نشریه پژوهش‌های زعفران۱(۱۳۹۴) ۶۳-۵۱.

اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی بر عملکرد کمی زعفران (*Crocus sativus* L.) در تراکم‌های مختلف کاشت

عبدالرضا احمدی[1*] و جمشید نظری عالم[2]

۱- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۲- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

*- نویسنده مسئول: E-mail: ahmadi1024@yahoo.com

احمدی، ع.، و نظری عالم، ج.، ۱۳۹۴. اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی بر عملکرد کمی زعفران (*Crocus sativus* L.) در تراکم‌های مختلف کاشت. نشریه پژوهش‌های زعفران. ۳(۱): ۶۳-۵۱.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۱۹

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کودهای شیمیایی و بیولوژیکی بر عملکرد گل زعفران، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شهرستان سلسله از توابع استان لرستان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. دو تراکم (۴ و ۵ تن بنه در هکتار) و ۴ تیمار کودی شامل شاهد (بدون مصرف کود)، کود بیولوژیک نیتروکسین، کود کامل (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و تیمار تلفیقی کود بیولوژیک نیتروکسین+کود کامل به عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تراکم بوته اثر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بر تعداد گل، وزن خشک گل و کلاله زعفران داشت. افزایش تراکم بوته از ۴ به ۵ تن بنه در هکتار باعث ۴۸/۴۳ درصد افزایش تعداد گل، ۸۷/۵ درصد افزایش وزن خشک گل و ۸۲/۰۶ درصد افزایش وزن خشک کلاله در واحد سطح شد؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان وزن خشک کلاله (بیش از ۳۰ کیلوگرم در هکتار) به تراکم ۵ تن بنه در هکتار تعلق داشت. همچنین اثر تیمارهای کودی بر تعداد گل، وزن خشک گل، کلاله و بنه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود. در بین تیمارهای کودی، اثر تیمار تلفیقی مصرف کود کامل+ نیتروکسین بر تعداد گل، وزن خشک گل، وزن خشک کلاله (با بیش از ۳ گرم در مترمربع) در مقایسه با شاهد قابل ملاحظه بود. نتایج اثر متقابل بین کود و تراکم نشان داد که بیشترین وزن خشک گل و کلاله در تراکم ۵ تن بنه در هکتار و تیمار کود نیتروکسین+کود کامل به دست آمد. به‌طور کلی، نتیجه‌گیری می‌شود که با کاربرد کودهای زیستی و کامل، عملکرد کمی گیاه زعفران افزایش یافت، همچنین با کاربرد کود نیتروکسین می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد که حرکتی در راستای کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی زیست محیطی، نیتروکسین، بنه، وزن خشک کلاله

مقدمه

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus* L.) متعلق به خانواده زنبق[1]، گیاهی علفی، چندساله، بدون ساقه و بنه‌دار است که در مناطق با اقلیم خشک کشت می‌شود (Rostami et al., 2013). مقاومت زعفران در مقابل سرما زیاد است، ولی چون دوره رشد آن مصادف با پاییز و زمستان است، در این ایام به هوای مناسب و معتدلی نیاز دارد (Behnia, 1996). زعفران با ارزش‌ترین گونه گیاهان زراعی در دنیاست (Kumar, 2009). زعفران علاوه بر ایران در مناطق دیگری از جهان از جمله اسپانیا، آذربایجان، هند، ایتالیا و یونان و مراکش کشت می‌شود، اما بیش از ۸۴ درصد سطح زیر کشت و حدود ۶۵ درصد از کل تولید آن به ایران تعلق دارد (Kafi et al., 2002). در بازار جهانی، زعفران ایران هر کیلو ۵۰۰-۳۵۰ دلار در حالی‌که زعفران ممتاز ۱۲۰۰-۱۰۰۰ دلار بفروش می‌رسد (Paseban, 2006). این گیاه به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله نیاز آبی کم، امکان بهره‌برداری از مزارع به مدت چندین سال پس از یک بار کشت، سهولت حمل و نقل و نگهداری محصول، عدم نیاز زراعت آن به ماشین‌آلات و تکنولوژی پیچیده و اشتغال‌زایی زیاد در مناطقی که فاقد استعدادهای صنعتی و دارای محدویت آب کشاورزی می‌باشند، از موقعیت ویژه‌ای برخوردار است (Amirghasemi, 2001). از این‌رو، عوامل فیزیولوژیکی، محیطی و زراعی نظیر نوع خاک، اندازه بنه، تراکم کاشت، کوددهی و کنترل علف‌های هرز در روش‌های کاشت سنتی و نوین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Mollafilabi, 2004).

