

اثرات تغذیه خاکی و برگی بر رشد بنه و عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus L.*) در

مزرعه شش ساله

قربانعلی اسدی^۱، پرویز رضوانی مقدم^۲ و فاطمه حسن زاده اول^۳

تاریخ پذیرش: ۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۲۲ دی ۱۳۹۲

چکیده

زعفران (*Crocus sativus L.*) یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی و دارویی ایران است. کاربرد صحیح عناصر غذایی در رشد بنه دختری و عملکرد گل زعفران دارای اهمیت ویژه‌ای است. به‌منظور مقایسه و بررسی تأثیر سطوح مختلف تغذیه خاکی و محلول‌پاشی با استفاده از کود کامل مخلوط بر تولید بنه‌های دختری و عملکرد گل زعفران، آزمایشی در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ سطح کودپاشی با کود کامل مخلوط (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳ سطح محلول‌پاشی با کود کامل مخلوط (با غلظت ۰، ۵ و ۱۰ در هزار) و در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثرات معنی‌دار تیمارهای تغذیه خاکی بر وزن بنه‌های دختری و همچنین تعداد و وزن گل و کلاله زعفران بود، اما بر تعداد کل بنه‌های دختری در واحد سطح تأثیر معنی‌داری نشان ندادند. تعداد و عملکرد بنه‌های دختری و گل زعفران تحت تأثیر غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی و همچنین اثرات متقابل کودپاشی و محلول‌پاشی قرار نگرفتند. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف خاکی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل مخلوط در اوایل اسفندماه تفاوت مثبت و معنی‌داری در عملکرد گل تر و خشک (به ترتیب ۱۲۰ و ۹۶۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد کلاله تر و خشک (به ترتیب ۴۵/۵ و ۷/۹۰ کیلوگرم در هکتار کلاله خشک) و نیز وزن بنه‌های دختری زعفران (۱۶۴۶ گرم در مترمربع) نسبت به سایر تیمارها داشت، اما محلول‌پاشی عناصر غذایی در همین زمان نقشی در افزایش معنی‌دار عملکرد گل و بنه‌های دختری زعفران نداشت.

کلمات کلیدی: بنه دختری، کلاله زعفران، کودپاشی، محلول‌پاشی.

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استادیار، استاد و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

*- نویسنده مسئول: asadi@um.ac.ir

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus L.*) از خانواده زنبقیان (Iridaceae) و یکی از محصولات مهم اقتصادی کشور است (Koocheki, 2013). این گیاه عمدتاً در غرب آسیا با میزان بارندگی سالانه پایین، زمستان‌های سرد و تابستان‌هایی گرم گسترش دارد (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009). در حال حاضر ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران در جهان است و بیش از ۹۰ درصد تولید جهانی این محصول گران‌بها به ایران اختصاص دارد (Koocheki, 2013). استان‌های خراسان، فارس و کرمان اصلی‌ترین تولیدکنندگان زعفران در ایران می‌باشند (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009). بدیهی است که با افزایش تولید و بالا بردن میزان بهره‌وری و همچنین افزایش توسعه صادرات زعفران، می‌توان درآمدهای ارزی قابل‌اطمینانی را برای کشور تأمین کرد (Anonymous, 1998; Sadeghi, 2012).

گیاهان برای اینکه به‌طور طبیعی رشد نموده و به زندگی خود ادامه دهند به مواد غذایی کافی و متعادل احتیاج دارند که البته گیاه زعفران نیز از این قاعده کلی مستثنی نیست. به‌منظور تأمین نیاز غذایی محصولات کشاورزی و افزایش تولید در واحد سطح، عملیات زراعی متعددی نظیر مصرف کودهای شیمیایی صورت می‌گیرد (Chaji et al., 2013). روش و میزان مصرف مناسب و بهینه کودهای شیمیایی ضمن کاهش خطر احتمال آلوده‌سازی محیط‌زیست مخصوصاً آب‌های زیرزمینی سبب ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی نیز می‌گردد (Malakouti & Homayi, 2004). از جمله روش‌های رایج جهت مصرف عناصر غذایی و رفع کمبود آن‌ها در گیاهان، می‌توان به مصرف خاکی و محلول‌پاشی عناصر غذایی اشاره نمود (Mirzapour & Khoshgoftarmansh, 2008).

در مزارع زعفران، بسیاری از کشاورزان با استفاده از کود دامی سعی در افزایش مقدار محصول دارند (Hassanzadeh aval et al., 2013). هرچند استفاده از کود دامی خاک مزرعه را حاصلخیز کرده و سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌شود، اما ممکن است برخی از عناصر غذایی به مقدار لازم برای گیاه تأمین نشده و نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی نیز احساس شود (Behdani et al., 2005; Chaji et al., 2013). با توجه به اهمیت تغذیه زعفران و استفاده از کودهای شیمیایی به‌صورت مکمل همراه با مصرف کود دامی (عملیات رایج در زعفران کاری)، حال این سؤال مطرح می‌شود که کود دهی به چه روش و با چه مقداری انجام گردد تا ضمن به حداقل رساندن مصرف کودهای شیمیایی، حداکثر تولید و عملکرد را نیز به دنبال داشته باشد.

