



ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی و تراکم بر عملکرد گل و ویژگی‌های بانه زعفران (*Crocus sativus* L.)

علیرضا کوچکی^{۱*} - مریم جهانی^۲ - لایلا تبریزی^۳ - علی اصغر محمد آبادی^۴

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۸

تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۳۰

چکیده

به منظور ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی و تراکم بر عملکرد گل و ویژگی‌های بانه زعفران، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سه سال زراعی ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای این تحقیق شامل ۱- کود بیولوژیک نیتروکسین حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس *Azospirillum/ Azotobacter* کود دلفارد (اختصاصی زعفران حاوی ۱۲٪ ازت از منبع اوره و نیترات، ۸٪ فسفر، ۴٪ پتاسیم و کلاتهای آهن، روی، منگنز و مس) و شاهد (بدون مصرف کود) ۲- تراکم‌های مختلف بانه بر مبنای ۴، ۸، ۱۰ و ۱۲ تن در هکتار در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر تعداد گل، وزن تر و خشک گل، و وزن تر و خشک کلاله در سال‌های آزمایش معنی دار بود. اثر تیمارهای کودی بر تعداد بانه، وزن تر و خشک بانه در سال دوم آزمایش نیز معنی دار بود. بیشترین تعداد گل، وزن خشک گل، وزن خشک کلاله و وزن خشک بانه در سه سال آزمایش مربوط به تیمار نیتروکسین بود. اثر تیمارهای مختلف تراکم بر تعداد گل، وزن تر گل، وزن خشک گل و وزن خشک کلاله در سال دوم و بر تعداد گل و وزن تر گل در سال سوم معنی داری بود. بیشترین میزان وزن خشک کلاله در سال دوم و سوم آزمایش در تراکم ۸ تن بانه در هکتار بدست آمد. نتایج اثر متقابل بین کود و تراکم نشان داد که بیشترین وزن خشک گل و کلاله در تراکم ۸ تن بانه در هکتار و تیمار کودی دلفارد بدست آمد. برآزش منحنی رگرسیون خطی بین تعداد بانه و وزن خشک بانه بیانگر آن بود که با افزایش تعداد بانه‌های تولیدی در متر مربع، وزن خشک بانه‌ها کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: نیتروکسین، دلفارد، زعفران

مقدمه

دارد (۱۴). استان‌های خراسان رضوی و جنوبی قطب عمده تولید زعفران ایران هستند بنحوی که در سال زراعی ۱۳۸۶، خراسان رضوی و جنوبی به ترتیب با ۴۴۸۳۰ و ۳۳۲۸ هکتار، ۱۴۸/۵ و ۳۵/۸ تن زعفران تولید کرده اند (۱۵). در بوم نظام‌های زراعی شناخت عوامل افزایش دهنده کمیت و کیفیت محصول امری الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد (۱۳). عوامل زیادی مانند اقلیم، علف‌های هرز، بیماری‌ها، آبیاری، انبارداری و تاریخ کاشت، انواع کودها اعم از کودهای شیمیایی، بیولوژیک و حیوانی در تعیین کمیت و کیفیت زعفران تولیدی نقش بسزایی دارند (۱۶).

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

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. متعلق به خانواده زنبق یک گیاه زراعی با ارزش است که اغلب در مناطقی که اقلیم خشک دارند، کشت می‌شود (۱۷) این محصول، ادویه ای گران قیمت (۲۵) و از با ارزش ترین گونه‌های گیاهان زراعی در دنیا است (۲۴). هرچند، کشت زعفران از قدیم الایام در برخی از نقاط دنیا مانند ایران، هند، ایتالیا و یونان متداول بوده، ولی امروزه ایران بزرگترین تولید کننده زعفران دنیا بوده و حدود ۹۰ درصد از کل تولید آن به ایران تعلق

۱، ۲ و ۴- به ترتیب استاد، دانشجوی دکتری و مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: akooch@um.ac.ir

*) نویسنده مسئول:

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

بدست آمد. در حال حاضر در اکثر مزارع زعفران در تراکم‌های پایین اقدام به کشت شده است که از لحاظ اقتصادی در سال اول توجیه پذیر نمی باشد. بنابراین انتظار می‌رود با استفاده از الگوهای کشت پر تراکم بتوان این کاهش عملکرد را تا حدودی در سال‌های اولیه جبران نمود. هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی و تراکم بر عملکرد گل و ویژگی‌های بنه زعفران به منظور بهینه سازی تولید آن در شرایط مشهد می‌باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۶-۸۵، ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷ بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی $28^{\circ} 59'$ و عرض جغرافیایی $15^{\circ} 36'$ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- کود بیولوژیک نیتروکسین حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس *Azospirillum/Azotobacter* کود دلفارد (اختصاصی زعفران حاوی ۱۲ درصد از منبع اوره و نترات، ۸ درصد فسفر، ۴ درصد پتاسیم و کلاتهای آهن، روی، منگنز و مس) و شاهد (بدون مصرف کود) در نظر گرفته شدند. ۲- تراکم‌های مختلف وزن بنه بر مبنای ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ تن در هکتار بود که با در نظر گرفتن متوسط وزن هر بنه بین ۱۰-۸ گرم، فواصل کشت جهت هر تراکم برآورد شده و بر آن اساس اقدام به کشت گردید.

کود بیولوژیک به میزان ۴ لیتر در هکتار در نظر گرفته شد و بنه‌های این تیمار قبل از کشت به خوبی با محلول کودی رقیق شده با آب (به نسبت ۱:۱۰) آغشته و سپس در فاصله کوتاهی اقدام به کشت گردید. سپس جهت کارایی بالاتر کود و اطمینان بیشتر از تماس باکتری با بنه‌های کشت شده محلول کودی نیز پس از کشت همراه با آب آبیاری به کرت‌های مربوطه اضافه شد. کود دلفارد به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد و پس از تهیه محلول آن همراه با آب آبیاری به کرت‌های مورد نظر افزوده گردید. لازم به ذکر است که تیمارهای کودی هر سال در شروع فصل رشد گیاه به صورت سرک به کرت‌های آزمایشی اضافه گردید.