در بوم نظام‌های زراعی شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول امری الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد (Hemati et al., 2003). استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تازه و خشک و درصد ماده خشک پیازها شده و میزان ریشه‌های پیاز را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد (Behdani, 2005). برخلاف نیاز کودی کم این گیاه، حدود ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به متغیرهای مربوط به خاک از جمله میزان ماده آلی، فسفر قابل استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادلی وابسته است، به طوری‌که افزایش ازت آمونیاکی خاک، اثر منفی و افزایش ازت نیتراتی خاک، اثر مثبت بر عملکرد گل دارد (Behdani, 2005). در طی آزمایشی بهنیا (Behnia, 2008) با بررسی اثر تراکم‌های مختلف در روش‌های کاشت کپه‌ای و ردیفی گزارش نمود که در هر دو روش در سال‌های اول و دوم اثر تراکم معنی‌دار است، ولی در سال‌های بعد این اختلاف عملکرد کاهش یافت. به نظر می‌رسد که اثر مطلوب تراکم بالا فقط مربوط به سالهای اولیه کشت زعفران باشد، زیرا در سال‌های بعد با تکثیر بنه‌ها و تولید بنه‌های دختری اثر تراکم اولیه کاهش می‌یابد. تراکم بوته در واحد سطح بسته به نوع و روش کاشت، عادت زارعین و اندازه بنه متغیر بوده و در منابع مختلف بین ۱/۵ تا ۱۰ تن در هکتار گزارش شده است (Amirghasemi, 2001). نتایج پژوهش دیگری که در دانشگاه ملایر انجام شد، نشان داد که تراکم مناسب بستگی به روش تولید و طول زمان بهره‌برداری از مزرعه دارد، همچنین ایشان بر اساس نتایج آزمایش اظهار داشتند، در شرایطی‌که هدف دستیابی به عملکرد مطلوب در کوتاه مدت باشد، تراکم کاشت ۱۰۰ بنه در مترمربع قابل توصیه است (Rostami et al., 2013). اکثر پژوهش‌های انجام شده در ایران تراکم مطلوب ۵۰ بوته در متر مربع به وزن ۵-۴ تن بنه درشت در کشت ردیفی را برای دستیابی به حداکثر عملکرد زعفران توصیه نموده‌اند (Kafi et al., 2002).

هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی و تراکم‌های مختلف کاشت بر عملکرد گل و ویژگی‌های بنه زعفران به منظور بهینه‌سازی تولید آن در شرایط آب و هوایی منطقه سلسله از توابع استان لرستان بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان سلسله از توابع استان لرستان، در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد (جدول ۱). خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی بود. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش دو تراکم

[1] Iridaceae

کاشت چهار و پنج تن بنه در هکتار (به میزان ۴۰۰ و ۵۰۰ گرم در مترمربع) به عنوان فاکتور اصلی و چهار تیمار کودی شامل، شاهد (بدون مصرف کود)، کود بیولوژیک نیتروکسین (به میزان چهار لیتر درهکتار)، کود کامل (به میزان۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، ۵۰ کیلوگرم فسفر و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) و تیمار تلفیقی کود بیولوژیک نیتروکسین (به میزان ۲ لیتر در هکتار)+ کودکامل (به میزان ۷۵کیلوگرم ازت، ۲۵ کیلوگرم فسفر و ۲۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. کود بیولوژیک نیتروکسین مورد استفاده در این تحقیق، دارای مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس *ازتوباکتر و آزوسپریلیوم*[1] است که توسط مؤسسه فن‌آوری زیستی آسیا تولید شده است. سهم هر یک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌متر نیتروکسین به تعداد 10^8 (CFU)[2] سلول زنده است. بُنه‌های این تیمار قبل از کشت به خوبی با محلول کود رقیق شده با آب (به نسبت۱:۱۰) آغشته و سپس در فاصله کوتاهی اقدام به کشت گردید (Koocheki et al., 2011). از آنجا که انتخاب بنه مرغوب جهت کاشت در ایجاد عملکرد بالا حائز اهمیت است لذا بنه مناسب و یکنواخت (با وزن بیش از شش گرم) استفاده شد. بنه‌ها در عمق ۱۰ سانتی‌متری از سطح زمین کشت شدند. آبیاری اول هم زمان با کاشت و آبیاری دوم یک هفته بعد از آبیاری اول به منظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام شد. تیمارهای کودی طی دوره خواب (نیمه دوم مردادماه ۱۳۹۱) مزرعه زعفران اعمال شدند. ابعاد هر کرت آزمایشی ۳×۳ مترمربع بود و در هر کرت فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف (۱۵ سانتی‌متر) با توجه به تراکم چهار و پنج تن بنه در هکتار محاسبه و اعمال شد. نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی در سال دوم (آبان‌ماه ۱۳۹۲) همزمان با شروع گلدهی زعفران آغاز شد و در هر کرت با حذف اثرات حاشیه (یک ردیف از هر طرف و یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت) گل‌های ظاهرشده به صورت روزانه جمع‌آوری، شمارش و جهت توزین (وزن تر و خشک گل و کلاله به صورت جداگانه) به آزمایشگاه منتقل شدند. مجموع وزن خشک کلاله‌های برداشت شده در طول دوره گلدهی به عنوان عملکرد زعفران در هر کرت ثبت شد. همچنین بخشی از کرت‌ها به نمونه‌گیری تخریبی اختصاص داده شد که برای این منظور در انتهای فصل تعداد سه بنه در مساحت ۰/۵ مترمربع از خاک خارج شده و وزن تر و خشک آنها اندازه‌گیری شد. تحلیل داده‌ها این مطالعه توسط نرم‌افزار SAS-Ver. 8 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار[3] (LSD) انجام شد و جهت رسم اشکال از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد گل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر تیمارهای کودی بر تعداد گل در مترمربع در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین، تیمارهای مختلف تراکم بر تعداد گل در سطح احتمال ($p\leq$۰/۰۵) اثر معنی‌داری داشت.

