

اثر سن مزرعه، اقلیم، وزن پیاز مادری و توده بر عملکرد گل و پیاز و خصوصیات کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.)

حمید معین‌راد^۱، عبدالله ملافیلابی^{۲*}، محبوبه صیادی^۳

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

۲- دانشیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

* نویسنده مسئول: [Email: a.filabi@rifst.ac.ir](mailto:a.filabi@rifst.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۹/۱۸

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثر سن مزرعه و اقلیم روی فراوانی وزنی پیاز در مناطق زعفران خیز استان خراسان (شامل بشرویه و تربت حیدریه) و اثر وزن پیاز مادری و توده روی عملکرد گل، صفات رویشی و خصوصیات کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.) در قالب دو بخش انجام شد. مطالعه اثر سن مزرعه و اقلیم بر روی فراوانی وزنی پیازهای دختری بصورت طرح آشیانه‌ای با هشت سن مزرعه و دو اقلیم بشرویه و تربت حیدریه با سه تکرار انجام شد. بررسی دیگر روی اثر وزن پیاز مادری روی عملکرد اندام‌های رویشی، شاخص‌های گل و خصوصیات کیفی زعفران به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت وزن پیاز مادری (>۲، ۲-۴، ۴-۶، ۶-۸، ۸-۱۰، ۱۰-۱۲، ۱۲-۱۴ و ۱۴-۱۶ گرم) و دو توده بشرویه- تربت حیدریه در چهار تکرار در جعبه‌های کشت در دانشگاه آزاد اسلامی مشهد در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. خصوصیات برگ، تعداد جوانه، شاخص‌های عملکرد گل و پیاز و خصوصیات کیفی شامل محتوی رطوبت، کروسین، پیکروکروسین و ساfranال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق پیمایشی اثر سن مزرعه و اقلیم نشان داد که پیازهای دختری توده تربت حیدریه در سال‌های پنجم و ششم درشت‌تر بودند. نتایج اثر وزن پیاز مادری و توده روی عملکرد گل و پیاز زعفران نشان داد که پیازهای درشت‌تر نه تنها در همان سال اول عملکرد گل را افزایش می‌دهند، بلکه از طریق افزایش رشد رویشی بیشتر و تولید پیازهای دختری درشت‌تر ظرفیت گل‌آوری و راندمان مزرعه را برای سال‌های بعد نیز افزایش می‌دهند. نتایج نشان داد که به منظور افزایش راندمان مزارع جدید زعفران باید از پیازهای هشت گرم به بالا که بیشتر در مزارع با سنین ۵ و ۶ سال، توده تربت حیدریه استفاده نمود. همچنین توده تربت حیدریه دارای ماده مؤثره کروسین، پیکروکروسین و رطوبت بالاتری نسبت به توده بشرویه بود، ولی توده بشرویه ساfranال بیشتری نسبت به توده تربت حیدریه داشت.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری مزرعه، پیکروکروسین، راندمان مزرعه، ظرفیت گلدهی، کروسین.

مقدمه

سنتی ایران استفاده از پیازهای کوچک مزارع قدیمی به عنوان بذر است (Hemmati-Kakhki & Hoseini, 2003).

افزایش سن مزرعه باعث افزایش وزن پیازهای دختری شده و برای کاهش انبوهی پیازها باید در فصل مناسب مزرعه زیر و رو و پیازها از خاک خارج و پیازهای مناسب دوباره کاشته شود. معمولاً کشاورزان به خاطر هزینه‌های اجرای این عمل صرف‌نظر می‌کنند (Tamaro, 1999). پیازهایی با وزن ۹-۱۵ گرم که بلافاصله پس از خروج از خاک کشت شوند، برای حصول عملکرد بالاتر مناسب‌تر هستند (Nasiri-Mahalati et al., 2007). حداکثر وزن کل پیاز در مزرعه زعفران چهار ساله در شیراز ۴۲/۲۰ تن در هکتار بوده که ۶۹/۱۹ درصد از پیازها بیشتر از هشت گرم، ۲۲/۳۰ درصد ۸-۴ گرم و ۶۷/۱۵ درصد آنها دارای وزن کمتر از چهار گرم بود (Kafi et al., 2002). کوچکی و سیدی (Koocheki & Seyyedi, 2015) نیز نتیجه گرفتند که عملکرد کلاله زعفران اساساً وابسته به شرایط آب و هوایی و مدیریت زراعی پیاز می‌باشد. این محققان اظهار داشتند که انتخاب پیازهایی با وزن مناسب جهت حداکثر گلدهی حائز اهمیت می‌باشد. آنها تأکید کردند که در سال‌های ابتدایی رشد پیاز، فراهمی بیشتر ماده آلی تعداد پیازهای دختری در خاک را افزایش داده و اثر کمتری در افزایش وزن پیازهای دختری دارد.

بنابراین هدف از این بررسی اثر سن مزرعه و اقلیم روی فراوانی وزنی پیاز در مناطق زعفران خیز خراسان و اثر وزن پیاز و اثر توده روی عملکرد کمی و کیفی زعفران بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور مطالعه اثر سن مزرعه و اقلیم بر روی فراوانی وزنی پیازهای موجود در مناطق زعفران-خیز استان خراسان (شامل تربت حیدریه در استان خراسان رضوی و بشرویه در استان خراسان جنوبی) به صورت طرح آشیانه‌ای با هشت سن مزرعه (یک تا هشت سال) و دو اقلیم بشرویه و تربت حیدریه با سه

در بوم‌نظام‌های زراعی شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول موضوعی الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد (Koocheki et al., 2007). عوامل زیادی مانند اقلیم، علف‌های هرز، بیماری‌ها، آبیاری، انبارداری، تاریخ کاشت، انواع حاصلخیزکننده‌های خاک اعم از کودهای شیمیایی، بیولوژیکی و حیوانی در کمیت و کیفیت زعفران نقش دارند (Hemmati-Kakhki & Hoseini, 2003).

پیاز نقش محوری در چرخه زندگی زعفران دارد، چون منبع ذخیره مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد است (Alvarezort et al., 2004). عوامل متعددی بر عملکرد زعفران (*Crocus sativus L.*) مؤثر می‌باشند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به وزن پیاز مادری و انتخاب تراکم مناسب کاشت اشاره نمود. وزن پیاز بر عملکرد زعفران مؤثر بوده و کاشت پیازهایی به قطر ۲/۵ تا ۴ سانتی‌متر جهت کشت توصیه شده است (Alonso et al., 1998). با افزایش وزن و قطر پیاز مادری، سطح برگ و تولید ماده خشک زعفران در طول فصل رشد افزایش یافته و در نتیجه تعداد پیازهای دختری بیشتری تولید می‌شود (Koocheki et al., 2007; Renau-Morata et al., 2012). همکاران (Mollafilabi et al., 2014) گزارش نمودند که پیازهای ریزتر و با قطر کمتر به دلیل رقابت شدید با یکدیگر از اندوخته غذایی کمتری برخوردار بوده و از نظر رویشی ضعیف و موجب کاهش عملکرد گل و کلاله می‌شوند. انتخاب پیازهای مادری با وزن مناسب جهت کشت می‌تواند منجر به افزایش رشد بوته مادری و در نهایت عملکرد بالاتر زعفران گردد (Koocheki et al., 2007).