ابعاد هر کرت آزمایشی ۱×۲ مترمربع بود که در هر کرت فواصل بین و روی ردیف بنه‌ها با توجه به تراکم‌های مختلف تعیین و بنه‌ها در عمق ۱۰ سانتیمتری از سطح زمین کشت گردید. فاصله بین کرت‌ها در هر تکرار ۰/۵ متر و بین بلوک‌ها ۲ متر (با احتساب جوی‌های آبیاری) بود. کشت در ۱۴ مهرماه ۱۳۸۶ انجام شد. آبیاری اول همزمان با کاشت بصورت سنگین و آبیاری دوم یک هفته بعد بصورت سبک و به منظور تسهیل خروج برگ‌ها از خاک انجام شد. در

خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد (۴). 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 تبدلی وابسته است (۲۶). همچنین منبع تامین کننده عنصر غذایی بر عملکرد گل نیز موثر است، بطوریکه افزایش ازت آمونیاکی خاک، اثر منفی و افزایش ازت نیتراتی خاک، اثر مثبت بر عملکرد گل دارد (۴). حسینی (۶) در بررسی اثر تغذیه برگی بر افزایش عملکرد زعفران عنوان کرد که مصرف یکبار کود مایع مخلوط (عناصر ازت، فسفر، پتاس، کلاتهای آهن، روی، منگنز و مس) با غلظت ۷ در هزار موجب افزایش ۳۳ درصد محصول گشته و تولید محصول مزارع سنتی را تا ۲ کیلوگرم در هکتار افزایش داده است.

کودهای بیولوژیک بر مبنای گزینش طبیعی انواع موجودات مفید خاک برای اهداف متفاوت تهیه می‌شوند که بالاترین کارایی و بازدهی را از نظر تولید عوامل محرک رشد گیاه و فراهم سازی عناصر غذایی را به شکل قابل جذب داشته باشند (۱). کودهای زیستی از باکتری‌ها و هم چنین قارچ‌های مفیدی تشکیل شده اند که هر یک به منظور خاصی (مانند تثبیت نیتروژن و رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول) تولید می‌شوند. این باکتری‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر همیاری می‌کنند (۱۹ و ۲۰). اکنون مسلم است این باکتری‌ها بیش از یک نقش دارند، یعنی علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک، تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند (۳).

با وجود آنکه تراکم بوته در واحد سطح بستگی به نوع و روش کشت، دانش بومی زارعین و اندازه بنه متغیر بوده و در منابع مختلف بین ۱/۵ تا ۱۰ تن در هکتار گزارش گردیده است (۲) ولی اکثر پژوهش‌های انجام یافته در ایران تراکم بوته ۵۰ بوته در متر مربع را در کشت ردیفی برای حصول حداکثر عملکرد زعفران توصیه نمودند (۸ و ۹). کوچکی و همکاران (۲۲) 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 سانتی متر بدست آمد.

بهنیا و مختاری (۱۸) نیز اثر روش کاشت (توده ای و ردیفی) و تراکم بنه زعفران (۵، ۱۰ و ۱۵ بنه در هر سی سانتیمتر از ردیف کاشت) را بر عملکرد زعفران در طی یک دوره چهارساله مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که در سال چهارم کشت ردیفی همراه با ۱۵ و ۱۰ بنه در هر سی سانتیمتر از ردیف کاشت، بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. در مطالعه ای دیگر کوچکی و همکاران (۲۳) با مطالعه الگوهای کشت مختلف (ردیفی، تصادفی و کپه ای) و تراکم‌های مختلف بنه (۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در تیمار کشت ردیفی همراه با ۱۲ تن بنه در هکتار

($P < 0.05$) (جدول ۱). در حالی که تعداد بنه، وزن تر و وزن خشک بنه تنها در سال دوم آزمایش تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت ($P < 0.05$). همچنین، تیمارهای مختلف تراکم بر تعداد گل، وزن تر و وزن خشک گل و وزن خشک کلاله در سال دوم و بر تعداد گل و وزن تر گل در سال سوم اثر معنی داری داشت ($P < 0.05$) (جدول ۱). اثر متقابل کود و تراکم در سال دوم آزمایش بر وزن خشک گل و کلاله و در سال سوم بر تعداد بنه تاثیر معنی داری داشت ($P < 0.05$). همانگونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌گردد بین تیمارها از لحاظ مصرف کود اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0.05$). در سه سال آزمایش بیشترین تعداد گل در متر مربع در تیمار کود دلفاراد مشاهده گردید و کمترین تعداد گل در متر مربع در سه سال آزمایش مربوط به تیمار نیتروکسین بود. از آنجا که عناصر تغذیه ای در میزان عملکرد محصول زعفران تاثیر بسزایی دارد، لذا بر اساس تجزیه خاک و توجه به مواد آلی زمین و سایر فاکتورهای محیطی و اقلیمی اقدام به مصرف کودهای شیمیایی به صورت جامد و یا محلول پاشی می‌گردد (۱۲). تعداد گل در سال دوم کمتر و یا برابر با سال اول بود که دلیل این امر را می‌توان وجود شرایط آب و هوایی گرم و نبود سرما در زمان تشکیل گل عنوان نمود.