با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین تعداد گل در مترمربع به تراکم ۵ تن بنه در هکتار تعلق داشت (شکل ۱). نتایج تحقیق دکورا و همکاران (Dokora et al., 2002) در بررسی اثر تراکم کاشت بر تعداد و وزن پیازهای لاله نشان داد که با افزایش تراکم کاشت، تعداد گل پیازهای تولیدی کاهش می‌یابد. بیشترین تعداد گل در مترمربع در تیمار کود کامل+ نیتروکسین مشاهده گردید و کمترین تعداد گل در مترمربع مربوط به تیمار کود کامل و شاهد بود (شکل ۲). عناصر تغذیه‌ای در میزان عملکرد محصول زعفران تأثیر به سزایی دارد، لذا لازم است براساس تجزیه خاک، مواد آلی زمین و سایر فاکتورهای محیطی و اقلیمی اقدام به مصرف کودهای شیمیایی به صورت جامد و یا محلول‌پاشی شود (Munshi, 1994).

[1] *Azotobacter/Azospirillum*

2- Colony-forming unit

3- Least significant difference

جدول ۱- مشخصات اقلیمی منطقه مورد مطالعه

Table 1- Climatic properties of the study area

میانگین دمای سالیانه (درجه سانتی‌گراد) The average annual temperature (°C)	ارتفاع از سطح دریا (متر) Surface elevation sea (m)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	بارندگی سالیانه (میلی‌متر) Annual rainfall (mm)
25	1580	35°-52"	48°-12"	525

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک در منطقه مورد مطالعه

Table 2- Physical and chemical properties of soil samples in the studied area

بافت خاک(٪) Soil texture			قسمت در میلیون (ppm)		T.D.S (میلی‌گرم در لیتر)	درصد ماده آلی OM(%)		اسیدیته (PH)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر) ECe ($dS.m^{-1}$)
شن Sand	لای Silt	رس Clay	پتاسیم قابل دسترس Available K	فسفر قابل دسترس Available P		نیتروژن N	کربن C		
18	44	39	333	3.8	231	0.136	1.4	7.8	0.52

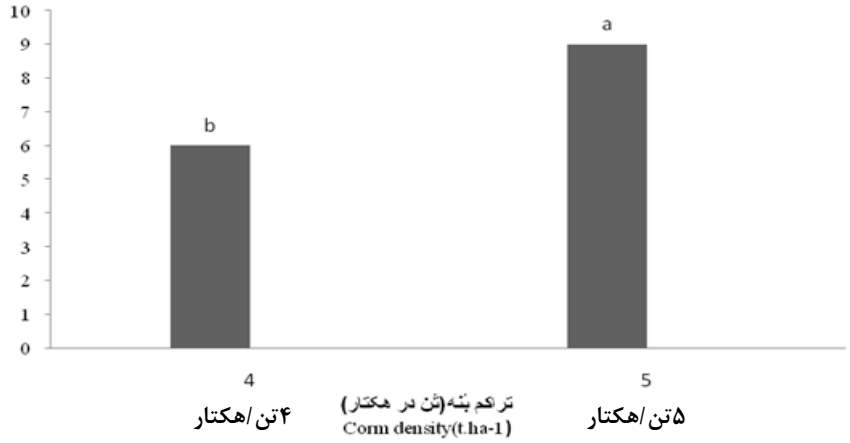
جدول ۳- تجزیه واریانس صفات میانگین مربعات اندازه‌گیری شده زعفران تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی

Table 3- Analysis of variance for saffron measured traits affected by experimental treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares							
		تعداد گُل Flower number	وزن تر گُل Fresh weight of flower	وزن خشک گُل Dry weight of flower	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	وزن تر بُنه Fresh weight of corm	وزن خشک بنه Dry weight of corm
تکرار Replication	2	5.4	0.11	0.0034	0.0008	0.08	6018	1056
کود Fertilizers	3	17.62*	0.78*	0.037*	0.0038*	3.077*	11560	844
تراکم کاشت Plant density	1	13.14*	0.66*	0.016*	0.0004*	13.351*	82506	11131
تراکم × کود Fertilizers ×D	3	6.61	0.26	0.01*	0.0003	1.282*	47976.3	6222.76
خطا Error	12	3.24	0.15	0.006	0.0034	0.0321	55575.9	16545.9

*معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و ns غیرمعنی‌دار

ns,* : Non significant , significant at the 5% levels of probability, respectively.