نتایج اکثر تحقیقات یک رابطه مثبت بین به‌کارگیری کودهای شیمیایی از طریق خاک با طول دوره گلدهی و افزایش عملکرد در گیاه زعفران را نشان داده‌اند (Behdani et al., 2005; Hosseini et al., 2004) با این‌وجود در آزمایشی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و زراعی بنهٔ دختری زعفران توسط تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) بررسی و گزارش شد که کمترین وزن کل بنه‌های به‌دست‌آمده در تیمار شاهد مشاهده گردید و با تیمار مصرف کود شیمیایی NPK اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج تحقیق چاجی و همکاران (Chaji et al., 2013) نشان داد که با افزایش سطح فسفر، وزن بنه‌های دختری زعفران افزایش و تعداد آن‌ها کاهش یافت، اما با افزایش میزان مصرف نیتروژن، وزن بنه‌های دختری کاهش و تعداد آن‌ها افزایش پیدا کرد.

نتایج اثر محلول پاشی عناصر غذایی بر تولید و عملکرد زعفران متفاوت و گاه متناقض است. به طور مثال حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2004) در بررسی اثر تغذیه برگی بر افزایش عملکرد زعفران نتیجه گرفتند که مصرف یکبار کود مایع مخلوط با غلظت ۷ در هزار در اسفندماه موجب افزایش ۳۳ درصدی عملکرد محصول گشته و تولید محصول مزارع سنتی را ۲ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. اکبریان و همکاران (Akbarian et al., 2012) نیز در آزمایشی که طی دو سال زراعی در شهرستان‌های بم و گناباد انجام دادند عنوان نمودند که با دو بار برگ پاشی عناصر پتاسیم، روی و آهن، طول برگ و عملکرد گل نسبت به تیمار بدون برگ پاشی افزایش یافت و با افزایش مقدار محلول به ۳ لیتر در هکتار عملکرد کلاله و ویژگی‌های کیفی زعفران افزایش یافت. این در حالی است که سایر محققین (Khorasani et al., 2013; Hassanzadeh Aval & Mahlouji Rad, 2013) نتیجه گرفتند که محلول پاشی عناصر غذایی نتوانست سبب بروز تأثیرات مثبت در خصوصیات رشدی زعفران شود.

با توجه به کمبود اطلاعات درباره تأثیر و مقایسه روش‌های مختلف کود دهی بر رشد بنه دختری و عملکرد گل زعفران، این پژوهش باهدف بررسی دو روش کودپاشی و محلول پاشی با استفاده از کود کامل مخلوط بر تولید بنه‌های دختری و عملکرد گل در مزرعه شش ساله زعفران انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا در مزرعه ۶ ساله زعفران اجرا شد. کاشت زعفران در مهرماه سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر و با استفاده از بنه‌های ۸ تا ۱۰ گرمی انجام گرفته بود. در داخل هر کرت فواصل ردیف‌های کشت ۲۰ سانتیمتر و فواصل بین بوته‌ها ۱۵ سانتیمتر بود. همزمان با آماده‌سازی کرت‌ها به منظور اجتناب از مخلوط شدن آب کرت‌ها با یکدیگر، برای هر تکرار جوی آبیاری جداگانه در نظر گرفته شد. کود دهی کرت‌ها بر مبنای ۴۰ تن در هکتار کود گاوی یکبار قبل از کشت و بار دیگر در سال چهارم پس از کشت انجام گرفت.

آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح تغذیه خاکی با کود جامد مخلوط (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح محلول پاشی با کود مایع مخلوط (با غلظت ۰، ۵ و ۱۰ در هزار) و در سه تکرار طراحی گردید. قبل از اعمال تیمارها، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک و از نقاط مختلف محل تحقیق نمونه برداری شده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱).

در طول فصل رشد پنج مرحله آبیاری به ترتیب در ۱۷ مهر (به منظور تسهیل در گلدهی)، ۲۱ آذر (پس از پایان دوره برداشت گل)، ۴ اسفند (بلافاصله بعد از انجام تیمارهای کود دهی و محلول پاشی)، ۱۸ اسفند ۱۳۹۰ و ۲۰ فروردین ۱۳۹۱ (به منظور تکمیل رشد بنه‌های دختری) انجام گرفت. کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی انجام شد. در طول مراحل اجرای آزمایش هیچ گونه آفت کش یا علف کش شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت. از دو سال قبل از شروع آزمایش از هیچ نوع کود آلی یا شیمیایی استفاده نگردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil in experimental site

قدرت یونی هیدروژن pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS m ⁻¹)	نیترژن کل (درصد) N _{total} (%)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) P _{ava.} (mg kg ⁻¹)	پتاسیم قابل استفاده (میلی گرم بر کیلوگرم) K _{ava.} (mg kg ⁻¹)	بافت خاک Soil texture
8.03	1.12	0.053	9.3	264	لومی- سیلتی Silt- loam