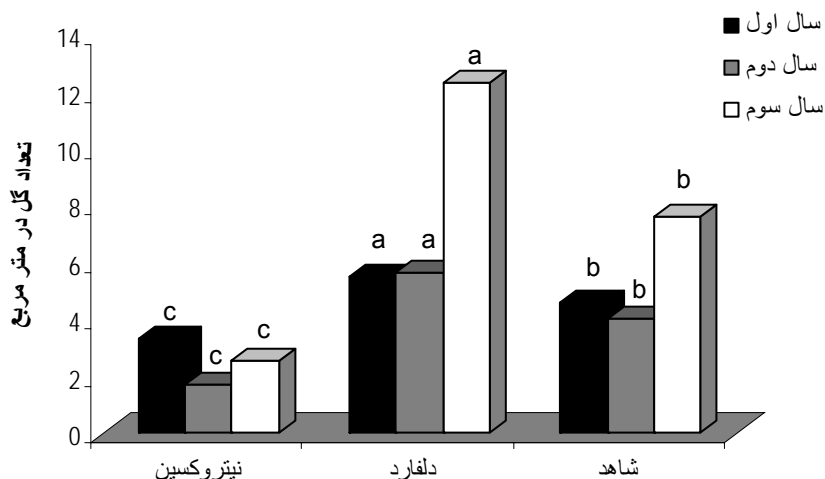
فاصله بین دو آبیاری نیز یک مرتبه سله شکنی خاک صورت گرفت. نمونه برداری از کرت‌های آزمایشی همزمان با شروع گلدهی آغاز و در هر نمونه گیری در زمان گلدهی گل‌های ظاهر شده بصورت روزانه جمع آوری، شمارش و جهت توزین (وزن تر و خشک) به آزمایشگاه منتقل و سپس وزن خشک گل و کلاله بصورت جداگانه اندازه گیری شد. مجموع وزن خشک این اجزاء در طی دوره گلدهی به عنوان عملکرد آن جزء در هر کرت در نظر گرفته شد. همچنین بخشی از ابعاد کرتها به نمونه گیری تخریبی اختصاص داده شد که برای این منظور در انتهای فصل تعداد سه بنه از هر کرت خارج شده و اجزاء مختلف آن شامل تعداد بنه‌های دختری، وزن تر و خشک بنه‌ها اندازه گیری گردید. جهت آنالیز داده‌ها از نرم افزار SAS Inst., 2002 و جهت رسم اشکال از نرم افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

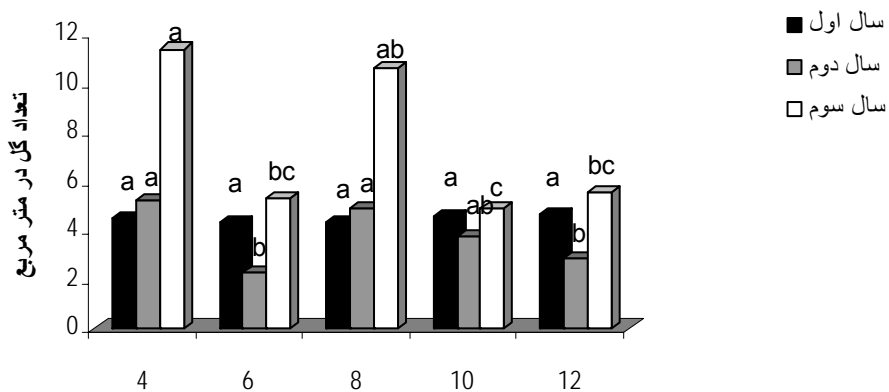
بر اساس نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی، اثر تیمارهای کودی بر تعداد گل، وزن تر و وزن خشک گل، وزن تر و وزن خشک کلاله در متر مربع در تمامی سال‌های آزمایش معنی دار بود

جدول ۱- منابع تغییر، درجات آزادی و میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی در زعفران در سه سال آزمایش

وزن خشک بنه	وزن تر بنه	تعداد بنه	وزن خشک کلاله	وزن تر کلاله	وزن خشک گل	وزن تر گل	تعداد گل	درجه آزادی	
۱۰۷۶/۶۸۳	۶۱۶۱/۴۵۷	۱۷۱/۲۸۷	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۰۳۳	۰/۱۱۱	۵/۰۶۲	۲	تکرار
۹۸۶/۷۵۱	۱۰۵۹۰/۷۸۷	۱۹۴۸/۸۸۷	*۰/۰۰۰۳۸	*۰/۰۰۲۸۱	*۰/۰۳۶۹	*۰/۶۷۸	*۱۸/۵۶۲	۲	کود
۶۸۶/۸۲۷	۶۹۰۹/۶۱۸	۹۹۱/۴۹۲	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۱۶۲	۴	سال
۹۹۹/۴۰۸	۵۰۹۱/۳۷۵	۲۸۷۱/۰۸۷	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳۳	۰/۰۰۲۵	۰/۰۵۷	۱/۳۹۰	۸	کود×تراکم
۷۲۵/۲۵	۴۵۲۲/۳۸	۳۰۰۸/۶۴	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳۱	۰/۰۰۲۶	۰/۰۳۷	۱/۶۳۵	۲۸	خطای آزمایش
وزن خشک بنه	وزن تر بنه	تعداد بنه	وزن خشک کلاله	وزن تر کلاله	وزن خشک گل	وزن تر گل	تعداد گل	درجه آزادی	
۶۱۶۱۸/۴۸	۱۱۴۲۴۱/۴۴	۱۵۴۰۳۷/۵۸	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۴۵	۰/۱۸۰	۸/۳۳۱	۲	تکرار
۸۶۴۶۱/۰۴*	۴۰۶۹۳۰/۲۵*	۵۰۴۶۹/۵۶*	*۰/۰۰۰۱۵	*۰/۰۵۴۴	*۰/۰۷۳۹	*۰/۷۵۳	*۵۹/۲۲۳	۲	کود
۱۱۰۳۲/۰۷	۷۲۶۰۶/۴۴	۷۶۵۵/۷۵	*۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳۸	*۰/۰۱۸۶	*۰/۶۱۶	*۱۴/۱۷۴	۴	سال
۶۱۲۲/۷۶	۳۷۸۷۶/۳۳	۲۷۴۱/۵۱	*۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۵۶	*۰/۰۱۰۰	۰/۲۲۶	۶/۶۳۱	۸	کود×تراکم
۱۵۵۴۵/۹۵	۵۶۵۸۵/۹۹	۶۹۳۷/۲۴	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲۹	۰/۰۰۰۰۳	۰/۱۴۵	۳/۵۲۴	۲۸	خطای آزمایش
وزن خشک بنه	وزن تر بنه	تعداد بنه	وزن خشک کلاله	وزن تر کلاله	وزن خشک گل	وزن تر گل	تعداد گل	درجه آزادی	
۱۰۱۹۵/۶۶۷۰	۲۷۸۶۰/۴۵۴	۲۰۴۷/۸۵۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴۵	۰/۰۱۳۸	۰/۵۷۳	۱۲/۶۹۹	۲	تکرار
۸۷۳۴/۷۲۴۵	۴۸۱۳۴/۸۵۱	۲۲۲۸/۵۱۲	۰/۰۰۰۶۵	۰/۰۰۴۶*	۰/۳۵۵۴*	*۸/۷۸۲	*۳۶۱/۸۴۴	۲	کود
۳۳۸۴/۱۹۶۱	۱۶۱۷۶/۲۷۳	۹۶۲/۹۲۸	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۱۱۰	۰/۰۶۱۸	*۲/۲۴۸	*۹۰/۴۸۵	۴	سال
۶۳۳۹/۸۶۸۳	۲۲۹۵۱/۲۶۷	*۳۸۵۲۰/۸۷۲	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۹۶	۰/۰۴۱۱	۱/۱۰۷	۴۰/۴۴۵	۸	کود×تراکم
۹۴۱۸/۴۳۱۴	۱۹۶۵۹/۶۰۳	۸۴۲۲/۰۳۳	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۴۴	۰/۰۲۸۳	۰/۸۰۷	۲۸/۳۳۹	۲۸	خطای آزمایش