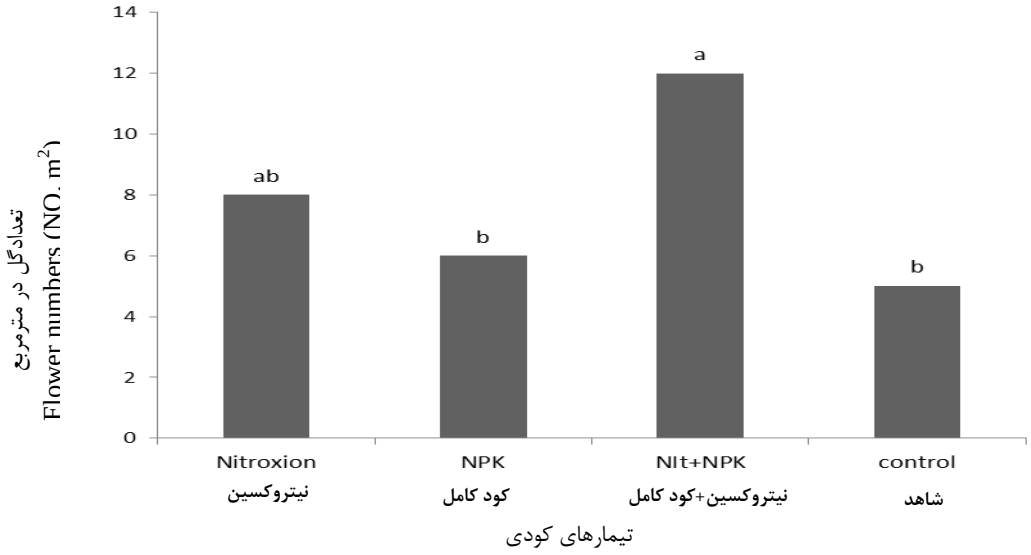


شکل ۱- اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد گل زعفران

Fig. 1- Effect of plant density on flower numbers of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف کودی بر تعدادگل زعفران

Fig. 2- Effect of different fertilizers on flower numbers of saffron

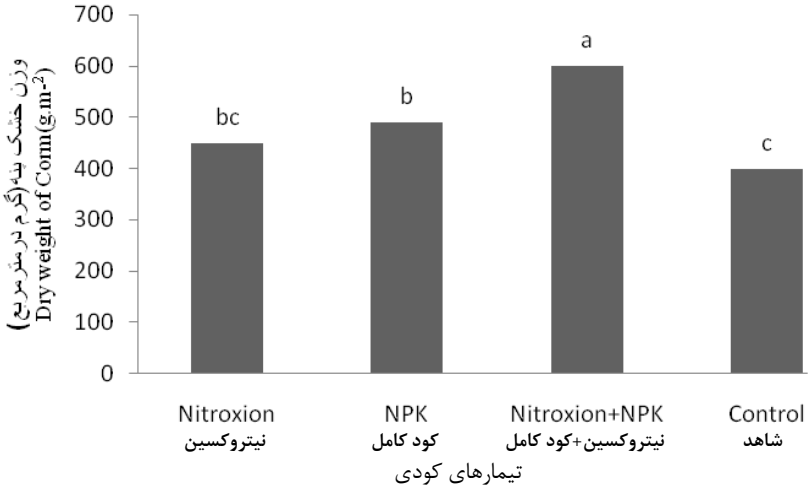
میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).

وزن بنه

نوع کود مصرفی بر وزن بنه تأثیر معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) داشته است (جدول ۳). بیشترین وزن خشک بنه در مترمربع مربوط به تیمار نیتروکسین+کود کامل و کمترین وزن خشک در مترمربع مربوط به شاهد بود (شکل ۳). بیشتر بودن وزن خشک بُنه در تیمار نیتروکسین را می‌توان به تأثیر مثبت کود نیتروکسین در فراهم‌آوری ترکیبات متعدد برای ریشه نسبت داد، زیرا باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین، علاوه بر تثبیت نیتروژنه و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، با ساخت و ترشح مواد

محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد مانند اکسین همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی‌بیوتیک و غیره موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی زعفران شده است (Gutierrez-Manero et al., 2001). این مسأله سبب تولید آسمیلات بیشتر و انتقال آنها به اندام‌های زیرزمینی و بنه زعفران شده است (Saikia et al., 2010).