عواملی مانند قطر مناسب، تهیه پیاز از مزارع سه و چهار ساله، شرایط مناسب محیط کشت و حاصلخیزی خاک نقش بسیار بالایی در عملکرد زعفران دارند (Alvarezort et al., 2004). تعداد جوانه‌های فعال بر روی پیازهای زعفران به تاریخ کاشت و وزن پیاز بستگی دارد (Amirshakari et al., 2006). یکی از دلایل مهم پائین بودن عملکرد زعفران در مزارع

وزن خشک اندام‌های هوایی، شاخص برداشت کلالة و تعداد گیاه، تعداد گل، وزن تر گل، وزن خشک کلالة و وزن خشک کلالة+خامه بودند.

عصاره‌گیری از کلالة‌های خشک با آب مقطر طبق روش استاندارد ISO/TS 3632-2 (ISO/TS 3632-2, 2003) انجام شد. بدین صورت که حدود ۰/۲ گرم کلالة زعفران از هر تیمار توزین شده و در ارلن با حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر ریخته و جهت جلوگیری از رسیدن نور به نمونه‌ها، ارلن‌ها با فویل آلومینیومی کاملاً پوشانیده شد. پس از افزودن حدود ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به کلالة‌های آسیاب شده، این نمونه‌ها به مدت یک ساعت بر روی همزن مغناطیسی قرار داده شد. پس از این مدت، مایع حاصل در یک بالن ۵۰۰ میلی‌لیتری پیچیده شده در فویل آلومینیومی، به حجم رسانیده شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر از این مایع در یک ارلن ۲۰۰ میلی‌لیتر با آب مقطر به حجم رسانیده و مایع حاصل به وسیله پمپ خلأ مخزن هوا و کاغذ صافی سیلیکات (استات سلولز با قطر ۰/۴۵ میکرومتر) صاف گردید. سپس اندازه‌گیری جذب نوری محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل WPA, S2000 UV/Vis Spectrophotometer) در طول موج‌های ۴۴۰، ۲۵۰ و ۳۱۵ نانومتر به ترتیب برای پیکروکروسین، سافرانال و کروسین انجام شد. نتایج بر اساس حداکثر جذب یک درصد محلول آبی در طول موج‌های ذکر شده ($E_{\lambda_{max}}^{1\%}$) بر مبنای ماده خشک حداقل طبق معادله (۱) بیان گردید (Molina et al., 2010).

$$E_{\lambda_{max}}^{1\%} = \frac{A_{\lambda_{max}} * 5000}{m (100 - H)} \quad (1)$$

در این معادله، $A_{\lambda_{max}}$: عدد قرائت شده از دستگاه اسپکتروفوتومتر، m : وزن نمونه کلالة زعفران بر حسب گرم و H : درصد رطوبت نمونه‌ها که ۶/۴۲ در نظر گرفته شد، می‌باشد.

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، مقایسه میانگین تیمارها از روش چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال پنج درصد) با نرم‌افزار Mstat-C و Minitab ver. 17 استفاده شد. برای مطالعه همبستگی و رگرسیونی بین صفات و تعیین نرمال بودن صفات از نرم‌افزار Minitab استفاده و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

تکرار و آزمون وزن پیاز مادری روی عملکرد زعفران، به صورت فاکتوریل بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با هفت وزن پیاز مادری (>۲، ۴-۲، ۶-۴، ۸-۶، ۱۰-۸، ۱۲-۱۰ و ۱۴-۱۲ گرم) و دو توده بشرویه- تربت حیدریه در چهار تکرار در جعبه‌های کشت به ابعاد ۶۰×۸۰×۶۰ سانتی‌متر در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد.

خاک جعبه‌ها ترکیبی از دو قسمت خاک لوم، یک قسمت ماسه سیاه باغبانی و یک قسمت کود دامی بود. پیازهای مورد استفاده از دو منطقه تربت حیدریه و بشرویه تهیه و پس از تفکیک وزنی پیازها، ابتدا با قارچ-کش سرزان ضدعفونی و سپس در جعبه‌های کشت با فواصل روی ردیف پنج سانتی‌متر و فاصله بین بوته ۲۰ سانتی‌متری در عمق ۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند.

مزارع با توجه به راهنمایی کارشناسان و متخصصان محلی و کشاورزان تقریباً به صورت مدیریت همگن انتخاب و از هر منطقه ۲۴ نمونه (در مجموع ۴۸ نمونه در هر دو منطقه) به طور تصادفی برداشت شد. تعداد تکرار پیازهای کشت شده در هر جعبه ۱۴ نمونه و در مجموع ۵۶ واحد آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. پیازها از مزارع با سنین بین یک تا هشت سال با کوادرات ۱×۲ برداشته شد. سپس نمونه‌ها داخل کیسه‌های از جنس متقال قرار داده و به پارک علم و فناوری خراسان منتقل و بعد از اندازه‌گیری وزن پیازهای مربوط به سنین مختلف در هر دو منطقه، خصوصیات نسبت فلس به وزن پیاز، تراکم در مزارع با سنین یک تا هشت سال و نسبت وزنی در هریک از سنین اندازه‌گیری شد. هم‌چنین با استفاده از کولیس قطر پیازها اندازه‌گیری و با ظهور اولین برگ یادداشت-برداری شروع، رشد رویشی و زايشی مورد بررسی قرار داده شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد اقتصادی (وزن خشک کلالة) به بیولوژیکی (عملکرد زیست‌توده) تعیین شد.

صفات مورد مطالعه در بخش پیمایشی شامل وزن و تراکم پیاز و وزن فلس، وزن خشک کلالة و میزان ماده موثره شامل محتوی کروسین، پیکروکروسین و سافرانال و درصد رطوبت و در دیگر مطالعه شامل تعداد برگ در واحد سطح، تعداد جوانه در پیاز، قطر پیاز، زیست‌توده،

نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی پیاز زعفران در آزمایش پیمایشی (میانگین مربعات) در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج و بحث بخش اول: نتایج آزمایش پیمایشی

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مربوط به پیاز توده‌های زعفران در آزمایش پیمایشی (به ازای یک متر مربع)

Table 1. Analysis of variance (mean of squares) for corm traits of saffron ecotypes in the survey study (per one square meter)

عامل Factor	وزن کل پیاز Total corm weight	وزن فلس Tunic weight	تراکم پیاز (تعداد در مترمربع) Corm density (No.m ⁻²)
توده (A) Ecotype (A)	3854665**	539551**	15228*
سن مزرعه (B) Field age (B)	990503**	227604**	29288**

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

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

کردند که افزایش سن مزارع باعث افزایش وزن توده می‌گردد.