نسبت عناصر غذایی در کود کامل مخلوط هم به صورت تغذیه خاکی و هم به صورت تغذیه برگری شامل ۶ درصد نیشروژن (از منابع NH₄H₂PO₄، KNO₃ و (Ca(NO₃)₂.4H₂O)، ۲/۵ درصد فسفر (از منبع (NH₄H₂PO₄، ۲/۵ درصد پتاسیم (از منبع KNO₃، ۲ درصد گوگرد (از منبع MgSO₄.7H₂O)، ۱/۵ درصد منیزیم (از منبع MgSO₄.7H₂O)، ۰/۱ درصد آهن (از منبع Fe-EDTA)، ۰/۰۵ درصد روی (از منبع Zn-EDTA)، ۰/۰۵ درصد مس (از منبع Cu-EDTA) و ۰/۰۵ درصد منگنز (از منبع Mn-EDTA) تعیین گردید. پس از انجام محاسبات و تعیین مقدار هر کدام از این منابع غذایی، در چهارم اسفندماه سال ۱۳۹۰ تیمارهای آزمایش طبق نقشه طرح اجرا گردید. تغذیه خاکی به صورت پخش کود در سطح زمین و در زیر بوته‌های زعفران انجام گرفت و تغذیه برگری به صورت حل نمودن منابع تأمین عناصر در آب و محلول پاشی برگ‌های زعفران به میزان ۱۰۰ سی سی از تیمار مورد نظر در مترمربع انجام شد. غلظت صفر در هزار محلول پاشی به معنی آب پاشی برگ‌ها بدون عناصر غذایی است. پس از پخش کود در داخل کرت‌ها و محلول پاشی در بعد از ظهر، آبیاری کرت‌ها انجام گرفت. متوسط دمای هوا در روز اعمال تیمارها، ۰/۱ درجه سانتی‌گراد و در روز پس از اعمال تیمارها، ۲/۱۵ درجه سانتی‌گراد بود و تا یک هفته بعد روند افزایشی داشت.

در تاریخ دوم خردادماه سال ۱۳۹۱ مقداری از بنه‌های دختری هر کرت از سطحی معادل ۰/۲۵ مترمربع با حذف اثر حاشیه از خاک خارج شد و صفات تعداد و وزن کل بنه‌های دختری در واحد سطح تعیین گردید. همچنین فراوانی توزیع وزنی بنه‌های دختری در چهار گروه خیلی ریز (کمتر از یک گرم)، ریز (۴-۱/۱ گرم)، متوسط (۸-۴/۱ گرم) و درشت (بیشتر از ۸ گرم) تعیین گردید.

گل‌های زعفران در تاریخ دهم آبان ماه سال ۱۳۹۱ ظاهر شدند و گلدهی به مدت یک ماه به طور انجامید. گل‌ها هر دو روز یک بار جمع‌آوری شده و صفات تعداد گل، وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله زعفران برای هر چین به طور مجزا اندازه‌گیری شد و در نهایت میانگین این صفات در واحد سطح محاسبه گردید.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

الف- تأثیر کود دهی و محلول پاشی عناصر غذایی بر رشد بنه‌های دختری زعفران

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار ($P \geq 0.01$) سطوح مختلف تغذیه خاکی بر وزن کل بنه‌های دختری

و تعداد بانه‌های دخترتی کمتر از یک گرم بود، همچنین تعداد بانه‌های دخترتی ۸-۴/۱ گرم و ۴-۱/۱ گرم تحت تأثیر ($p \geq 0/05$) سطوح تیمار تغذیه خاکی قرار گرفتند (جدول ۲). مصرف خاکی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل مخلوط بیشترین تعداد بانه‌های دخترتی ۸-۴/۱ گرم، تعداد بانه‌های دخترتی ۴-۱/۱ گرم و وزن کل بانه‌های دخترتی را نشان داد (جدول ۳). کمترین مقدار این صفات در تیمار صفر کیلوگرم در هکتار تغذیه خاکی به دست آمد. تعداد بانه‌های دخترتی کمتر از یک گرم، در تیمار تغذیه خاکی صفر کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار (۲۲۶ بانه در مترمربع) و در تیمار تغذیه خاکی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار (۱۵۴ بانه در مترمربع) را به خود اختصاص داد.

سطوح مختلف تغذیه خاکی بر تعداد کل بانه‌های دخترتی اثر معنی‌داری ($p \geq 0/05$) نداشت (جدول ۲). با توجه به اینکه مریستم‌های تشکیل‌دهنده بانه دخترتی زعفران بعد از اتمام گلدهی بانه مادری و در فاصله زمانی ۱۵ آبان ماه تا ۱۵ آذرماه فعال می‌شوند (Kafi et al., 2002)، به نظر می‌رسد در پژوهش حاضر تعداد نهایی بانه دخترتی قبل از اعمال تیمارهای تغذیه خاکی و برگ‌گی تشکیل شده است.