شکل ۳- اثر تراکم‌های مختلف بر وزن خشک بنه زعفران

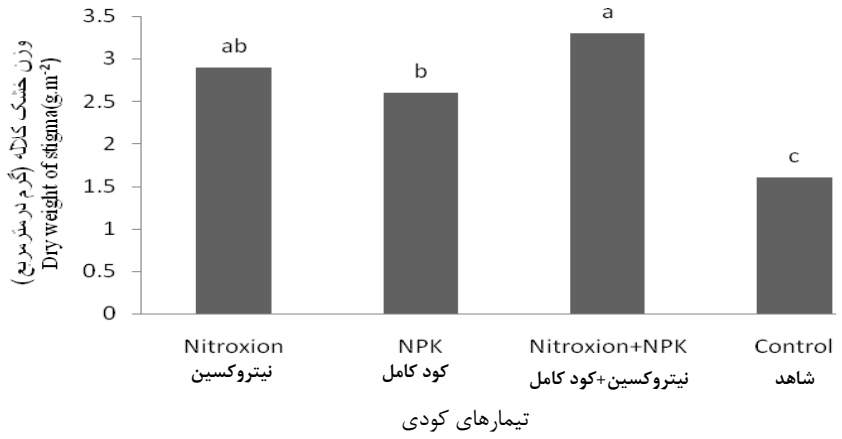
Fig. 3- Effect of plant density on dry weight corm of saffron

میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).

عملکرد ماده خشک گل و کلاله

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کودی بر وزن تر و خشک گُل و کلاله در هر مترمربع در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq ۰/۰۵$) معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمارهای کودی بر عملکرد ماده خشک کلاله زعفران در واحد سطح تأثیر معنی‌داری داشت و عملکرد ماده خشک کلاله با مصرف کودهای شیمیایی و زیستی به طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوریکه بالاترین عملکرد از کاربرد تلفیقی کود زیستی و کود کامل حاصل شد (شکل ۴). امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) نشان دادند که بالاترین عملکرد زعفران به تیمار تلفیقی ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره و کود زیستی نیتروکسین تعلق دارد، نتایج حاصل از تحقیقات گذشته بر روی گیاه زعفران در زمینه فوق با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. البته در تحقیق حاضر مصرف کود بیولوژیک نیتروکسین به تنهایی سبب افزایش ۸۳ درصدی عملکرد ماده خشک کلاله و خامه نسبت به شاهد شد و کمترین عملکرد ماده خشک کلاله در شاهد حاصل گردید (شکل ۴).



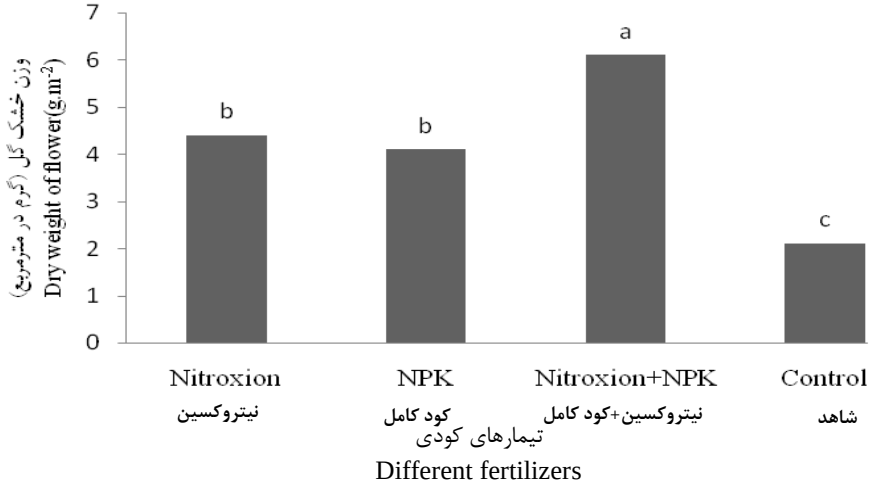
شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک کلاله زعفران

Fig. 4- Effect of different fertilizers dry weight of stigms of saffron

میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک گل در سطح احتمال ($p \leq ۰/۰۵$) معنی‌داری بود. با کاربرد تلفیقی کود کامل+ نیتروکسین، وزن خشک گل افزایش یافت؛ به‌طوری‌که وزن خشک گل در شاهد کمترین مقدار را داشت (شکل ۵). کولمن و کراسلی (Coleman & Crossley, 1995) در بررسی اثر تغذیه برگی بر افزایش عملکرد زعفران عنوان کرد که مصرف یکبار کود مایع کامل مخلوط موجب افزایش ۳۳ درصد محصول گشته و تولید محصول مزارع سنتی را تا دو کیلوگرم در هکتار افزایش داده است. دلیل این امر را می‌توان به افزایش دسترسی مواد غذایی در کودهای شیمیایی عنوان نمود. نتایج تحقیقات اونال وچاوشُوغلو (Ünal & Çavuşoğlu, 2005) در بررسی تأثیر کودهای مختلف نیتروژنه در عملکرد زعفران حاکی از آن است که مصرف اوره بیشترین تأثیر را در افزایش محصول گل زعفران داشت، ولی بهنیا و همکاران (Behnia et al., 1999) در یک آزمایش سه ساله در ایران، نتایج متضادی را از کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد گیاه زعفران مشاهده کردند.