وزن فلس: توده‌های زعفران از لحاظ فلس در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند و بین مزارع با سنین مختلف در هر منطقه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۱). بخش عمده‌ای از وزن بنه‌ها را پوشش (فلس) تشکیل می‌دهند که این پوشینه‌ها، پوشش برگ سال‌های گذشته و بنه‌های مادری می‌باشند که همراه بنه از خاک خارج می‌گردد (Kafi et al., 2002). هر چه وزن توده بنه زعفران افزایش یابد به تبعیت از آن، وزن پوشش بنه‌ها نیز افزایش خواهد یافت، به طوری که بیشترین میزان فلس نیز مربوط به مزرعه با سنین هشت سال در توده تربت حیدریه در مقایسه با توده بشرویه بدست آمد.

تراکم پیاز در متر مربع: از لحاظ تعداد پیاز در متر مربع در توده‌های مختلف در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت و توده بر روی این صفت در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار را نشان داد (جدول ۱). برخی محققان وزن پیاز و تراکم را دو عامل عمده در افزایش عملکرد می‌دانند که در این بررسی بیشترین میزان تراکم پیاز در متر مربع در توده بشرویه در مزارع با سنین هفت و هشت سال مشاهده گردید. تمپیرینی و همکاران (Tempperini et al., 2009) با بررسی اثر تراکم‌های مختلف پیاز زعفران شامل کم

طبق نتایج اثر عامل توده در صفات وزن کل پیاز و وزن فلس در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار و بر روی تعداد پیاز در متر مربع در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$) تفاوت معنی‌داری را نشان داد، هم‌چنین در تمامی صفات مورد بررسی بین مزارع با سنین مختلف در توده‌های متفاوت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) مشاهده شد (جدول ۱).

وزن پیاز: از لحاظ وزن پیاز اختلاف معنی‌داری بین توده‌ها در سطح احتمال یک درصد وجود داشت، هم‌چنین وزن کل پیاز بین مزارع با سنین مختلف در توده‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند (جدول ۱). بیشترین وزن پیاز برای توده تربت حیدریه در سنین بالای هفت سال مشاهده شد. حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzade Aval et al., 2013) گزارش کردند که افزایش وزن پیاز مادری سبب افزایش تعداد و وزن کل پیاز در واحد سطح و افزایش تعداد، وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله در واحد سطح در سال‌های اول و دوم گلدهی شد. کوچکی (Koocheki, 2013) بیان داشتند که کاشت پیازهای با وزن کمتر از چهار گرم در سال اول منجر به عدم تولید گل شد و با افزایش وزن پیازهای مادری، تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد پیازهای دختری نیز به طور قابل توجهی بهبود یافت. تامارو (Tamaro, 1999) گزارش

فراوانی وزنی: فراوانی وزنی پیاز در توده تربت حیدریه بیشتر در محدوده‌های وزنی، وزن ۲ تا ۱۴ گرم مشاهده شد. در توده بشرویه فراوانی وزنی پیاز عمدتاً بین ۲ تا ۱۰ گرم مشاهده شد (جدول ۱۰). تعداد پیازهای زیر هشت گرم در سال‌های هفتم و هشتم از توده بشرویه دارای بیشترین فراوانی بوده‌اند. بالاترین فراوانی از تعداد پیازهای بین ۸ تا ۱۶ گرم در مزارع پنج و هشت ساله مشاهده شد. تعداد پیازهای زیر هشت گرم و همچنین بین ۸ تا ۱۶ گرم نیز در مزارع هفت و هشت ساله و نیز پیازهای ۱۶ تا ۲۴ گرم در مزرعه سال پنجم، پیازهای ۲۴ تا ۳۲ گرم در مزرعه شش ساله در توده تربت حیدریه دارای بالاترین فراوانی وزنی بوده‌اند، بیشترین فراوانی پیازهای ۳۲ گرم به بالا در مزرعه شش ساله در توده تربت حیدریه مشاهده شد.

نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های گل و کلاله زعفران تحت تأثیر توده و وزن پیاز مادری در جدول ۲ ارائه شده است.

تراکم (با ۷۶، ۹۱ و ۹۳ پیاز در مترمربع)، متوسط تراکم (با ۱۱۱، ۱۱۴ و ۱۱۹ پیاز در مترمربع) و پر تراکم (با ۱۳۹، ۱۴۳ و ۱۷۹ پیاز در مترمربع) بیان داشتند که بیشترین وزن خشک کلاله در تیمارهای متوسط تراکم (در دو سطح ۱۱۱ و ۱۱۹ پیاز در مترمربع) و پر تراکم (در سه سطح ۱۳۹، ۱۴۳ و ۱۷۹ پیاز در مترمربع) بدست آمد و کمترین وزن خشک کلاله نیز در تراکم ۹۳ پیاز در مترمربع از سری تیمارهای کم تراکم مشاهده شد.

نسبت قطر به وزن پیاز: با افزایش قطر، وزن پیاز نیز افزایش یافت. روند افزایشی قطر پیاز در توده تربت حیدریه، بیشتر مشاهده شد (جدول ۷). منشی و همکاران (Munshi et al., 1989) گزارش کردند که پیازهای مادری بزرگتر (قطر بیشتر از چهار سانتی‌متر) پیازهای دختری بزرگتری (قطر ۳/۲۵ تا ۳/۷۵ سانتی‌متر) تولید کردند. به نظر می‌رسد پیازهای مادری بزرگتر با دارا بودن ذخایر غذایی بالاتر توانسته‌اند پیازهایی با قطر بیشتر تولید کنند.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات عملکرد گل توده‌های زعفران تحت تأثیر وزن پیاز مادری

Table 2. Analysis of variance (mean of squares) for flower yield criteria of saffron ecotypes affected as mother corm weight

منابع تغییر S.O.V.	تعداد گل Number of flower	وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	وزن خشک کلاله+خامه Dry weight of stigma + style
توده (A) Ecotype (A)	3.5**	0.0399*	0.000244**	0.0002795**
وزن پیاز مادری (B) Mother corm weight (B)	18.57**	0.333**	0.000827**	0.000997**
A×B	0.25 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.000000126 ^{ns}	1.362×10 ^{5ns}
خطا Error	0.464	0.0081	2.79×10 ⁵	2.884×10 ⁵

ns, * and **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.
ns, * and **: are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

خشک کلاله، وزن خشک کلاله+خامه در سطح احتمال یک درصد ($P < 0.01$) و در وزن تر گل در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$) معنی‌دار بود، اما اثر آن در سایر صفات مورد بررسی معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۱).