به‌طور کلی با افزایش سطوح مصرف خاکی کود کامل از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، وزن کل بانه‌های دخترتی در واحد سطح افزایش یافت، اما تعداد بانه‌های دخترتی در واحد سطح تغییری نکرد (جدول ۳) که می‌توان نتیجه گرفت افزودن عناصر غذایی کامل از طریق خاک در اسفندماه سبب بهبود خصوصیات رشدی و افزایش وزن بانه‌های دخترتی زعفران بدون تغییر در تعداد آن‌ها شد. مقایسه تعداد بانه‌های دخترتی در گروه‌های وزنی مختلف نیز مؤید همین مطلب است، به‌طوری‌که با افزایش سطوح مصرف کود کامل از طریق خاک، تعداد بانه‌های دخترتی با وزن ۸-۴/۱ گرم و ۴-۱/۱ گرم افزایش و در عوض تعداد بانه‌های دخترتی کمتر از یک گرم کاهش یافت (جدول ۳). چاجی و همکاران (Chaji et al., 2013) در بررسی نقش مصرف کودهای شیمیایی فسفر و نیتروژن در شهر یورماه و قبل از کشت بر رشد رویشی و تولید بانه‌های دخترتی زعفران نتیجه گرفتند که فسفر می‌تواند وزن بانه‌ها را که بیانگر میزان مواد ذخیره‌شده درون بانه بوده افزایش داده و با افزایش عنصر غذایی نیتروژن، وزن اندام‌های رویشی افزایش و این افزایش وزن برگ‌ها موجب فعال شدن جوانه‌های بیشتر در بانه و تولید تعداد بیشتر بانه‌های دخترتی شد.

اثر غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی و همچنین اثر متقابل سطوح مختلف تغذیه خاکی و غلظت‌های متفاوت محلول‌پاشی، بر صفات مورد مطالعه بانه دخترتی زعفران معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بین غلظت صفر و پنج در هزار محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری ($p \geq 0/05$) در مقادیر تعداد کل بانه‌های دخترتی، تعداد بانه‌های دخترتی ۸-۴/۱ گرم، تعداد بانه‌های دخترتی ۴-۱/۱ گرم، تعداد بانه‌های دخترتی کمتر از یک گرم و وزن کل بانه‌های دخترتی مشاهده نشد. افزایش غلظت محلول غذایی حتی به دو برابر سطح کم غلظتی (۵ در هزار) نیز نتوانست تغییر معنی‌داری ($p \geq 0/05$) در صفات مورد مطالعه ایجاد کند (جدول ۳). خراسانی و همکاران (Khorasani et al., 2013) در آزمایشی که غلظت، زمان و دفعات مناسب برگ‌پاشی بر رشد رویشی و تولید بانه‌های دخترتی زعفران با استفاده از محلول غذایی کامل را مورد بررسی قرار دادند، نتیجه گرفتند که تعداد و وزن تر و خشک بانه‌های دخترتی، وزن تر و خشک برگ و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ و بانه زعفران، تحت تأثیر غلظت‌های متفاوت و همچنین دفعات و زمان‌های مختلف برگ‌پاشی قرار نگرفت. به نظر می‌رسد که با توجه به خصوصیات برگ زعفران،

محلول پاشی نمی‌تواند سبب افزایش خصوصیات رشدی بنهٔ دختری زعفران شود.

نتایج بررسی دیگری که بر روی اثر تغذیه برگی عناصر کم‌مصرف آهن و منگنز بر رشد رویشی و تولید بنه‌های دختری زعفران در شهرستان قم انجام شد نشان داد که تعداد و وزن کل بنه‌های دختری به ازاء هر بنه مادری و متوسط وزن بنه‌های دختری زعفران تحت تأثیر تغذیه برگی عناصر میکرو قرار نگرفت (Hassanzadeh Aval & Mahlouji Rad, 2013).

با توجه به نتایج بررسی بنه‌ها و طبق نظر سایر محققین (Pandey et al., 1979; Nassiri Mahallati et al., 2013; Hassanzadeh aval et al., 2007)، انتظار می‌رود در تیمارهایی که وزن بنه‌های دختری بیشتر بوده، گلدهی نیز ارتقاء یابد؛ بدین منظور و برای ارزیابی اثر تیمارها بر عملکرد گل، گلدهی زعفران در دوره بعد از نمونه‌گیری بنهٔ دختری بررسی شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه بنهٔ دختری زعفران تحت تأثیر تغذیه خاکی و محلول پاشی عناصر غذایی

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) of replacement corm traits of saffron as affected by soil and foliar applications of nutrients

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	تعداد بنه					وزن کل بنه‌های دختری Total weight of replacement corms
		تعداد کل بنه‌های دختری Total number of replacemen t corms	تعداد بنه دختری با وزن بیشتر از ۸/۱ گرم Number of replacemen t corm with weight more than 8.1 g	تعداد بنه دختری با وزن ۴/۱-۸ گرم Number of replacemen t corm with weight 4.1- 8 g	تعداد بنه دختری با وزن ۱/۱-۴ گرم Number of replacemen t corm with weight 1.1- 4 g	تعداد بنه دختری کمتر از ۱ گرم Number of replacemen t corm with weight less than 1 g	
تکرار Replication	2	21077 **	80.4 ns	1132 *	3324 *	3481 *	126906 *
تغذیه خاکی Soil nutrition	3	190 ns	48.0 ns	1155 *	2320 *	8196 **	118013 **
محلول پاشی Foliar spray	2	1985 ns	13.8 ns	147 ns	988 ns	625 ns	21899 ns
تغذیه خاکی × محلول پاشی Soil nutrition * Foliar spray	6	520 ns	65.3 ns	378 ns	438 ns	794 ns	4712 ns
خطا Error	22	1661	65.4	256	613	914	23603
ضریب تغییرات (%) C.V (%)	-	7.22	30.1	17.4	9.56	16.2	10.2

ns,*,** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بنه دختری زعفران تحت تأثیر تغذیه خاکی و محلول پاشی عناصر غذایی