شکل۵- اثر تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک گل زعفران

Fig. 5- Effect of different fertilizers tratment on dry weight flower of saffron

میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).

تأثیر تراکم کاشت بر وزن خشک گل و کلاله زعفران

با توجه به جدول ۳ اثر تراکم کاشت بر وزن خشک گل و کلاله معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود.

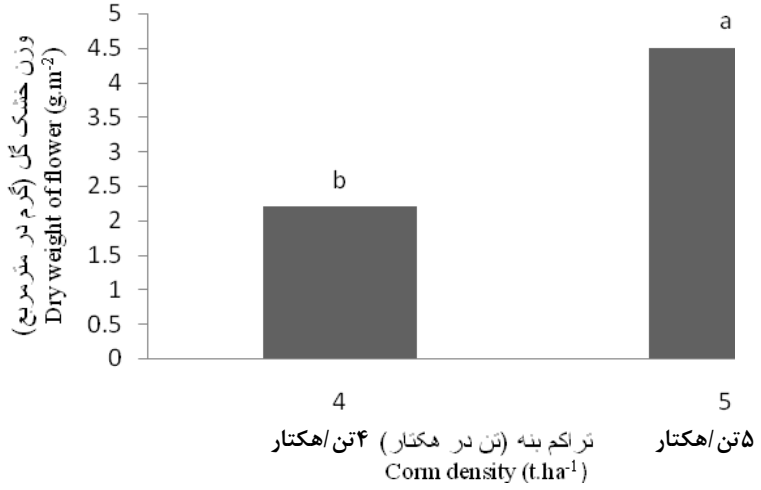
همانطور که در شکل ۶ ملاحظه می‌گردد، بیشترین وزن خشک کلاله در تراکم ۵ تن بُنه در هکتار (۵۰۰ گرم بنه در متر مربع) مشاهد گردید. تأثیر تراکم کاشت بر عملکرد کلاله خشک توسط محمدآبادی و همکاران(Mohammad-Abadi et al., 2007) در مشهد مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تراکم‌های مختلف مورد بررسی بر روی صفات عملکرد گل تازه و عملکرد خشک و تر کلاله نداشت، اما با افزایش فاصله بین گیاهان این صفات دچار کاهش گشته‌اند. با وجود آن‌که تراکم بوته بستگی به نوع و روش کشت، دانش بومی زارعین و اندازه بنه متغیر بوده و در منابع مختلف ۱ تا ۱۰ تن در هکتار گزارش گردیده است (Nassiri Mahallati et al., 2007). ولی اکثر پژوهش‌های انجام یافته در ایران تراکم ۵۰ بوته در مترمربع را در کشت ردیفی برای حصول حداکثر عملکرد زعفران توصیه نمودند (Naderi et al., 2008). کوچکی و همکاران Koocheki et al., 2009) در بررسی اثر عمق و تراکم کاشت بر خصوصیات زراعی زعفران بیان داشتند که بیشترین عملکرد گل و کلاله زعفران در تراکم ۱۱ تن و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر مشاهده شد که با افزایش تراکم بنه، وزن خشک گل و کلاله در واحد سطح افزایش یافت (شکل‌های ۶ و ۷)، با این‌حال، به دلیل اینکه عملکرد کلاله زیاد تحت تأثیر وزن کلاله در هر گل قرار نمی‌گیرد و بیشتر متأثر از تعداد گل در واحد سطح می‌باشد، افزایش تراکم بنه در نهایت، باعث افزایش عملکرد کلاله در واحد سطح شد و کاهش وزن کلاله هر گل تأثیر ناچیزی بر عملکرد نهایی کلاله داشت. گرستا و همکاران (Gresta et al., 2009) مشاهده کردند که با افزایش تراکم، تعداد گل در واحد سطح نیز افزایش یافت، ولی رابطه بین تراکم بنه و وزن کلاله در گل منفی بود. به طور کلی، چنین به نظر می‌رسد که تراکم مناسب بستگی به روش تولید و طول زمان بهره‌برداری از مزرعه دارد.

شکل ۶- اثر تراکم های مختلف کاشت بر وزن خشک کلاله زعفران

Fig. 6- Effect of plant density on dry weight stigm of saffron

میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on LSD test ($p\leq0.05$).



شکل۷- اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر وزن خشک گل زعفران

Fig. 7- Effect of plant density on dry weight flower of saffron

میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).