اثر وزن پیاز در تمامی صفات عملکرد گل زعفران در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل وزن پیاز و توده در تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد. اثر توده بر روی تعداد گل، وزن

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات رویشی (اعم از پیاز و برگ) توده‌های زعفران تحت تأثیر وزن پیاز مادری

Table 3. Analysis of variance (mean of squares) for vegetative yield criteria (such as corm and leaf) of saffron ecotypes affected as mother corm weight

منابع تغییر S.O.V.	تعداد برگ Number of leaves	تعداد جوانه‌ها Number of buds	قطر پیاز Corm diameter	زیست توده Biomass	وزن کل اندام‌های هوایی Total shoot weight	شاخص برداشت کلاله Harvest index of stigma	تعداد گیاه Number of plants
توده (A) Ecotype (A)	18.29*	1.786 ^{ns}	8.6429 ^{ns}	0.02431 ^{ns}	0.1094**	0.0001717 ^{ns}	0.071 ^{ns}
وزن پیاز مادری (B) Mother corm weight (B)	80.99**	29.23**	288.85**	0.1303**	0.5285**	0.00097**	2.863**
A×B	3.244 ^{ns}	1.536 ^{ns}	20.685 ^{ns}	0.00211 ^{ns}	0.00274 ^{ns}	0.0000065 ^{ns}	0.613 ^{ns}
خطا Error	3.726	2.69	13.262	0.00746	0.008606	0.0000067	0.637

^{ns} و ** و * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد
ns, * and **: are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

۱۴ گرم نسبت به پیازهای زیر ۱۰ گرم زودتر اتفاق افتاد و طول دوره گلدهی طولانی‌تری نسبت به پیازهای ریز داشتند. طول دوره گلدهی در توده تربت حیدریه ۲۶ روز و در بشرویه ۲۴ روز مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین صفات عملکرد گل توده‌های زعفران تحت تأثیر وزن‌های مختلف پیاز در جدول ۴ ارائه شده است.

الف) صفات زایشی

تاریخ گلدهی و دوره گلدهی: با شروع گلدهی، عملیات برداشت گل در چهارم آبان‌ماه سال ۱۳۹۰ آغاز شد و گلدهی توده تربت حیدریه زودتر از توده بشرویه رخ داد. وزن پیاز بر روی شروع گلدهی و طول دوره گلدهی تأثیر داشت، شروع گلدهی در پیازهای ۱۰ تا

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر وزن پیاز مادری بر صفات مربوط به گل و کلاله توده‌های زعفران

Table 4. Mean comparisons for the effect of mother corm weight on flower and stigma criteria of saffron ecotypes

وزن پیاز مادری Mother corm weight (g)	تعداد گل Number of flower (No.m ⁻²)	وزن تر گل Fresh weight of flower (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله + خامه Dry weight of stigma+ style (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma (g.m ⁻²)
<2	0.000 ^d	0.000 ^e	0.000 ^g	0.000 ^c
2-4	0.375 ^d	0.0487 ^e	0.0045 ^f	0.003725 ^c
4-6	1.000 ^c	0.1340 ^d	0.01698 ^e	0.006250 ^c
6-8	2.500 ^d	0.3189 ^c	0.03238 ^d	0.01525 ^b
8-10	2.875 ^b	0.384 ^b	0.03601 ^c	0.01875 ^b
10-12	2.875 ^b	0.3945 ^b	0.04750 ^d	0.02125 ^{ab}
12-14	4.125 ^a	0.5518 ^a	0.06112 ^a	0.02763 ^a

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
* Means with same letter(s) in each column have not significant difference based on Duncan's test at 5% probability level.

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات گل، کلاله و خامه توده‌های زعفران تحت تأثیر وزن پیاز مادری

Table 5. Mean comparisons for flower, stigma and style criteria of saffron ecotypes affected as mother corm weights

عامل Factor	تعداد گل Number of flowers (No.m ⁻²)	وزن تر گل Fresh weight of flower (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله + خامه Dry weight of stigma+ style (g.m ⁻²)
توده Ecotype	2.214 ^{a*}	0.289 ^a	0.015 ^a	0.017 ^a
وزن پیاز مادری Mother corm weight	1.714 ^b	0.235 ^b	0.011 ^b	0.012 ^b

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significant difference based on Duncan's test at 5% probability level.

یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)، ولی اثر متقابل بین توده و وزن پیاز تأثیر معنی‌داری در صفت وزن تر گل مشاهده نشد (جدول‌های ۲ و ۵). بیشترین وزن تر گل در توده تربت حیدریه مشاهده شد. با افزایش وزن پیاز نیز وزن تر گل افزایش یافت و بالاترین وزن تر گل به پیازهای ۱۴-۱۲ گرم مربوط می‌باشد. حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al., 2013) نیز با بررسی اثر وزن پیازهای مختلف مادری از یک تا ۹ گرم بیان داشتند که با افزایش وزن پیاز مادری، وزن تر گل افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج می‌توان گفت که پیازهای مادری درشت‌تر به دلیل دارابودن مواد ذخیره‌ای و غذایی بالاتر، نقش زیادی در بهبود خصوصیات گلدهی زعفران دارند و در نتیجه موجب افزایش تعداد و وزن گل و در نهایت، وزن کلاله می‌شود.

تعداد کلاله در گل: عملکرد کلاله در سال اول بخصوص برای پیازهای زیر هشت گرم، ناچیز و کلاله ضعیف و سبکی دارند. در این آزمایش به طور میانگین تعداد کلاله، سه شاخه‌ای برای هر گل بوده است.

وزن کلاله گل: پیازهای درشت از طریق تولید پیازهای بیشتر و درشت تر ظرفیت گل‌آوری و عملکرد مزرعه را در دو سال بعد نیز افزایش داد، به طوری‌که در سال دوم ۱۱ کیلوگرم و در سال سوم ۲۰ کیلوگرم زعفران خشک در هکتار تولید شد که میانگین سه ساله آن دو برابر تولید مزارع سنتی منطقه بود. صادقی (Sadeghi, 1993) با بررسی اثر وزن پیاز در گل‌آوری زعفران طی سه سال، بیان کرد که پیازهای دو گرمی، توان گل‌آوری نداشتند و برای پیازهای ۸-۲ گرم نیز این توان محدود بود، در حالی‌که درصد گل‌آوری و

تعداد گل: اثر توده و وزن پیاز بر تعداد گل زعفران در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل توده و وزن پیاز تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد گل نداشت (جدول‌های ۲ و ۵) و بیشترین تعداد گل در توده تربت حیدریه (جدول ۴) و وزن پیاز ۱۲-۱۴ گرم و سپس در پیازهای مادری با وزن‌های ۱۰-۸ و ۱۰-۱۲ گرم مشاهده شد. بین وزن پیاز و افزایش گل‌آوری در نتیجه در میزان محصول، همبستگی مثبت بدست آمد. با این وجود پیازهای یک گرم شانس گل‌آوری نداشته و این شانس برای پیازهای ۳ و ۵ گرم نیز محدود بوده است. نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahalati et al., 2008) اعلام کردند که گروه‌های وزنی ۱۲-۹ و ۱۲-۱۵ گرم پیاز از نظر تعداد گل نسبت به گروه‌های ۳-۶ و ۹-۶ گرم برتری داشتند. حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzade Aval et al., 2013) گزارش کردند که افزایش وزن پیاز مادری سبب افزایش تعداد و وزن کل پیاز در واحد سطح، افزایش تعداد و وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله در واحد سطح در سال‌های اول و دوم گلدهی شد. بدیهی است که افزایش تراکم تحت تأثیر تعداد بیشتر پیاز در واحد سطح، بهبود تعداد و وزن گل را به دنبال داشت که این امر نقش مؤثری بر افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه ارزشمند دارد. بنابر گزارش مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) در پیازهای بزرگتر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به پیازهای کوچک‌تر کمی زودتر اتفاق می‌افتد.