Table 3- Mean comparison of corm traits of saffron as affected by soil and foliar applications of nutrients

تیمار	تعداد کل بنه‌های دختری در واحد سطح	تعداد بنه				وزن کل بنه‌های دختری در واحد سطح (گرم)
		تعداد کل بنه‌های دختری با وزن بیشتر از ۸/۱ گرم در واحد سطح	تعداد بنه دختری با وزن ۴/۱-۸ گرم در واحد سطح	تعداد بنه دختری با وزن ۱/۱-۴ گرم در واحد سطح	تعداد بنه دختری کمتر از ۱ گرم در واحد سطح	
Treatment	Total number of replacement corms per m ²	Number of replacement corm with weight more than 8.1 g per m ²	Number of replacement corm with weight 4.1-8 g per m ²	Number of replacement corm with weight 1.1-4 g per m ²	Number of replacement corm with weight less than 1 g per m ²	Total weight of replacement corms per m ² (g)
تغذیه خاکی						
Soil nutrition						
kg.ha ⁻¹ ۰	569 a*	25.3 a	77.3 b	241 b	226 a	1366 b
kg.ha ⁻¹ ۵۰	564 a	25.3 a	91.1 ab	257 ab	191 b	1501 ab
kg.ha ⁻¹ ۱۰۰	558 a	30.2 a	93.8 a	258 ab	176 bc	1525 a
kg.ha ⁻¹ ۱۵۰	565 a	26.7 a	105 a	280 a	154 c	1646 a
محلول پاشی						
Foliar spray						
۱۰۰۰/۰	578 a	25.7 a	88.3 a	269 a	195 a	1470 a
۱۰۰۰/۵	563 a	27.7 a	95.3 a	258 a	183 a	1555 a
۱۰۰۰/۱۰	552 a	27.3 a	91.7 a	251 a	182 a	1504 a

*: برای هر فاکتور و در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*: For each factor and in each column means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

ب- تأثیر کود دهی و محلول پاشی عناصر غذایی بر گلدهی زعفران

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف تغذیه خاکی عناصر غذایی بر صفات تعداد گل، وزن تر و وزن خشک گل و نیز وزن تر و خشک کلاله معنی‌دار ($P \geq 0.05$) بود (جدول ۵). در بین سطوح مختلف تغذیه خاکی، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل بیشترین تعداد گل در هکتار (۲۳۸۰۰۰۰) و بیشترین وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله را داشت و تیمار صفر کیلوگرم در هکتار کود کامل کمترین مقدار این صفات را نشان داد (جدول ۶).

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بنه دختری زعفران تحت تأثیر اثرات متقابل تغذیه خاکی و محلولپاشی عناصر غذایی

Table 4- Mean comparison of corm traits of saffron as affected by soil and foliar nutrients applications interaction effects

تغذیه خاکی Soil nutrition	محلولپاشی Foliar spray	تعداد کل بنه‌های دختری در واحد سطح (گرم) Total weight of replacement corms per m ² (g)	تعداد بنه دختری با	تعداد بنه دختری با	تعداد بنه دختری با	تعداد بنه دختری کمتر از 1 گرم در واحد سطح	وزن کل بنه‌های دختری در واحد سطح (گرم) Total weight of replacement corms per m ² (g)
			وزن بیشتر از 8.1 گرم در واحد سطح Number of replacement corm with weight more than 8.1 g per m ²	وزن 4.1-8 گرم در واحد سطح Number of replacement corm with weight 4.1- 8 g per m ²	وزن 1.1-4 گرم در واحد سطح Number of replacement corm with weight 1.1- 4 g per m ²	وزن 1 گرم در واحد سطح Number of replacement corm with weight less than 1 g per m ²	
1000.0 kg.ha ⁻¹	1000.0	595 *	21.3	73.3	268	232	1312
	1000.5	553	30.7	82.7	225	215	1399
	1000.10	560	24.0	76.0	229	230	1388
500 kg.ha ⁻¹	1000.0	578	30.7	100	259	189	1471
	51000.	576	22.7	82.7	260	211	1493
	1000.10	539	22.7	90.7	253	172	1514
100 kg.ha ⁻¹	1000.0	557	29.3	74.7	263	191	1496
	1000.5	563	29.3	111	268	155	1616
	1000.10	555	32.0	96.0	243	184	1487
150 kg.ha ⁻¹	1000.0	580	21.3	105	285	168	1601
	1000.5	561	28.0	105	277	151	1710
	1000.10	555	30.7	104	277	143	1625
میانگین Average		564	26.9	91.8	259	187	1509

*: در هر ستون، میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
*: In each column, means are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) در بررسی تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن بر عملکرد زعفران عنوان نمودند که حداکثر عملکرد کلاله و خامه در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد.