اثر متقابل کود و تراکم کاشت

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین برهمکنش تراکم و کود شیمیایی و زیستی بر وزن خشک گل و کلاله زعفران در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. اثر متقابل کود و تراکم بر وزن خشک گل و کلاله زعفران ($p \leq ۰/۰۵$) معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین وزن خشک گل زعفران (۳/۴۲ گرم در مترمربع) در تراکم ۵ تن بنه در هکتار، از تیمار ترکیبی کود (نیتروکسین+کودکامل) حاصل شد که با تیمارهای انفرادی کاربرد کودکامل و نیتروکسین در یک گروه آماری قرار داشت و کمترین وزن خشک گل به شاهد (برابر با ۲/۲۲ گرم در مترمربع) تعلق داشت، اما در تراکم چهار تن بنه زعفران در هکتار بیشترین وزن خشک گل (برابر با ۳/۱۱۱ گرم در مترمربع) به کاربرد کود زیستی نیتروکسین تعلق داشت (جدول ۴). همانگونه که بیان شد، استفاده از ۵ تن بنه زعفران در هکتار منجر به بالاترین وزن خشک گل زعفران شد (جدول ۴) که این افزایش منجر به تولید بالاترین مقدار کلاله زعفران گردید. بهنیا و مختاری (Behnia & Mokhtari, 2009) در بررسی اثر انواع کودهای شیمیایی بر زعفران اظهار نمودند که بیشترین وزن تر گل و وزن خشک کلاله مربوط به تیمار کود شیمیایی اوره بود. در پژوهش امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009)، نیز تأثیر مثبت کاربرد کود نیتروژنه بر عملکرد کمی و کیفی گیاه زعفران گزارش شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود و تراکم بر صفات وزن خشک گل و کلاله

Table 4- Comparison of the mean interaction between fertilizer and plant density on dry weight of flower and stigma

وزن خشک کلاله(گرم در مترمربع) Dry weight of stigma($g.m^{-2}$)	وزن خشک گل(گرم در مترمربع) Dry weight of flower($g.m^{-2}$)	تیمارها Treatments
2.26^{b}	3.111^{ab}	۴ تن بنه در هکتار×نیتروکسین $4\ t.ha^{-1} \times$ Nitroxin
1.933^{bc}	1.3^{b}	۴ تن بنه در هکتار × کود کامل $4\ t.ha^{-1} \times$ NPK
$2.033b^{c}$	2.22^{b}	۴ تن بنه در هکتار × نیتروکسین+کود کامل $4\ t.ha^{-1} \times$ Nitroxin+NPK
1.333^{c}	2.67^{ab}	4 تن بنه در هکتار× شاهد $4\ t.ha^{-1} \times$ Control
3.933^{ab}	3.22^{a}	۵ تن بنه در هکتار×نیتروکسین $5\ t.ha^{-1} \times$ Nitroxin
3.1^{b}	3.22^{a}	۵ تن بنه در هکتار×کود کامل $5\ t.ha^{-1} \times$ NPK
4.566^{a}	3.42^{a}	۵ تن بنه در هکتار × نیتروکسین+کود کامل $5\ t.ha^{-1} \times$ Nitroxin+NPK
1.93^{bc}	2.22^{b}	5 تن بنه در هکتار×شاهد $5\ t.ha^{-1} \times$ Control
1.45	1.18	حداقل اختلاف معنی‌دار LSD

*میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means with the same letter are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).

نتیجه‌گیری

به طور کلی، با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر، کاربرد کود شیمیایی کامل به همراه نیتروکسین در مقایسه با دو تیمار کودی دیگر، به دلیل ایجاد شرایط تغذیه‌ای بهینه از طریق فراهم نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد زعفران داشته است. همچنین با افزایش تراکم بنه از سطح ۴ به ۵ تن در هکتار، مشاهده شد که تراکم متوسط ۵ تن بنه در هکتار بیشترین تأثیر را بر عملکرد و صفات زراعی زعفران دارد. همچنین عملکرد ماده خشک کلاله زعفران با مصرف کودهای شیمیایی و زیستی به طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) افزایش یافت. با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار بین کود زیستی نیتروکسین با دیگر تیمارهای کودی در تراکم‌های مختلف کاشت، بنابراین، مصرف کود نیروکسین را می‌توان در راستای دستیابی به کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی با دقت بیشتری مد نظر قرار داد.

منابع

Amirghasemi, T., 2001. Saffron, the Red Gold of Iran. Nashre Ayandegan Press. Tehran. Iran. 112 p. [In Persian].

Behdani, M.A., 2005. Ecological zoning and monitoring fluctuations in Khorasan saffron yield. PhD. Thesis, Department of Agriculture. Danshdh Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian with English Summary].

Behnia, M.R., Mokhtari, M., 2009. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.). 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greec.

Behnia, M., 2008. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.) yield in Damavand region. Pajouhesh Sazandegi. 79, 101-108. [In Persian with English Summary].

Behnia, M.R., 1996. Saffron: Botany, Cultivation and Production. University of Tehran Press, Iran 285 pp. [In Persian].

Behnia, M.R., Estila, A., Ehdaie, B., 1999. Application of fertilizers for increased saffron yield. Agron. Sci. 182, 9-15.

Coleman, D.C., Crossley, D.A., 1995. Fundamentals of soil ecology. Academic Press, San Diego and London.