وزن تر گل: اثر توده در وزن تر گل در سطح احتمال پنج درصد و وزن پیاز در وزن تر گل در سطح احتمال

نسبی تعداد گل و عملکرد کلاله و خامه در واحد سطح می‌گردد.

وزن خشک کلاله: اثر توده و وزن پیاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده (جدول ۲). اثر متقابل توده و وزن پیاز در وزن خشک کلاله معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک کلاله از توده تربت حیدریه مربوط به پیازهای ۱۴-۱۲ گرم و سپس ۱۰-۱۲ گرم مشاهده شد. نتایج مطالعه رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) روی ارزیابی اثر روش کاشت، وزن و تراکم پیاز بر عملکرد زعفران نشان داد که اثر ساده وزن، تراکم پیاز و روش کاشت بر خصوصیات مورد بررسی زعفران در هر دو سال آزمایش معنی‌دار بود، با افزایش وزن و تراکم پیاز، خصوصیات رویشی و عملکرد بهبود یافت. افزایش تعداد پیاز از ۵ به ۱۰ پیاز در طول ۴۰ سانتی‌متر، وزن کلاله را در سال‌های اول و دوم به ترتیب برابر با ۱۲ و ۱۰ درصد بهبود داد.

نتایج مقایسه میانگین صفات رویشی زعفران تحت تأثیر وزن‌های مختلف پیاز مادری در جدول ۶ ارائه شده است.

مقدار گل در پیازهای بیش از ۱۰ گرم افزایش چشمگیری داشته و پیازهای ۱۴ گرمی در همان سال اول توانست تا ۳/۵ کیلوگرم زعفران خشک در هر هکتار تولید نماید. پاندی و همکاران (Pandey et al., 1979) در بررسی تأثیر وزن پیاز بر جوانه‌زنی و گلدھی زعفران نیز نتیجه گرفتند که پیازهای با وزن ۸ تا ۱۰ گرم، از عملکرد گل نسبتاً قابل قبولی برخوردار بوده و با کاهش وزن پیاز، عملکرد گل زعفران رو به کاهش می‌گذارد.

وزن خشک کلاله + خامه: اثر توده و وزن‌های مختلف پیاز مادری بر روی وزن خشک کلاله و خامه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن خشک کلاله و خامه از توده تربت حیدریه از پیازهای با وزن ۱۴-۱۲ گرم مشاهده شد، اثر متقابل بین توده و وزن پیاز نیز در صفت وزن خشک کلاله + خامه اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۹). گریستا و همکاران (Gresta et al., 2008) گزارش دادند که کاشت زعفران با تراکم بالا (۷۵ بوته در مترمربع) در مقایسه با تراکم کم (۵۵ بوته در مترمربع) باعث افزایش

جدول ۶. مقایسه میانگین صفات رویشی زعفران تحت تأثیر وزن‌های مختلف پیاز مادری

Table 6. Mean comparison for vegetative traits of saffron affected as different mother corm weights

وزن پیاز مادری Mother corm weight (g)	تعداد برگ Number of leaves (No.corm ⁻¹)	تعداد جوانه Number of buds (No.corm ⁻¹)	قطر پیاز Corm diameter (mm)	زیست-توده Biomass (g.ha ⁻¹)	وزن خشک اندام‌های هوایی Total dry weight of shoot	شاخص برداشت کلاله Harvest index of stigma	تعداد گیاه Number of plant
<2	3.125 ^{f*}	1.875 ^e	14.13 ^e	0.2103 ^d	0.2103 ^f	0.0000 ^a	0.2103 ^a
2-4	5.000 ^{de}	2.750 ^{de}	18.25 ^d	0.3627 ^c	0.3914 ^e	0.006823 ^a	0.3627 ^a
4-6	4.375 ^{ef}	3.500 ^d	21.00 ^{cd}	0.3416 ^c	0.4623 ^d	0.01489 ^a	0.3416 ^a
6-8	6.000 ^d	4.000 ^{cd}	23.75 ^c	0.4719 ^b	0.6994 ^c	0.02193 ^a	0.4791 ^a
8-10	7.500 ^c	5.125 ^{bc}	27.38 ^b	0.5148 ^{ab}	0.7829 ^b	0.02366 ^a	0.5148 ^a
10-12	9.500 ^b	6.375 ^a	27.50 ^b	0.5359 ^{ab}	0.7955 ^b	0.02664 ^a	0.5359 ^a
12-14	12.25 ^a	7.125 ^{ab}	31.50 ^a	0.5577 ^a	0.9178 ^a	0.03013 ^a	0.5577 ^a

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significant difference based on Duncan's test at 5% probability level.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر اصلی وزن پیاز مادری و توده بر صفات رویشی زعفران

Table 7. Mean comparison for the simple effects of mother corm weight and ecotype on vegetative traits of saffron

عامل Factor	تعداد برگ Number of leaves	تعداد جوانه Number of buds	قطر پیاز Corm diameter(mm)	زیست توده Biomass (g.ha ⁻¹)	وزن خشک کل اندام هوایی Total dry weight of shoot	شاخص برداشت کلاله Harvest index of stigma	تعداد گیاه Number of plant
توده Ecotype	7.393 ^{a*}	4.571 ^a	23.750 ^a	0.450 ^a	0.653 ^a	0.019 ^a	0.091 ^a
وزن پیاز مادری Mother corm weight	6.250 ^b	4.214 ^b	22.964 ^b	0.408 ^b	0.564 ^b	0.016 ^b	0.016 ^b

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significant difference based on Duncan's test at 5% probability level.

ب: صفات رویشی

تاریخ آغاز رشد رویشی: با افزایش قطر پیاز احتمال رویدن و درصد سبز شدن پیازها افزایش یافته است و تاریخ و سرعت آغاز رشد سبزینه در پیازهای درشت تر از ۸ گرم به بالا زودتر از پیازها زیر هشت گرم بوده است.

تعداد گیاه خارج شده از هر پیاز: وزن پیاز در سطح احتمال یک درصد بر روی تعداد گیاه خارج شده از هر پیاز زعفران تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۳)، ولی توده و اثر متقابل بین توده و وزن پیاز بر روی آن تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۹)، تعداد گیاه با افزایش وزن پیاز نیز افزایش یافت و در وزن‌های ۱۴-۱۲ گرم و سپس ۱۰-۱۲ گرم بالاترین مقدار خود را داشته و در وزن‌های کمتر از دو و ۴-۲ گرم کمترین تعداد گیاه را داشته است. مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) گزارش کردند که در پیازهای بزرگ‌تر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به پیازهای کوچک‌تر زودتر اتفاق می‌افتد. رشد زودتر برگ‌ها امکان استفاده بیشتر از شرایط محیطی و افزایش میزان فتوسنتزی ساخته شده را به دنبال دارد و در نهایت، موجب تولید پیازهای بزرگ‌تر در پایان فصل رشد می‌شود.