در آزمایشات مختلف تأثیر مثبت مصرف کودهای کامل نسبت به سایر کودها بر عملکرد گل زعفران گزارش شده است و نشان داده شده که هرچقدر کود مصرفی از نظر عناصر غذایی کامل‌تر باشد عملکرد گل بیشتر است (Jahan & Jahani, 2007; Koocheki et al., 2011). به‌طور کلی با افزایش مقدار مصرف کود کامل از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد گل تر از ۷۴۹ به ۹۶۳ کیلوگرم در هکتار و عملکرد کلاله خشک از ۵/۹۸ به ۷/۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. دلیل این افزایش چشمگیر عملکرد گل و کلاله را شاید بتوان به کاهش برخی عناصر در خاک بعد از گذشت شش سال از کشت زعفران و تأمین برخی یا بخشی از عناصر کمبود از طریق کود کامل تهیه شده و همچنین افزایش مقدار عناصر غذایی قابل دسترس در منطقه ریشه گیاه نسبت داد. البته برای اثبات این ادعا باید مقدار دقیق عناصر در منطقه ریشه و در گیاه در طول فصل رشد اندازه‌گیری شود.

سطوح مختلف تغذیه برگ‌گی و همچنین اثر متقابل بین تغذیه خاکی و محلول‌پاشی عناصر غذایی بر صفات تعداد گل، وزن تر و وزن خشک گل و نیز وزن تر و خشک کلاله تأثیر معنی‌داری ($P \geq 0.05$) نشان ندادند (جدول ۶ و ۷). این موضوع دور از انتظار نیست زیرا در تمام گیاهان راه اصلی جذب عناصر غذایی، سیستم گسترده ریشه در خاک است و جذب از طریق برگ‌ها یک‌راه کمکی جذب عناصر غذایی است. در خصوص گیاه زعفران به دلیل سطح کم برگ، زاویه‌دار بودن آن و مومی بودن سطح آن شاید جذب برگ‌گی از دیگر گیاهان نیز بسیار کمتر باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه گل زعفران تحت تأثیر تغذیه خاکی و محلول‌پاشی عناصر غذایی

Table 5- Analysis of variance (mean of squares) of saffron flower traits as affected by soil and foliar applications of nutrients

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	تعداد گل Number of flower	وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma	وزن خشک گل Dry weight of flower	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma
تکرار Replication	2	17183 **	2302 **	4.89 **	30.2 **	0.236 **
تغذیه خاکی Soil nutrition	3	5368 *	958 *	2.36 *	8.5 *	0.059 *
محلول‌پاشی Foliar spray	2	1427 ns	102 ns	0.230 ns	1.35 ns	0.007 ns
تغذیه خاکی × محلول‌پاشی Soil nutrition * Foliar spray	6	1395 ns	139 ns	0.305 ns	0.864 ns	0.008 ns
خطا Error	22	1365	262	0.586	2.61	0.013
ضریب تغییرات (%) C.V (%)	-	17.9	19.6	19.9	15.1	17.1

ns, *, ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5% level and significant at 1% level of probability, respectively.

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه گل زعفران تحت تأثیر تغذیه خاکی و محلول پاشی عناصر غذایی

Table 6- Mean comparison of flower traits of saffron as affected by soil and foliar applications of nutrients

تیمار	تعداد گل در هکتار	وزن تر گل (کیلوگرم در هکتار)	وزن تر کلاله (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک گل (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک کلاله (کیلوگرم در هکتار)
Treatment	Number of flower per ha	Fresh weight of flower (kg.ha ⁻¹)	Fresh weight of stigma (kg.ha ⁻¹)	Dry weight of flower (kg.ha ⁻¹)	Dry weight of stigma (kg.ha ⁻¹)
تغذیه خاکی					
Soil nutrition					
kg.ha ⁻¹ 0	1870000 ^{b*}	749 ^b	34.1 ^b	97.7 ^b	5.98 ^b
kg.ha ⁻¹ 50	1870000 ^b	743 ^b	35.3 ^b	101 ^b	6.54 ^b
kg.ha ⁻¹ 100	2140000 ^{ab}	845 ^{ab}	39.0 ^{ab}	108 ^{ab}	6.75 ^b
kg.ha ⁻¹ ۱۵۰	2380000 ^a	963 ^a	45.5 ^a	120 ^a	7.90 ^a
محلول پاشی					
Foliar spray					
1000.0	1950000 ^a	792 ^a	38.0 ^a	104 ^a	6.52 ^a
1000.5	2170000 ^a	839 ^a	40.0 ^a	110 ^a	6.98 ^a
1000.10	2060000 ^a	844 ^a	37.4 ^a	105 ^a	6.88 ^a

*: برای هر فاکتور و در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*: For each factor and in each column means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

