربرد کودهای آلی خصوصاً کودهای دامی (*Amiri, 2008*) و کود سبز (*Eghbali et al., 2008*) و همچنین مصرف متعادل کودهای شیمیایی به ویژه عناصر متحرک نظیر نیتروژن و برخی عناصر کم مصرف اقدام گردد (*Amiri, 2008*).

در خصوص کاربرد کودهای نیتروژن‌دار نیز تحقیقات نشان داده است که نیتروژن از جمله عناصری است که به شدت بر رشد طولی و تکثیر سلول‌ها بویژه سلول‌های ساقه و برگ گیاهان اثر گذار بوده و با توجه به اثراتی که بر پروتئین‌سازی و تولید هورمون‌های گیاهی دارد باعث تحریک رشد رویشی گیاهان می‌شود (*Omidi et al., 2009*). همچنین وزن و اندازه بنه زعفران که به عنوان یکی از شاخص‌های مهم در زادآوری و گل انگیزی در دوره زایشی گیاه زعفران محسوب می‌شود به طور مستقیم با کاربرد کودهای نیتروژنه در ارتباط است (*Koocheki et al., 2015*). برای زعفران نیز گزارش شده است مصرف کود شیمیایی نیتروژنه با تأثیر بر افزایش رشد رویشی گیاهان (تولید سطح سبزینه بیشتر گیاه) و بدنبال آن افزایش قدرت گیاه در تولید مواد فتوسنتزی، باعث افزایش وزن بنه گیاه خواهد شد (*Lombardo et al., 2005*). از اینرو هرچه وزن بنه‌های زعفران بیشتر، و ابعاد درشت‌تری نیز داشته باشند، بدلیل داشتن اندوخته غذایی بیشتر، تعداد جوانه‌های زایشی بالاتری تولید کرده و در نتیجه در هنگام شروع رشد زایشی، تعداد گل بیشتری تولید می‌کند (*Nassiri-Mahallati et al., 2007*). در آزمایشی که در همین زمینه توسط محققین دیگر انجام شد گزارش گردید مصرف محلول‌پاشی کود اوره با تولید بنه‌های بزرگتر سبب افزایش معنی‌دار تعداد گل زعفران و در نتیجه افزایش عملکرد کلاله این گیاه در مقایسه با عدم کاربرد کود شد (*Hosseini and Sadeghi, 2004*). چاجی و همکاران (*Chaji et al., 2013*) نشان دادند که مصرف کود اوره سبب افزایش بنه‌های دختری در زعفران می‌شود. آنها چنین گزارش کردند که افزایش بنه‌های دختری در اثر مصرف کود نیتروژنه، بدلیل افزایش رشد رویشی گیاه خصوصاً اندازه و وزن خشک برگ است.

در رابطه با صفات وزن تر و خشک گلبرگ، پرچم و کلاله مشاهده شد مقادیر حاصل از صفات مذکور با مصرف کود اوره افزایش می‌یابد. با توجه به روابط همبستگی صفات فوق، وزن تر و خشک گلبرگ، پرچم و کلاله بالاترین همبستگی را با تعداد گل در متر مربع داشت. در واقع هر عاملی که سبب افزایش تعداد گل در واحد سطح شود می‌تواند سبب افزیش صفات مذکور