شکل ۱- مقایسه تعداد گل تولیدی زعفران در تیمارهای مختلف کودی (میانگین سه سال آزمایش)

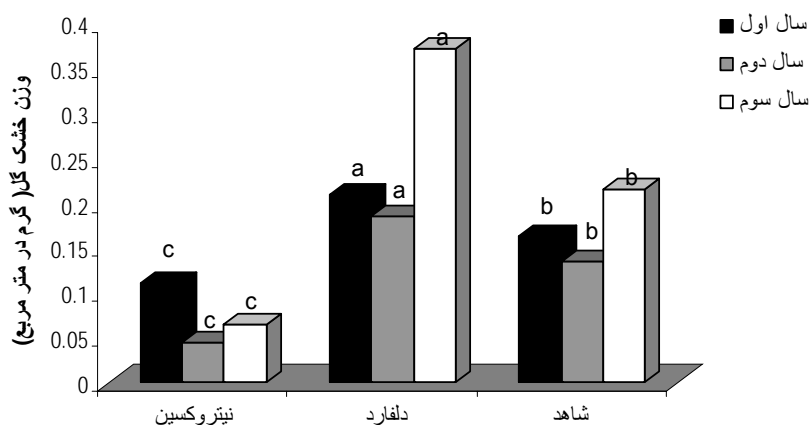


تراکم (وزن بنه تن در هکتار)

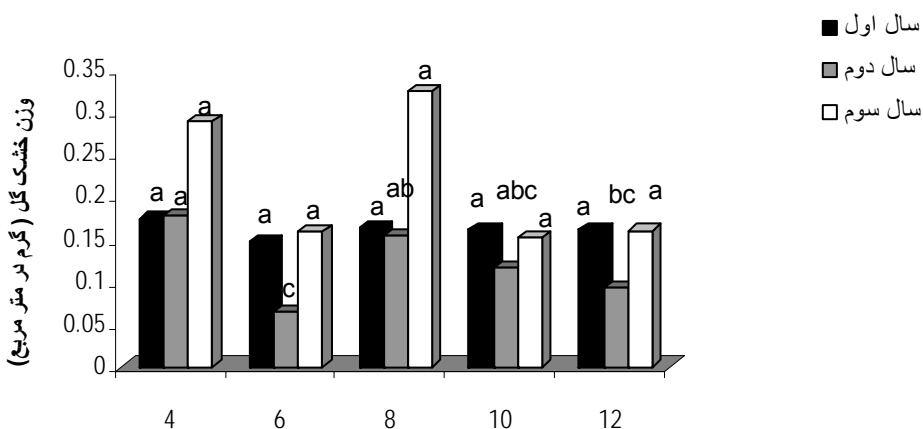
شکل ۲- مقایسه تعداد گل تولیدی زعفران در تیمارهای مختلف تراکم (میانگین سه سال آزمایش)

(۲۹) در طرح بررسی تاثیر کودهای مختلف نیتروژنه در عملکرد زعفران حاکی از آنست که مصرف اوره بیشترین تاثیر را در افزایش محصول گل زعفران داشته است. همانطور که در شکل ۵ ملاحظه می‌گردد بین تیمارهای مختلف کودی در رابطه با وزن خشک کلاله اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P < 0.05$). بطوریکه بیشترین وزن خشک کلاله در تیمار کود دلفارد در هر سه سال آزمایش بدست آمد. امیدی و همکاران (۳) به منظور بررسی اثر کود شیمیایی و بیولوژیکی بر عملکرد کمی و کیفی زعفران نشان دادند که عملکرد کلاله و خامه زعفران با مصرف کودهای شیمیایی به طور معنی داری افزایش یافت و بالاترین عملکرد در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره و تیمار مصرف تلفیقی کود زیستی و شیمیایی اوره بدست آمد.

با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین تعداد گل در متر مربع مربوط به تراکم‌های ۴ و ۸ تن بنه در هکتار بود (شکل ۲). نتایج تحقیق تیمر و واندروالک (۲۸) در بررسی اثر تراکم کاشت بر تعداد و وزن پیازهای لاله حاکی از آن است که با افزایش تراکم کاشت، تعداد گل پیازهای تولیدی کاهش یافت. همانگونه که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد بین تیمارهای کودی اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P < 0.05$). بیشترین وزن خشک گل مربوط به تیمار کود دلفارد در سه سال آزمایش بود. کمترین وزن خشک گل نیز در تیمار کود نیتروکسین بدست آمد. دلیل این امر را می‌توان به افزایش دسترسی مواد غذایی در کودهای شیمیایی عنوان نمود. همچنین بیشترین وزن خشک گل در تراکم ۸ تن بنه در هکتار و در سال سوم بدست آمد (شکل ۴). نتایج تحقیق اونال و کاوسوگلو