با توجه به نتایج بررسی گلدهی زعفران در دوره بعد از نمونه‌گیری بنه‌های دختر می‌توان دریافت که با توجه به اینکه بیش از ۷۵٪ بنه‌های دختر دارای وزنی کمتر از ۴ گرم بودند، اما تعداد گل در این آزمایش بیش از حد انتظار بود (به‌طور متوسط ۲۰۶۰۰۰۰ گل در هکتار). صادقی (Sadeghi, 1993) در بررسی اثر وزن بنه در گل‌آوری زعفران طی سه سال، عنوان نمود که بنه‌های ۲ گرمی، توان گل‌آوری نداشتند و برای بنه‌های ۲ تا ۸ گرم نیز این توان محدود بود، درحالی‌که درصد گل‌آوری و مقدار گل در بنه‌های بیش از ۱۰ گرم افزایش چشمگیری داشت. به نظر می‌رسد در این آزمایش، مجموع چندین بنه دختر کوچک باهم که تشکیل کلونی را می‌دهند در فرایند خروج جوانه گل دهنده به گیاه کمک کرده و سبب افزایش تعداد گل بیشتر از حد انتظار شدند.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش خاکی از تأثیر مثبت مصرف سطوح مختلف تغذیه خاکی عناصر غذایی بر صفات مورد بررسی بنه دختر و گل زعفران بود. افزایش سطح مصرف کود کامل مخلوط از طریق خاک از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش وزن کل بنه‌های دختر، تعداد بنه‌های دختر ۸ - ۴/۱ گرم و ۴ - ۱/۱ گرم و کاهش تعداد بنه‌های

اثرات تغذیه خاکی و برگ‌گی بر رشد بنه و عملکرد گل زعفران... ۴۱

دختری کمتر از ۱ گرم در واحد سطح و به تبع آن افزایش تعداد گل، وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله در واحد سطح شد.

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه گل زعفران تحت تأثیر اثرات متقابل تغذیه خاکی و محلول پاشی عناصر غذایی

Table 7- Mean comparison of saffron flower traits as affected by soil and foliar nutrients applications interaction effects

تغذیه خاکی	محلول پاشی	تعداد گل در هکتار	وزن تر گل (کیلوگرم در هکتار)	وزن تر کلاله (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک گل (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک کلاله (کیلوگرم در هکتار)
Soil nutrition	Foliar spray	Number of flower per ha	Fresh weight of flower ((kg.ha ⁻¹	Fresh weight of stigma ((kg.ha ⁻¹	Dry weight of flower ((kg.ha ⁻¹	Dry weight of stigma ((kg.ha ⁻¹
kg.ha ⁻¹ .	1000.0	1790000 *	701	31.7	100	5.32
	1000.5	1890000	720	34.0	96.8	5.98
	1000.10	2030000	826	36.6	96.1	6.65
kg.ha ⁻¹ ۵۰	1000.0	1800000	721	37.0	96.3	6.76
	1000.5	1980000	787	35.3	107	6.58
	1000.10	1820000	721	33.6	99.5	6.27
kg.ha ⁻¹ ۱۰۰	1000.0	1880000	747	37.8	100	6.25
	1000.5	2180000	859	40.1	113	6.86
	1000.10	2370000	927	39.2	112	7.15
kg.ha ⁻¹ ۱۵۰	۱۰۰۰/۰	2440000	996	45.3	121	7.76
	۱۰۰۰/۵	2630000	991	50.8	125	8.49
	۱۰۰۰/۱۰	2030000	901	40.3	112	7.45
میانگین Average		2060000	825	38.5	107	6.79

*: در هر ستون، میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
*: In each column, means are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

به نظر می‌رسد در تیمار مصرف خاکی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل، بهبود خصوصیات رشدی بنه‌های دختری سبب افزایش عملکرد گل و کلاله در سال بعد گردیده است. محلول پاشی زعفران با عناصر غذایی کامل در اوایل اسفندماه نقش چندانی بر بهبود رشد بنه‌های دختری و افزایش عملکرد گل زعفران نداشت. نتایج این آزمایش فراهمی عناصر غذایی مختلف و تعیین دقیق مقدار و زمان مصرف عناصر مورد نیاز زعفران از طریق خاک که سبب افزایش وزن بنه‌های دختری و در نتیجه افزایش عملکرد گل زعفران می‌شود را مورد تأکید قرارداد.