تعداد برگ: توده در سطح احتمال پنج درصد و وزن پیاز در سطح احتمال یک درصد بر روی تعداد برگ زعفران اثر معنی‌داری داشت ولی اثر متقابل توده و وزن پیاز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳)، ولی بالاترین تعداد برگ در توده تربت حیدریه مشاهده شد.

بیشترین تعداد برگ مربوط به پیازهای ۱۲ تا ۱۴ گرم و سپس ۱۰ تا ۱۲ گرم و کمترین تعداد برگ مربوط به پیازهای ۲-۰ گرم و سپس ۴-۲ و ۶-۴ گرم مشاهده شد. گیاهان حاصل از کشت پیازهای بزرگ‌تر تعداد و مقدار برگ بیشتری در مقایسه با گیاهان حاصل از کشت پیازهای کوچک‌تر، تولید می‌کنند. تعداد گل‌های تولید شده در پیازهای دیر برداشت شده (بعد از زرد شدن برگ‌ها) در مقایسه با پیازهای زود برداشت شده (یک ماه قبل از زرد شدن برگ‌ها) ۱۷ درصد بیشتر گزارش شد (Molina et al., 2004). علت این امر آنست که وزن پیازهای زود برداشت ۶/۷ درصد کمتر از پیازهای دیر برداشت شده بوده است. در پیازهای درشت‌تر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها، نسبت به پیازهای کوچک‌تر کمی زودتر اتفاق می‌افتد. رشد زودتر و طول بیشتر برگ‌ها، امکان استفاده بیشتر از شرایط محیطی و افزایش مواد فتوسنتزی ساخته شده را به همراه داشته و در نهایت موجب ایجاد پیازهای بزرگ‌تری در پایان فصل رشد می‌شود (Molina et al., 2004).

تعداد جوانه‌های پیاز: وزن‌های مختلف پیاز مادری بر روی تعداد جوانه‌های پیاز زعفران در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری را نشان داد، ولی توده بر روی این صفت تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). اثر متقابل توده و وزن پیاز بر روی صفت تعداد جوانه‌های پیاز، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول‌های ۳ و ۹). بیشترین تعداد جوانه‌های پیاز مربوط به پیازهای ۱۲-۱۰ گرم و سپس پیازهای ۱۴-۱۲ گرم و کمترین تعداد

بیشترین عملکرد زیست‌توده در وزن‌های پیاز ۱۰ گرم به بالا و کمترین مقدار عملکرد زیست‌توده در پیازهای ۲-۰ گرم مشاهده شد. با افزایش وزن پیاز مادری، سطح برگ و زیست‌توده زعفران در طول فصل رشد افزایش یافت و پیازهای دختری بیشتری تولید شد (*Renau-Morata et al., 2012*). طبیعی است که گیاه چندساله، در سال اول انرژی بیشتری را صرف استقرار و انطباق با محیط می‌کند و در سال‌های بعد، بخشی از انرژی خود را به افزایش زیست‌توده و رشد زایشی اختصاص می‌دهد (*Koocheki et al., 2008*).

وزن خشک اندام‌های هوایی: توده و وزن پیاز بر روی صفت وزن خشک کل اندام‌های هوایی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). ولی اثر متقابل آن‌ها معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیشترین وزن خشک کل اندام‌های هوایی در توده تربت حیدریه مشاهده گردید. بیشترین وزن خشک کل اندام هوایی در وزن پیاز مادری ۱۲ تا ۱۴ گرم و کمترین وزن مربوط به پیازهای ۲-۰ گرم بود. سایر بررسی‌ها موید آن است که پیازهایی با وزن‌های مختلف نیز دارای اثر مستقیم بر رشد رویشی و زایشی زعفران دارند (*Sadeghi, 2004*).

شاخص برداشت: وزن پیاز مادری در سطح احتمال یک درصد بر روی شاخص برداشت زعفران اثر معنی‌داری داشت، ولی اثر توده بر روی این صفت معنی‌داری نبود (جدول ۲). اثر متقابل وزن پیاز و توده بر روی شاخص برداشت معنی‌دار نداشت (جدول ۹). بیشترین شاخص برداشت مربوط وزن پیاز ۱۲-۱۴ و ۱۰-۱۲ گرم و کمترین شاخص برداشت در پیازهای ۲-۰ گرم و سپس ۴-۲ گرم مشاهده شد. نادری درباغشاهی و همکاران (*Naderi Darbaghshahi et al., 2009*) نیز گزارش کردند که افزایش تراکم کاشت از دو به ۸ تن پیاز در هر کپه (۴۴/۴ به ۱۷۷/۶ پیاز در مترمربع) به طور معنی‌داری منجر به افزایش وزن خشک برگ و اندام‌های هوایی، عملکرد کلاله و شاخص برداشت زعفران شد.

جوانه‌ها مربوط به پیازهای ۲-۰/۱ گرم و سپس ۴-۲ گرم بدست آمد. دلیل تولید پیازهای جانبی کوچک، وجود تعداد زیاد جوانه‌های جانبی است که منجر به تولید پیازهای جانبی کوچک شده است. مشخص شده است که با توجه به وجود رقابت بین جوانه‌ها برای جذب عناصر غذایی و مصرف مواد ذخیره شده در پیاز، کاهش تعداد جوانه موجب کاهش رقابت بین جوانه‌ها و در نتیجه پیازهای جانبی کمتر اما با وزن بیشتر تولید می‌شود (*Molina et al., 2004b*).

قطر پیاز: وزن پیاز در سطح احتمال یک درصد بر روی صفت قطر پیاز زعفران اثر معنی‌داری داشت، ولی اثر توده معنی‌دار نداشت (جدول ۳). اثر متقابل بین توده و وزن پیاز تأثیر معنی‌داری بر روی قطر پیاز مادری نداشت (جدول ۴). بیشترین قطر پیاز در پیازهای ۱۴-۱۲ گرم بالاتر و سپس پیازهای ۱۰-۱۲ و ۸-۱۰ گرم بدست آمد، اما بین این دو وزن پیاز مادری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. وزن پیاز بر عملکرد زعفران مؤثر بود و کاشت پیازهایی به قطر ۲/۵ تا ۴ سانتی‌متر جهت کاشت توصیه شده است (*Alonso et al., 1998*). عواملی مانند قطر مناسب، تهیه پیاز از مزارع سه و چهار ساله، شرایط مناسب محیط کشت و حاصلخیزی خاک نقش بسیار بالایی در عملکرد زعفران دارند (*Alvarezort et al., 2004*). کوچکی و همکاران (*Koocheki et al., 2015*) اظهار داشتند که قطر پیاز دختری در پیازهای مادری درشت‌تر، بیشتر بود. به طوری که قطر پیاز دختری در پیازهای مادری بیش از ۹ گرم، ۱۹ درصد بیشتر از پیازهای زیر ۴ گرم بودند. از آنجا که افزایش وزن پیاز، موجب بهبود رشد اندام‌های رویشی می‌شود، لذا توسعه و رشد بیشتر اندام‌های فتوسنتزی در تیمارهای با وزن بیشتر، به دلیل استفاده مطلوب‌تر از عوامل محیطی منجر به بهبود تولید مواد فتوسنتزی شده که در نتیجه افزایش تعداد و قطر پیازهای دختری را به دنبال داشته است (*Rezvani Moghaddam et al., 2013*).