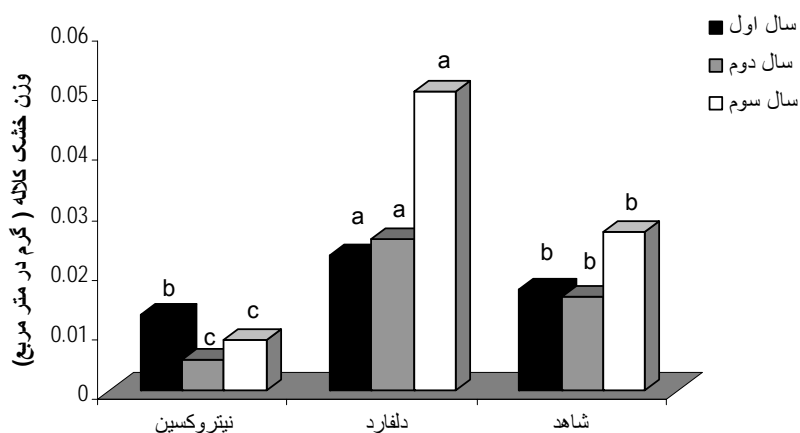


شکل ۳- مقایسه وزن خشک گل زعفران در تیمارهای مختلف کودی (میانگین سه سال آزمایش)



تراکم (وزن بنه تن در هکتار)

شکل ۴- مقایسه وزن خشک گل زعفران در تیمارهای مختلف تراکم (میانگین سه سال آزمایش)



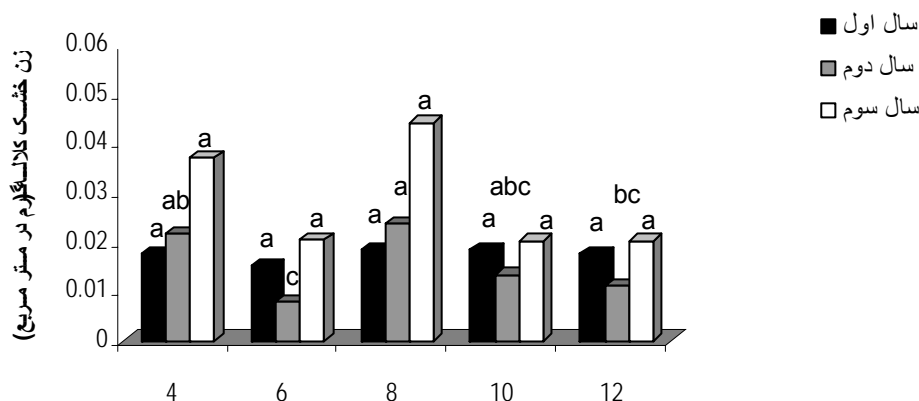
شکل ۵- مقایسه وزن خشک کلاله زعفران در تیمارهای مختلف کودی (میانگین سه سال آزمایش)

کلاله وجود نداشت با این وجود با افزایش فاصله کشت، عملکرد وزن تر گل و عملکرد ماده خشک و تر کلاله کاهش یافت. بین تیمارهای مختلف کود در سال دوم آزمایش اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P < 0.05$). بیشترین تعداد بنه در متر مربع مربوط به تیمار نیتروکسین و کمترین تعداد بنه در متر مربع مربوط به تیمار دلفارد بود (شکل ۷). بیشتر بودن تعداد بنه در تیمار نیتروکسین را می‌توان به تاثیر مثبت کود نیتروکسین در فراهم آوری ترکیبات متعدد برای ریشه نسبت داد که موجب افزایش تعداد بنه گردیده است. زیرا باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین، 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 نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی بیوتیک و غیره موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی زعفران شده است. این مسأله سبب تولید آسمیلات بیشتر و انتقال آنها به اندام‌های زیرزمینی و بنه زعفران شده است (۳). با توجه به اینکه تیمارهای کودی تنها در سال دوم آزمایش بر تعداد بنه‌های تولیدی در متر مربع و وزن خشک بنه‌ها اثر معنی داری داشت لذا رابطه رگرسیونی بین این دو صفت محاسبه شد و نتایج حاکی از وجود همبستگی بالا بین این دو صفت می‌باشد. به طوری که با افزایش تعداد بنه‌های تولیدی در متر مربع، وزن خشک بنه‌ها کاهش یافت. به نظر می‌رسد افزایش تعداد بنه‌های تولیدی در متر مربع از طریق تولید بنه‌های کوچک تر منجر به کاهش وزن بنه‌های مذکور گردیده است (شکل ۸).

در سال اول و سوم آزمایش بین تراکم‌های مختلف در رابطه با وزن خشک کلاله اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($P > 0.05$). در حالیکه در سال دوم آزمایش بین تیمارهای مختلف تراکم اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0.05$). بیشترین میزان وزن خشک کلاله در سال دوم و سوم آزمایش به ترتیب در تراکم‌های ۸ تن بنه در هکتار بدست آمد (شکل ۶). با توجه به اینکه تراکم بوته در واحد سطح بستگی به نوع و روش کشت، عادت زارعین و اندازه بنه متغیر بوده به نظر می‌رسد تراکم‌های بالاتر از ۸ تن با افزایش رقابت عملکرد را کاهش می‌دهد.