Dokora, F.D., Matiru, V., King, M., Phillips, D.A., 2002. Plant growth promotion in legumes and cereals by lumichrome, a rhizobial signal metabolite. In: Finan, T.M., O'Brain, M.R, layzell, D.B., Vessey, K., Newton, WE, Eds. Nitrogen fixation: global perspectives. Wallingford, UK: CABI publishing, p. 321-322.

Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., Ruberto, G., 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Sci. Hortic. 119(3), 320-324.

Gutierrez-Manero, FJ., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouachi, J., Tadeo, F.R., Talon, M., 2001. The plant-growth promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. Physiol. Plant. 111, 206–211.

Hemati Kakhki, A., Hosseini, M., 2003. A Review on 15 years on Research on Saffron in Khorasan. Institute of Research and Development of Technology. Ferdowsi University of Mashhad Publications. 114 p. [In Persian].

Kafi, M., Rashed, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2002. Saffron, Technology, Cultivation and Processing. Center of Excellence for Special Crops, Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran. pp. 276-285. [In Persian].

Koocheki A., Tabrizi L., Jahani M., Mohammad-Abadi, A., 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). J. Water Soil. 25(1), 196-206. [In Persian].

Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad-Abadi, A.A., Mahdavi Damghani, A., 2009. Performance of saffron (*Crocus sativus* L.) under different planting patterns and high corm density. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece. [In Persian].

Kumar, R., 2009. Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.). Sci. Hort. 122, 142–145.

Mohamad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., Sabori, A., 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. Acta Hortic. (ISHS). 739, 151-153. [In Persian].

Mollafilabi, A., 2004. Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Hortic. (ISHS). 650, 195-200.

Munshi, A.M., 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rainfed condition. Indian Arecant Spice. J. 18, 24-44.

Naderi Darbaghshahi, M.R., Khajeh-bashi, S.A., banitaba, S.A., Dehdashti, S.M., 2008. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. Seed Seedling. 24, 643-657. [In Persian with English Summary].

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., 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. Field Crop Res. 1, 155-166. [In Persian with English Summary].

Omidi, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., T orbati, H., Fotookian, M.H., 2009. Effect of chemical and bio-fertilizer nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). J. Medic. Plant. 30(2), 98-109. [In Persian with English Summary].

Paseban, F., 2006. Effective factors on exporting Iran. saffron. Econ. Res. 6(2), 1-15. [In Persian].

Rostami, M., Mohammadi, H., 2013. Effects of planting date and corm density on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) climate Malayer. J. Agroecol. 5(1), 27-38. [In Persian].

Saikia, S.P., Dutta, S.P., Goswami, A., Bhau, B.S., Kanjilal, P.B., 2010. Role of *Azospirillum* in the improvement of legumes. In: Microbes for Legume Improvement; Springer Vienna. p. 389-408.

Ünal, M., Çavuşoğlu, A., 2005. The effect of various nitrogen fertilizers on saffron (*Crocus sativus* L.) yield Akdeniz Üniversitrsi Ziraat Fakultesi Dergisi. 18(2), 257-26.

Effects of biological and chemical fertilizers on quantity yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in different planting densities

Abdolreza Ahmadi[1*] and Jamshid Nazari Alam[2]
1- Assistant Professor in Weeds Control, Lorestan University, Iran
2- PhD Student in Agroecology, Lorestan University, Iran
*- Corresponding Author E-mail: ahmadi1024@yahoo.com

Ahmadi, A., and Nazari Alam, J., 2015. Effects of biological and chemical fertilizers on quantity yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in different planting densities. Journal of Saffron Research. 3(1): 51-63.

Submitted: 21-09-2014
Accepted: 08-04-2015

Abstract
In order to evaluate the effects of biological and chemical fertilizer application and plant density on yield of saffron, an experiment was conducted in Alashtar county during year of 2013. In this experiment were evaluated two densities (4 and 5 corms $t.ha^{-1}$) and 4 fertilixers including control, Nitroxin biofertilizer, NPK and Nitroxin biofertilizer+ NPK as split plot based on a randomized complete block design. Results indicated that density had significant effect on number of flower and dried weight of stigma and flower. Increasing in density from 4 to 5 $t.ha^{-1}$ corms improved number of flowe, dried flower weight, dried stigma weight up to 48, 87 and 82%, respectively. The maximum dry weight of stigma (over 30 $kg.ha^{-1}$) was observed in 5 ton $corms.ha^{-1}$. Also, the effect of fertilizer was significant on number of flowers, dry weight of flowers, stigma and corm yield of saffron ($p\leq0.05$). The highest number of flower, dry weight, dry weight stigma of saffron (more than three $g.m^{-2}$) were related to Nitroxinbiofertilizer+ NPK. The maximum dry weight of flower and stigma yield was observed in 5 ton $corms.ha^{-1}$. Overal, application biofertilizer and NPK increased quantitative yield of saffron. Nitroxin inoculation could be reducing consumption of chemical fertilizers, which is a move towards sustainable agriculture and decline environmental pollutions.

Keywords: Corm, Dry weight of stigma, Environmental pollutions, Nitroxin