عملکرد زیست‌توده: وزن پیاز در سطح احتمال یک درصد بر روی عملکرد زیست‌توده زعفران تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳)، ولی توده بر روی آن اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). اثر متقابل توده و وزن پیاز بر روی زیست‌توده معنی‌دار نداشت (جدول ۹).

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل توده و وزن پیاز مادری بر روی شاخص‌های عملکرد گل زعفران

Table 8. Mean comparisons for the interaction effect of ecotype and mother corm weight on flower yield indices of saffron

عامل Factor		تعداد گل Number of flowers	وزن تر گل Fresh weight of flower (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله+خامه Dry weight of stigma+ style (g.m ⁻²)
توده Ecotype	وزن پیاز مادری (گرم) Corm weight (g)				
بشرویه Boshruyeh	<2	0.00000 ^{e*}	0.00000 ^e	0.000 ^d	0.000 ^b
	2-4	0.00000 ^e	0.00000 ^e	0.0000 ^d	0.000 ^b
	4-6	0.75 ^{d^e}	0.1225 ^{d^e}	0.00475 ^{cd}	0.0055 ^{ab}
	6-8	2.5 ^c	0.3192 ^c	0.01325 ^{bcd}	0.01458 ^{ab}
	8-10	2.5 ^c	0.3405 ^c	0.01525 ^{abc}	0.01667 ^{ab}
	10-12	2.5 ^c	0.3345 ^c	0.01925 ^{abc}	0.02112 ^{ab}
	12-14	3.75 ^{ab}	0.5300 ^{ab}	0.02575 ^{ab}	0.028 ^{ab}
تربت حیدریه Torbat-e Heydarieh	<2	0.0000 ^e	0.000 ^e	0.00 ^d	0.000 ^b
	2-4	0.75 ^{d^e}	0.0975 ^{d^e}	0.0074 ^{cd}	0.0079 ^{ab}
	4-6	1.25 ^d	0.1465 ^d	0.0077 ^{cd}	0.0085 ^{ab}
	6-8	2.5 ^c	0.3185 ^c	0.01725 ^{abc}	0.0185 ^{ab}
	8-10	3.25 ^{bc}	0.4293 ^{bc}	0.02225 ^{ab}	0.023 ^{ab}
	10-12	3.25 ^{abc}	0.4545 ^{bc}	0.02325 ^{ab}	0.0256 ^{ab}
	12-14	3.25 ^a	0.5735 ^a	0.02950 ^a	0.033 ^{ab}

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significant difference based on Duncan's test at 5% probability level.

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل توده و وزن پیاز مادری بر شاخص‌های رویشی زعفران

Table 9. Mean comparisons for the interaction effect of ecotype and mother corm weight on vegetative growth indices of saffron

عامل Factor		تعداد برگ Number of leaf (No.corm ⁻¹)	تعداد جوانه Number of buds (No.corm ⁻¹)	قطر پیاز Corm diameter (mm)	زیست- توده Biomass (g.m ⁻²)	وزن کل اندام‌های هوایی Total shoot weight (g.m ⁻²)	شاخص برداشت کلاله Harvest index of stigma	تعداد گیاه Number of plant
توده Ecotype	وزن پیاز مادری (گرم) Mother corm weight (g)							
بشرویه Boshruyeh	<2	3.00 ^{f*}	2.00 ^e	15.75 ^{f^e}	0.1922 ^e	0.1922 ^g	0.00 ^a	1.75 ^{bc}
	2-4	5.00 ^{def}	3.25 ^{cde}	19.75 ^{ef}	0.327 ^{cd}	0.327 ^g	0.000 ^a	1.25 ^{bc}
	4-6	4.25 ^{ef}	3.25 ^{cde}	20.5 ^{def}	0.292 ^{cde}	0.3945 ^{ef}	0.0168 ^a	1.25 ^{bc}
	6-8	5.25 ^{def}	4.00 ^{cde}	23.5 ^{cde}	0.462 ^{ab}	0.6598 ^{cd}	0.0199 ^a	1.000 ^c
	8-10	7.25 ^{cde}	5.5 ^{abc}	24.75 ^{b-c}	0.5128 ^{ab}	0.7554 ^{bc}	0.0199 ^a	2.25 ^{abc}
	10-12	8.5 ^{bc}	7.25 ^{abc}	29.0 ^{abc}	0.5255 ^{ab}	0.7671 ^{bc}	0.025 ^a	2.5 ^{ab}
	12-14	10.5 ^{bc}	6.75 ^{abc}	23.0 ^{abc}	0.2282 ^a	0.8637 ^{ab}	0.03 ^a	2.25 ^{abc}
تربت حیدریه Torbat-e Heydarieh	<2	3.25 ^f	1.75 ^{abc}	12.5 ^g	0.3985 ^{d^e}	0.2282 ^g	0.00 ^a	1.75 ^{bc}
	2-4	5.00 ^f	2.25 ^{d^e}	16.75 ^{fg}	0.3913 ^{bc}	0.4557 ^{ef}	0.0236 ^a	1.00 ^c
	4-6	4.5 ^{ef}	3.75 ^{cde}	21.5 ^{ef}	0.4935 ^{bc}	0.5300 ^{d^e}	0.0129 ^a	1.75 ^{bc}
	6-8	6.75 ^{cde}	4.00 ^{cde}	24.0 ^{cde}	0.5167 ^{ab}	0.789 ^{bc}	0.0239 ^a	1.25 ^{bc}
	8-10	7.75 ^{bcd}	4.75 ^{bcd}	30.0 ^{abc}	0.5462 ^{ab}	0.8203 ^b	0.0274 ^a	1.75 ^{bc}
	10-12	10.5 ^b	5.5 ^{abc}	26.0 ^{bcd}	0.5735 ^a	0.8239 ^b	0.0282 ^a	2.00 ^{abc}
	12-14	14.00 ^a	7.5 ^a	0.30 ^{ab}	0.3192 ^a	0.9713 ^a	0.0302 ^a	3.25 ^a

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significant difference based on Duncan's test at 5% probability level.

جدول ۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل توده و وزن پیاز مادری بر وزن خشک کلاله زعفران

Table 10. Mean comparisons for the interaction effect of ecotype and mother corm weight on stigma yield of saffron

توده Ecotype	وزن پیاز مادری Mother corm weight (g)						
	2	4	6	8	10	12	14
بشرویه Boshruyeh	0	0	0.1215 ^{de}	0.3192 ^c	0.3405 ^c	0.3345 ^c	0.5300 ^{ab}
تریت حیدریه Torbat heydariye	0	0.0975 ^{de}	0.1465 ^d	0.3185 ^c	0.4293 ^{bc}	0.4545 ^{abc}	0.5735 ^a

* میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with same letter(s) have not significant difference based on Duncan's test at 5% probability level.