سپاسگزاری

بودجه این طرح (کد ۲۱۵۱۶/۲) از محل اعتبار پژوهش معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- Akbarian, M.M., Heidari Sharifabad, H., Noormohammadi, G.h., and Darvish Kojouri, F. 2012. The effect of potassium, zinc and iron foliar application on the production of saffron (*Crocus sativa*). *Annals of Biological Research* 3(12): 5651-5658.
- Anonymous, M. 1998. Saffron: red gold of the desert Iran. *Journal of Commerce* 5(1): 38-40.
- Behdani, M., Koocheki, A., Nassiri, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). *Journal of Field Crops Research* 3(1): 1-14. (In Persian with English Summary).
- Chaji, N., Khorassani, R., Astarai, A., and Lakzian, A. 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. *Journal of Saffron Research* 1(1): 1-12. (In Persian with English Summary).
- Hassanzadeh Aval, F., and Mahlouji Rad, M. 2013. Effect of foliar applications of iron and manganese on vegetative growth and production of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) in Qom conditions. In: *Proceedings of the 2nd National Conference on the Newest Scientific and Research Findings on Saffron*. Torbat-e-Heydarieh, Iran, 30 October 2013, p.55. (In Persian).
- Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan Aval, M., and Khorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy and Technology* 1(1): 22-39. (In Persian with English Summary).
- Hosseini, M., Hemati Kakhki, A., and Karbasi, A.R. 2004. Study of social and economical effects of ten years research on saffron. In: *Proceeding of 3rd national congress on saffron*. Mashhad, Iran, 11-12 December 2003. (In Persian).
- Hosseini, M., Sadeghiand, B., and Aghamiri, S.A. 2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.). In: *Proceedings of the 1st International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology*. Acta Horticulturae (ISHS) 650: 207-209.
- Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron

- flowering. *Acta Horticulturae* (ISHS) 739: 81-86.
- Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron, Production and Processing. Zaban va Adab Press, Iran. 276 pp. (In Persian).
- Khorasani, R., Rezvani Moghaddam, P., and Hassanzadeh Aval, F. 2013. Effect of concentration, time and frequency of foliar applications on vegetative growth and production of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) by using a complete nutrient solution. In: Proceedings of the 2nd National Conference on the Newest Scientific and Research Findings on Saffron. Torbat-e- Heydarieh, Iran, 30 October 2013, p.40. (In Persian).
- Koocheki, A. 2013. Research on production of Saffron in Iran: Past trend and future prospects. *Saffron Agronomy and Technology* 1(1): 3-21. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammad Abadi, A.A. 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Water and Soil* 25(1): 196-206. (In Persian with English Summary).
- Malakouti, M.J., and Homayi, M. 2004. Fertile soils of arid regions, "Problems and Solutions". second edition. Tarbiat Modarres University Press, Iran. 441 pp. (In Persian).
- Mirzapour, M.H., and Khoshgoftarmanesh, A.H. 2008. Iron fertilization effects on growth, yield and oil seed content of sunflower grown on a Saline- sodic calcareous soil. *Agricultural Research* 8(4): 61-74. (In Persian with English Summary).
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilate in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 5: 155-166. (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.). *Journal of Medicinal Plant* 8: 98-109. (In Persian with English Summary).
- Pandey, D., Pandey, V.S., and Srivastava, R.P. 1979. A note on the effect of the size of corms on the sprouting and flowering of saffron. *Progressive Horticulture* 6: 89-92.
- Sadeghi, B. 2012. Effect of corm weight on saffron flowering. In: Proceedings of the 4th

International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology. Kashmir, India 22-25 October 2012.

Sepaskhah, A.R., and Kamgar-Haghighi, A.A. 2009. Saffron irrigation regime. International Journal of Plant Production 3: 1-16.

Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.Gh., and Sadeghi, B. 2013. Investigation on the effect of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. Journal of Saffron Research 1(1): 36-47. (In Persian with English Summary).

Saffron.torbath.ac.ir

Effects of soil and foliar applications of nutrients on corm growth and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in six-year-old farm

Ghorban Ali Asadi^{1*}, Parviz Rezvani Moghaddam² and Fatemeh Hassanzadeh Aval³

Received: 11 January, 2014

Accepted: 16 May, 2014

Abstract

Saffron (*Crocus sativus* L.) is one of the most important crops and medicinal plants in Iran. Appropriate application of nutrients has special important role on replacement corm growth and flower yield of saffron. In order to investigate the effects of different levels of soil and foliar nutrients applications by using mixture fertilizer on replacement corm production and flower yield of saffron, an experiment was conducted by using a factorial layout based on complete randomized block design with three replications at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad during 2011- 2012 growing season. The experimental treatments were all combinations of four levels of soil nutrition (0, 50, 100 and 150 kg.ha⁻¹) and three levels of foliar spray (0, 5 and 10 per 1000). Results of variance analysis showed that the soil application of treatments had positive significant effects on weight of replacement corms and number and weight of flower and stigma yield of saffron but these treatments had no significant effects on total corm number. The number and yield of replacement corms and flowers were not affected by simple effect of foliar spray and soil and foliar applications interactions. The results of this research showed that the using 150 kg.ha⁻¹ of nutrients soil application in early March had more positive and significant effect on yield of fresh and dry flower (120 and 963 kg.ha⁻¹, respectively), yield of fresh and dry stigma (45.5 and 7.90 kg.ha⁻¹, respectively) and weight of replacement corms (1646 g.m⁻²) than other treatments but foliar application of nutrients in this time had no significant effects on flower and corm yield of saffron.

Keywords: Fertilization, Replacement corm, Spraying, Stigma of saffron.

1, 2 and 3-Assistant Professor, Professor and Ph.D. Student of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

(* - Corresponding author Email: asadi@um.ac.ir)