1. Mobile nutrients

گردد. بنابراین تولید گل بیشتر در واحد سطح در اثر مصرف کود نیتروژن عامل اصلی افزایش وزن تر و خشک گلبرگ، پرچم و کلاله در این تحقیق شد. در تحقیقی که با همین موضوع بر عملکرد کمی و کیفی زعفران انجام گرفت چنین گزارش شد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره سبب افزایش وزن بنه، عملکرد کلاله و خامه می‌گردد (*Omidi et al., 2009*).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد کاربرد خاک کشت شده زعفران به کشت زعفران در سال‌های قبل در مقایسه با خاک شاهد باعث کاهش معنی‌دار صفات رویشی و زایشی مورد بررسی زعفران شد. که علت اصلی این موضوع می‌تواند به اثرات سوء زراعت و بهره‌برداری متوالی زعفران در خاکی که این محصول کشت شده است مرتبط باشد. از لحاظ مصرف کود شیمیایی نیتروژن نیز مشاهد شد کلیه صفات رویشی و زایشی مورد بررسی تحت تأثیر مصرف کودهای شیمیایی راندمان تولید بیشتری را بروز دادند. به طوری‌که برای صفات رویشی این گیاه نظیر طول برگ و وزن بنه حتی تا مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن افزایش قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد. صفات زایشی گیاه نظیر وزن گل، وزن تر و خشک گلبرگ، پرچم و کلاله نیز پاسخ مثبتی به مصرف کود نیترژن در مقایسه عدم مصرف کود داشتند اما در بین تیمارهای مصرف کود تفاوت آماری معنی‌داری بین مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن مشاهد نشد. در پایان باتوجه به نتایج کسب شده در تحقیق توصیه می‌شود بهتر است زعفران را در زمینی کشت کرد که قبل از آن تحت کشت چند ساله زعفران نبوده باشد، اما اگر به ناچار فقط کشت زعفران در چنین شرایطی امکان پذیر بود باید حتماً اصول آیش‌بندی در مزرعه، اصلاح و حاصلخیزی خاک در قطعات کشت شده در دستور کار قرار گیرد. در خصوص مصرف کود نیتروژن نیز پیشنهاد می‌گردد بدلیل عدم تفاوت آماری معنی‌دار بین کاربرد ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در تولید اندام زایشی گیاه خصوصاً کلاله که به عنوان بخش مهم و با ارزش گیاه محسوب می‌گردد بهتر است جهت صرفه اقتصادی بالاتر مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره در مزارع زعفران‌کاری منطقه در اولویت مصرف قرار گیرد.

منابع

AgricultureJiahad., 2019. Statistics of Khorasan Razavi Agriculture-Jahad Organization. [in Persian].

Amiri, M.E., 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (Crocus sativus L.). Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 4, 274–279.

Chaji, N., Khorassani, R., Astaraei, A.R., and Lakzian, A., 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. J. Saffron Res. 1, 1–12. [in Persian with English Summary].

Eghbali, S., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M., and Kazerooni Monfared, E., 2008. Allelopathic potential of shoot and corm of saffron residues on wheat, rye, vetch and bean. Iran. J. Field Crops Res. 6(2), 227-234. [in Persian with English Summary].

Farzami Sepehr, M., and Hosseini, A., 2014. Study of physiological failure factors in saffron renewal cultivation in a farm with the several years sequential cropping. J. Iranian Piant Ecophysiol. Res. 9(36), 10-20. [in Persian with English Summary].

Golmohammadi, F., 2014. Saffron and its farming, economic importance, export, medicinal characteristics and various uses in south Khorasan province-east of Iran. Inter. J. Farming Allied Sci. 3(5), 566-596.

Heidari, Z., Besharati, H., and Maleki Farahani, S., 2014. Effect of some chemical fertilizer and biofertilizer on quantitative and qualitative characteristics of Saffron. Saffron Agro. & Technol. 2(3), 177-189. [in Persian with English Summary].

Hosseini, M., and Sadeghi, B., 2004. Effect of nutrient foliar application on yield of

saffron. In Proceeding of 3rd National Congress on Iranian Saffron, Mashhad, Iran. [in Persian with English Summary].

Koocheki, A., and Seyyedi, S.M., 2016. A comprehensive look at nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (Crocus sativus L.). Saffron Agron. & Technol. 4(2), 75-91. [in Persian with English Summary].

Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M., 2015. The effects of mother corm size and type of fertilizer on nitrogen use efficiency in saffron. Saffron Agron. & Technol. 2(4), 243-254. [in Persian with English Summary].

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., and Jamshid Eyni, M., 2016. Uptake efficiency of nitrogen in saffron (Crocus sativus L.) as affected by irrigation levels and high corm density. Seed. Plant. Pro. J. 30, 441-456. [in Persian with English Summary].

Kruse, M., Strandberg, M., and Strandberg, B., 2000. Ecological effects of allelopathic plants. A review. NERI Technical Report. No 315. Silberg, Denmark, 66 pp.

Lombardo, G., Gresta, F., Malfa, G., and Scoto, A., 2005. Primi risultati Sulla coltivazione dello zafferano nella collina interna sisiliana. Proceeding of the First Congress on "Piante Mediterranee." Agrigento, 7-8th October, Italy.

Mando, A., Ouattara, B., Sédogo, M., Stroosnijder, L., Ouattara, K., Brussaard, L., and Vanlauwe, B., 2005. Long-term effect of tillage and manure application on soil organic fractions and crop performance under Sudano-Sahelian conditions. Soil Tillage. Res. 80, 95–101.

Mardani, H., Takayuki, S., Azizi, M., Mishynaa, M., and Fujii, Y., 2015. dentification of safranal as the main allelochemical from saffron (Crocus sativus). Natural Prod. Comm. 10(5), 1-3.