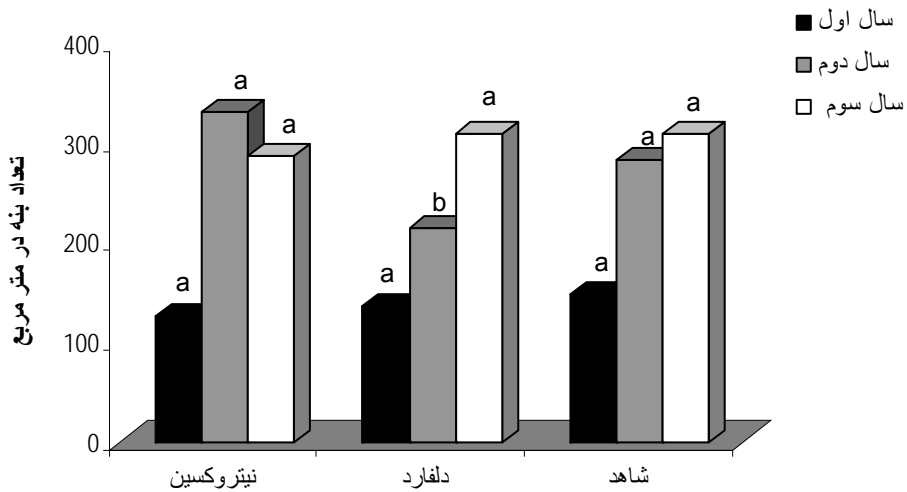
از آنجا که گل زعفران قبل از هر اندام هوایی دیگر ظاهر می‌شود، تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی در بنه زعفران در سال زراعی قبل است. به همین دلیل گیاه زعفران در هر سال زراعی مازاد مواد فتوسنتزی خود را جهت تشکیل بنه‌های جدید و همچنین آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌کند (۱۲). از این رو طبیعی است که با افزایش سن زمین تحت کشت زعفران، به دلیل افزایش تعداد بنه‌های دختری، عملکرد نیز تا حدی افزایش یابد. تمپیرینی و همکاران (۲۷) نیز با بررسی سن مزارع زعفران (یکساله، دوساله، سه ساله و چهارساله) دریافتند که بیشترین عملکرد در سال دوم و سوم بدست آمد. در تحقیق نامبردگان، تعداد گل در سال دوم و سوم بطور متوسط ۳۷۰ گل در متر مربع بود که در مقایسه با سال اول ۱۱۲ درصد و در مقایسه با سال چهارم ۱۷۴ درصد بیشتر بود.

محمد آبادی و همکاران (۲۴) در بررسی اثر فاصله گیاه بر عملکرد گل اظهار داشتند که تفاوت معنی داری در بین تراکم‌های مختلف کشت در عملکرد وزن تر گل و عملکرد ماده خشک و تر

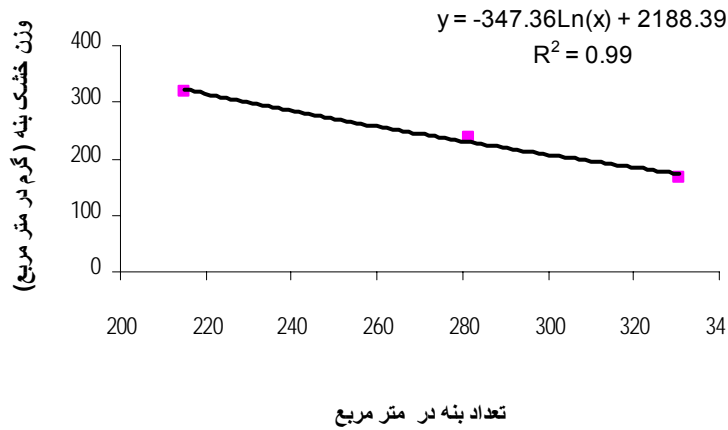


تراکم (وزن بنه تن در هکتار)

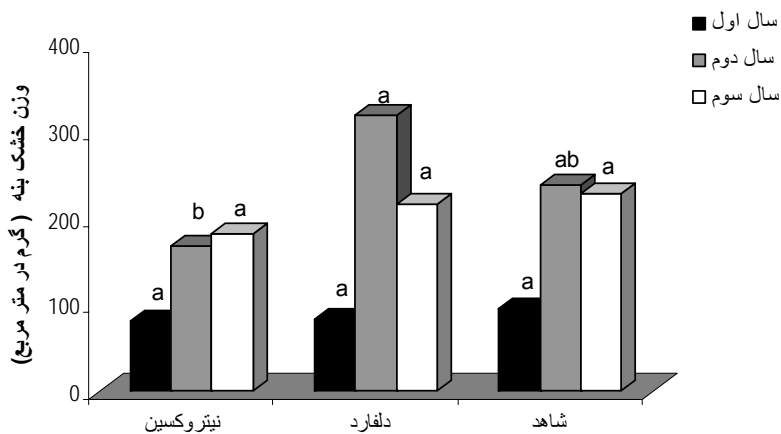
شکل ۶- مقایسه وزن خشک کلاله زعفران در تیمارهای مختلف تراکم (میانگین سه سال آزمایش)



شکل ۷- مقایسه تعداد بنه زعفران در تیمارهای مختلف کودی (میانگین سه سال آزمایش)



شکل ۸- رابطه رگسیوننی بین تعداد بنه‌های تولیدی و وزن خشک بنه‌ها در سال دوم آزمایش



شکل ۹- مقایسه وزن خشک بنه زعفران در تیمارهای مختلف کودی (میانگین سه سال آزمایش)

نیز با بررسی تراکمهای مختلف بنه زعفران شامل کم تراکم (با ۷۶، ۹۱ و ۹۳ بنه در متر مربع)، متوسط تراکم (با ۱۱۱، ۱۱۴ و ۱۱۹ بنه در متر مربع) و پر تراکم (با ۱۳۹، ۱۴۳ و ۱۷۹ بنه در متر مربع) دریافتند که بیشترین وزن خشک کلاله در تیمارهای متوسط تراکم (در دو سطح ۱۱۱ و ۱۱۹ بنه در متر مربع) و پرتراکم (در سه سطح ۱۳۹، ۱۴۳ و ۱۷۹ بنه در متر مربع) بدست آمد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از سه سال آزمایش تیمارهای مختلف تراکم از سطوح ۴ تا ۱۲ تن بنه در هکتار و تیمارهای مختلف کودی شامل کودهای بیولوژیک و شیمیایی، ملاحظه شد که کاربرد تراکم بنه در سطح ۸ تن در هکتار شرایط مناسب تری برای فعالیت‌های رشدی گیاه فراهم ساخته به طوری که بیشترین عملکرد در این سطح از تراکم حاصل شد. همچنین استفاده از کود دلفارد نسبت به سایر تیمارهای کودی بهترین تاثیر را بر عملکرد و صفات زراعی زعفران در شرایط آزمایش موجود داشته است. با توجه به اینکه کود دلفارد به طور اختصاصی برای زعفران تهیه شده است، بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش و همچنین با انجام تحقیقات گسترده تر در این زمینه می‌توان این کود را برای افزایش عملکرد این محصول در مزارع زعفران توصیه نمود.

سپاسگزاری

بودجه این طرح از محل اعتبار طرح‌های پژوهش معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تامین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

همانگونه که در شکل ۹ مشاهده می‌گردد بین تیمارهای مختلف کود در رابطه با وزن خشک بنه در سال دوم اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P < 0.05$). بیشترین وزن خشک بنه در تیمار کودی دلفارد بدست آمد. به نظر می‌رسد که تیمار کود شیمیایی در مقایسه با کود بیولوژیک تاثیر مثبتی بر افزایش وزن خشک بنه داشته است. همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود اثر متقابل تراکم و کود در سال دوم بر وزن خشک گل و کلاله معنی دار بود ($P < 0.05$) (جدول ۱). به طوریکه بیشترین وزن خشک گل و کلاله در تراکم ۸ تن بنه در هکتار و تیمار کودی دلفارد بدست آمد. اونال و کاوسوگلو (۲۹) 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. همچنین تعداد بنه تنها در سال سوم آزمایش تحت تاثیر اثر متقابل تراکم و کود قرار گرفت ($P < 0.05$) (جدول ۱). به طوریکه تراکم بنه ۱۰ تن در هکتار همراه با تیمار کودی دلفارد بیشترین میزان تعداد بنه را به همراه داشت. به طور کلی به نظر می‌رسد با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش کاربرد کود شیمیایی دلفارد در مقایسه با دو تیمار کودی دیگر، به دلیل ایجاد شرایط تغذیه ای بهینه از طریق فراهم نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تاثیر مثبتی بر ویژگیهای رشد و عملکرد زعفران داشته است. همچنین در بین تراکم‌های موجود نیز با افزایش تراکم بنه از سطح ۴ به ۱۲ تن در هکتار، مشاهده شد که تراکم متوسط ۸ تن بنه در هکتار بیشترین تاثیر را بر عملکرد و صفات زراعی زعفران داشته است. به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بنه در واحد سطح و از طرف دیگر افزوده شدن بنه‌های دختری در هر سال به تراکم‌های موجود، زمینه ایجاد رقابت در بهره برداری از فضای مناسب جهت رشد و توسعه ریشه و کسب منابع موجود افزایش یافته است که متعاقباً زمینه ساز کاهش عملکرد زعفران در سال‌های مورد آزمایش گردید. تمپرینی و همکاران (۲۷)

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود و تراکم برای صفات وزن خشک گل و کلاله و تعداد بنه در سال‌های ۸۷-۸۸

کود/تراکم	وزن خشک گل (۱۳۸۷)			وزن خشک کلاله (۱۳۸۷)			تعداد بنه (۱۳۸۸)		
	شاهد	دلفارد	نیتروکسین	شاهد	دلفارد	نیتروکسین	شاهد	دلفارد	نیتروکسین
۴	۰/۰۴۴	۰/۲۸۱	۰/۲۱۲	۰/۰۵۰	۰/۰۳۵۰	۰/۰۲۵۰	۳۸۰/۵۶	۳۲۵/۰۰	۱۷۲/۲۲
۶	۰/۰۶۷	۰/۰۸۱	۰/۰۵۰	۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۹۶	۰/۰۰۶۰	۳۱۶/۶۷	۲۸۳/۳۳	۳۲۲/۲۲
۸	۰/۰۳۸	۰/۲۹۱	۰/۱۳۷	۰/۰۰۴۳	۰/۰۵۲۳	۰/۰۱۴۶	۲۸۸/۸۹	۱۲۷/۲	۴۰۸/۳۳
۱۰	۰/۰۶۲	۰/۱۳۰	۰/۱۶۰	۰/۰۰۶۳	۰/۰۱۴۶	۰/۰۱۹۳	۲۰۲/۷۸	۴۶۳/۸۹	۲۳۸/۸۹
۱۲	۰/۰۲۰	۰/۱۴۰	۰/۱۲۳	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۶۳	۰/۰۱۴۰	۲۴۷/۲۲	۲۹۷/۲۲	۴۰۰/۰۰
LSD	۰/۰۱۹	۰/۱۱۴	۰/۱۴۵	۰/۰۰۲۱	۰/۰۳۳۲	۰/۰۱۸۵	۲۱۳/۰	۱۵۳/۴	۱۶۵/۰