Masclaux-Daubresse, C., Daniel-Vedele, F., Dechorgnat, J., Chardon, F., Gaufichon, L., and Suzuki, A., 2010. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: Challenges for sustainable and productive agriculture. Annal. Bot. 105, 1141–1157.

Nassiri-Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand, Z., and Tabrizi, L., 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (Crocus sativus L.). Iran. J. Agri. Res. 5(1), 155-165. [in Persian with English Summary].

Omidi, H., Naghdibadi, 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.). J. Medic. Plant. 8, 98–109. [in Persian with English Summary].

Rashed, M.H., Gherekhloo, J., and Rastgoo, M., 2009. Allelopathic effects of saffron (Crocus sativus) leaves and corms on seedling growth of redroot pigweed (Amaranthus retroflexus) and lambsquarter (Chenopodium album). Iranian J. Field Crops Res. 7(1), 53-61. [in Persian with English Summary].

Safadoust, A., Mosadeghi, M.R., Mahboubi, A.A., Norouzi, A., and Asadian, G.H., 2007. Short-term tillage and manure influences on soil structural properties. J. Sci. Technol. Agri. Natur. Recour. 11, 91–100. [in Persian with English Summary].

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

Journal of Saffron Research (semi-annual)

Vol.8, No.2, Fall & Winter, 2020-2021

p. 285-299

http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2020.3319.1132

University of Birjand

Original Article:

Effects of Planting Bed and Nitrogen Fertilizer Levels on Growth and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Abolfazl Tavassoli[1*], Hassan Heydari[2], Ahmad Ahmadian[3], Issa Piri[4]

1- Assistant Prof. Department of Agriculture, Payame Noor University, I.R. of Iran.

2- MSc in Agronomy, Payame Noor University, Zahedan Center, Zahedan, Iran.

3- Assistant Professor, Plant Productions, Department of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, and Researcher of Saffron Institute, Torbat Heydarieh, Iran.

4- Associate Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, I.R. of Iran.

** Corresponding author Email: Abolfazl202060@yahoo.com*

Received 19 April 2020; Accepted 19 July 2020

Abstract

Saffron is the most expensive agricultural product and the most valuable spice in the world. Therefore, it is necessary to try to reduce the factors of growth limited to achieve high yield in this crop. This research aimed to investigate the effects of planting bed and nitrogen fertilizer levels on growth and yield of saffron. For this work, a field experiment was conducted as split plot arrangement based on a randomized complete block design with three replications during 2016-2017 in Research Farm of Saffron Institute of University of Torbat Heydarieh, Iran. Treatments consisted of two levels of planting bed: soil of without planted saffron in previous years (Control soil) (S_1) and soil of planted saffron in previous years (S_2) as the main plots; and four levels of nitrogen fertilizer: no nitrogen (0) (N_0), 50 (N_{50}), 100 (N_{100}) and 150 (N_{150}) kg.ha^{-1} nitrogen fertilizer from urea source as the subplots. The results, which were obtained from the second year, showed that planting bed had significant effect on all measured factors. So that application of saffron planted soil led to an decrease in 12.72 percent for leaf length, 27.53 percent for corm weight, 31.88 percent for No. of daughter corms, 40.10 percent for No. of flowers, 42.53 percent for flower fresh weigh, 42.88 percent for petal fresh weight, 40.01 percent for petal dry weight, 18.71 percent for stamen fresh weight, 26.40 percent for stamen dry weight, 43.41 percent for stigma fresh weight and 56.04 percent for stigma dry weight compared with control soil. Effect of nitrogen fertilizer levels was significant on all measured factors. So that consumption of 150 kg N per ha led to increasing amounts of all measured factors. However for saffron reproductive criteria such as flower fresh weigh, fresh and dry weight of petals, fresh and dry weight of stamen, and fresh and dry weight of stigma weren't seen any significant different between 150 and 100 kg N per ha. The results of correlation coefficients indicated that there was a positive and significant correlation between reproductive and vegetative criteria. Among the reproductive factors of the plant also stigma fresh and dry weight (As an important indicator and economical component of the plant) had the highest correlation with No. of flowers.m^{-2}. In general, according to the obtained results, it is recommended to cultivate saffron in a land that has not been cultivated with saffron for several years, otherwise the principles of fallow in the field and improvement of soil fertility must be considered.

Keywords: Crop rotation, Reproductive traits, Vegetative characteristics.