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

منابع

- ۱- اصغرزاده ا. ۱۳۸۴. کودهای زیستی (بیولوژیک) و کاربرد آنها در کشاورزی زیستی. خلاصه مقالات نخستین کارگاه آموزشی کشاورزی زیستی. دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- ۲- امیر قاسمی ت. ۱۳۸۰. زعفران طلای سرخ ایران. انتشارات موسسه فرهنگی نشر آیندگان.
- ۳- امیددی ح.، نقدی بادی ح.ع.، گلزاد ع.، ترابی ح. و فتوکیان ح.م. ۱۳۸۸. تاثیر کود شیمیایی و زیستی نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی زعفران. فصل نامه گیاهان دارویی. سال ۸ شماره ۲ : ۹۹-۱۰۹.
- ۴- بهدانی م. ۱۳۸۴. پهنه بندی اکولوژیکی و پایش نوسانات عملکرد زعفران در خراسان. پایان نامه دکتری زراعت (اکولوژی گیاهان زراعی). دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۵- بهنیا م.ر. ۱۳۷۰. زراعت زعفران. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- حسینی م. ۱۳۷۶. اثر تغذیه برگی بر افزایش عملکرد زعفران. انتشارات سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران - پژوهشکده خراسان.
- ۷- حسینی م. و همکاران. ۱۳۷۹. مطالعه و ارزیابی اثرات اجتماعی و اقتصادی تحقیقات ده ساله زعفران. سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران - مرکز خراسان.
- ۸- صادقی ب. ۱۳۷۵. اثر انبارداری و تاریخ کاشت بنه در گل آوری زعفران. انتشارات سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران - پژوهشکده خراسان.
- ۹- صادقی ب. ۱۳۷۲. اثر وزن بنه در گل آوری زعفران. انتشارات سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی - پژوهشکده خراسان.
- ۱۰- صادقی ب. و همکاران. ۱۳۶۶. تاثیر عناصر شیمیایی در بهبود زراعت زعفران. انتشارات بخش باغبانی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان.
- ۱۱- عزیزی زهان ع. ۱۳۷۹. بررسی نیاز آبی، روش و فاصله آبیاری در زعفران، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
- ۱۲- کافی م. ۱۳۸۱. زعفران: فناوری تولید و فراوری. انتشارات قطب علمی زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۳- کوچکی ع.، سلطانی ا. و عزیزی م. ۱۳۷۶. اکوفیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۱۴- کوچکی ع.، نجیب نیا س. و لله گانی ب. ۱۳۸۸. ارزیابی عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در کشت مخلوط با غلات، حبوبات و گیاهان دارویی. مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۷ شماره ۱. ۱۷۵-۱۸۴.
- ۱۵- ملافیلابی ع.ا. و شوریده ه. ۱۳۸۸. شیوه‌های نوین تولید زعفران. ویژه نامه چهارمین جشنواره ملی زعفران ایران. استان خراسان رضوی. شهرستان زاوه. ۵ و ۶ آبان.
- ۱۶- همتی کاخکی، ع. و م. حسینی. ۱۳۸۲. مروری بر تحقیقات ۱۵ ساله زعفران در پژوهشکده تحقیقات توسعه فناوری خراسان. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- 17- 17. Abdullaev F. 2006. Biological properties and medicinal use of saffron (*Crocus sativus* L.). Proceedings of 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran, 28-30 October 2006, p.339-345.
- 18- 18. Behnia M.R., and 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, Greece.
- 19- Dokora F.D., Matiru V., King M., and Phillips D.A. 2002. Plant growth promotion in legumes and cereals by lumichrome, a rhizobial signal metabolite. In: Finan TM, O'Brain MR, layzell DB, vessey K, Newton WE, eds. Nitrogen fixation: global perspectives. Wallingford, UK: CABI publishing, 321 - 2.
- 19- 20. Han H.S., Supanjani. And Lee K.D. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilising bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant soil Environ.* 52(3):6-130.
- 20- Koocheki A. 2004. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to saffron production in Iran. *Acta Horticulturae (ISHS)*. 650: 175-182.
- 21- 22. Koocheki A., Siahmarguee A., Azizi G., Jahani M., and Alimoradi L. 2009a. The effect of plant density and depth on agronomic characteristic of saffron (*Crocus sativus* L.). 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
- 22- 23. Koocheki A., Tabrizi L., Jahani M., Mohammad-Abadi A.A., and Mahdavi Damghani A. 2009b. 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.
- 23- 24. Mohamad-Abadi A.A., Rezvani-Moghaddam P., and 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 Horticulturae* (ISHS). 739:151-153.
- 24- Molina R.V., Valero M., Navarro Y., Garcia-luis A., Guardiola J.L. 2004. The effect of time of corm lifting and duration of incubation at inductive temperature on flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae*. 103: 79-91.
- 25- Munshi A.M. 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rainfed condition. *Indian Areca and Spices Journal*. 18: 24-44.
- 26- Temperini O., Rea R., Temperini A., Colla G., and Roupheal Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. *Food, Agriculture & Environment*. Vol. 7, Issue 1, pages 19-23
- 27- Timmer M.J.G., and Vandervalk G.G.M. 1973. Effect of planting density on the number and weight of Tulip daughters bulbs. *Scientia Horticulturae*. 1: 193-200.
- 28- Ünal M., and Çavuşoğlu A. 2005. The effect of various nitrogen fertilizers on saffron (*Crocus sativus* L.) yield. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 18 (2), 257-260.

Investigation on the Effect of Biofertilizer, Chemical Fertilizer and Plant Density on Yield and Corm Criteria of Saffron (*Crocus sativus* L.)

A. Koocheki^{1*}– M. Jahani²– L. Tabrizi³– A.A. Mohammadabadi⁴

Received:29-6-2010

Accepted:21-11-2010

Abstract

In order to investigate the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and Plant Density on Yield and Corm Criteria of Saffron, an experiment was conducted as complete randomized block design in a factorial arrangement with three replications under field condition in agricultural college, Ferdowsi university of Mashhad during 3 years of 2007,2008,2009. treatments included Nitroxin biofertilizer (a mixture of free-living nitrogen-fixing bacteria *Azospirillum* sp./ *Azotobacter* sp.), Dalfard fertilizer (a commercialized saffron fertilizer with 12% N from Urea and nitrate sources, 8% P, 4%K and also Zn, Cu, Mg, Fe, Chelates) and control with five corm density 4, 6, 8, 10 and 12 t ha⁻¹. Results indicated that effect of fertilizer treatment was significant on number of flower , dried and fresh flower weight, dried and fresh stigma weight during experimental year. Effect of fertilizer treatment was significant on number of corm, dried and fresh corm weight during second experimental year. The highest number of flower, dried flower weight, dried stigma weight and dried corm weight was shown in Dalfard and the lowest number of flower, dried flower weight, dried stigma weight and dried corm weight was obtain in Nitroxin. The effect of different densities was significant on number of flower, fresh flower weight, dried flower weight and dried stigma weight during second year. The highest dried stigma weight was obtained in 8 t ha⁻¹ in second and third year. Regression results showed that with increasing the number of corm, dried corm weight was decreased.

Keywords: Nitroxin, Dalfard, Saffron

1,2,4- Professor, PhD Student and Instructor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*- Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir)

3- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Campus of Agricultural and Natural Resources, Tehran University