پ) خصوصیات کیفی: نتایج خصوصیات کیفی پیکروکروسین، سافرانال و رطوبت در جدول ۱۱ ارائه شده است.

جدول ۱۱. خصوصیات کیفی توده‌های زعفران

Table 11. Qualitative traits of saffron ecotypes

توده Ecotype	کروسین Crocin (E ₃₁₅ ^{1%})	سافرانال Safranal (E ₂₅₀ ^{1%})	پیکروکروسین Picocrocin (E ₄₄₀ ^{1%})	رطوبت Moisture (%)
بشرویه Boshruyeh	217.06	41.46	81.83	7.86
تریت حیدریه Torbat heydariye	240.77	35.17	90.32	7.88

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد هرچه پیازهای مادری زعفران درشت‌تر باشند، درصد گل‌آوری و تعداد گل افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بیش از ۵٪ پیازهای ۶، ۸، ۱۱۰ و ۱۲ گرم شانس گل‌آوری داشته و تعدادی از پیازهای درشت به جای یک گل، دو، سه یا چهار گل و پیازهای ۱۲ گرم به بالا معدودی حدود پنج گل را تولید می‌کنند. بطور میانگین برای هر پیاز بیش از ۷ گرم، حداقل یک عدد گل در اولین سال زراعی می‌توان محرز دانست. بر اساس نتایج این تحقیق با افزایش وزن پیازهای مادری با احتمال ۹۹٪، تولید گل افزایش یافت. اگر چه بین درشتی پیاز و افزایش گل‌آوری همبستگی مثبت وجود داشت، اما این افزایش از نظم معینی برخوردار نبود و پیازهای دو گرم شانس گل‌آوری نداشته و این شانس برای پیازهای ۶-۴ گرم نیز محدود بود. نتایج تحقیق پیمایشی روی اثر سن مزرعه و اقلیم نشان داد که پیازهای توده تربت حیدریه در سنین پنجم و ششم درشت‌تر بودند، هم‌چنین نتایج آزمون اثر وزن پیاز و توده روی عملکرد کمی زعفران نشان داد که پیازهای درشت‌تر نه

مقایسه تجزیه کیفی نمونه‌های تولیدی در دو منطقه بشرویه و تربت حیدریه (جدول ۱۱) حاکی از آن بود که خصوصیات کیفی زعفران تولیدی در دو منطقه با هم اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. بدین‌صورت که کیفیت رنگ و طعم نمونه تربت حیدریه بهتر از بشرویه، ولی عطر و بوی نمونه بشرویه بهتر از تربت حیدریه بود. از آنجا که مسئله رنگ در زعفران در درجه اول اهمیت قرار دارد. لذا توده تربت حیدریه در خواص کیفی زعفران نسبت به بشرویه بهتر مشاهده شد. عصاره زعفران دارای سه پیک جذبی مجزا با طول موج‌های ۴۴۲، ۳۲۲، ۲۵۵ نانومتر می‌باشد. پیک‌های جذبی متمایز برای کاروتنوئیدهای زعفران در ۴۴۰ نانومتر و برای پیکروکروسین و ۲۵۰ نانومتر برای سافرانال در ۳۱۵ نانومتر مشاهده شد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود به منظور بهبود خصوصیات کیفی زعفران به اثر عوامل اقلیمی و توده توجه ویژه‌ای گردد.

شش ساله، توده تربت حیدریه استفاده نمود. همچنین توده تربت حیدریه میزان کروسین (رنگ)، پیکروکروسین (طعم) و رطوبت بالاتری نسبت به توده بشرویه داشت، ولی توده بشرویه میزان سافرانال (عطر) یعنی عطر و بوی بیشتری نسبت به توده تربت حیدریه داشت.

تنها در همان سال اول عملکرد گل را افزایش می‌دهند بلکه از طریق افزایش رشد رویشی بیشتر و دخترزایی بیشتر با تولید پیازهای دختری درشت‌تر ظرفیت گل‌آوری و راندمان مزرعه را برای سال‌های بعد نیز افزایش می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد که به منظور افزایش راندمان مزارع جدید زعفران باید از پیازهای هشت گرم به بالا که بیشتر در مزارع پنج و

منابع

- Alonso, G.L., Salinas, M.R., and Garijo, J., 1998. Mineral composition of Spanish saffron and of that from other producing countries. *Agrochimica*. 42(6), 263-272.
- Alvarezortí, M., Gomez Gomez, L., Rubio, J., Escriban Pardo, J., Jimenez, F., and Fernandez, J.A., 2004. Development and gene expression in saffron corms. *Acta Hort*. 650, 141-148.
- Amirshkari, H., Sorooshzadeh, A., Modarress Sanavy, A., and Jalali Javaran, M., 2006. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). *Ira. J. Biol*. 19(1), 5-18. [in Persian With English Summary].
- Gresta, F., Arola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G., 2008. Saffron, and alternative crop for sustainable agricultural systems. *Agron. Sustain. Dev*. 28, 95-112.
- Hassanzade 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.). *J. Saffron Agron. & Technol*. 1, 22-39. [in Persian With English Summary].
- Hemmati-Kakhki, A., and Hoseini, M., 2003. A Review on Saffron Researches in Institute of Research for Developing Technology, Khorasan. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [in Persian].
- Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Molafilabi, A., 2002. Saffron, Production Technology and Processing. Publication of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [in Persian].
- Koocheki, A., 2013. Research on production of Saffron in Iran: Past trend and future prospects. *J. Saffron Agron. & Technol*. 1(1), 3-21. [in Persian With English Summary].
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M., 2015. Phonological stages and formation of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) during growing period. *J. Saffron Res*. 3(2), 134-154. [in Persian with Summary].
- Koocheki, A., Ganjeali, A., and Abbasi F., 2007. The effect of duration and condition of incubation, weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Iran. J. Field Crop Res*. 4(2), 1-17. [in Persian With English Summary].
- Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M., 2015. The effect of mother corm size and type of fertilizer on nitrogen use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Saffron Agron. & Technol* 2(4), 243-254. [in Persian With English Summary].
- Koocheki, A., Nassiri-Mahallati, M., Azizi, G., and Siahmarguee, A., 2008. The final report of design of investigation effect of different nutrient resources on qualitative and quantitative yield and competition ability of *Teucrium polium* with weeds. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [in Persian With English Summary].
- Molina, R.V., Garcia-Luis, A., Cool, V., Ferrer, C., Valero, M., Navarro, Y., and Guardiola, J.L., 2004. Flower formation in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.): The role of temperature. *Acta Hydrobiol. Sin*. 650, 39-47.
- Molina, R.V., Renav morata, B., Nebauer, S.G., Garcia Luis, A. and Guardiola,

- J.L., 2010. Greenhouse saffron culture temperature effects on flower emergence and vegetative growth the plants. *Acta Hort.* 850, 91-94.
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., and Garcia-Luice, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Sci. Hort.* 103, 361-379.
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y.J., Guardiola, L., Garcia-Luice, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Sci. Hort.* 103, 361-379.
- Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahalati, M., 2014. Investigation on the effect of location and field age on yield and frequency of different corm weights of saffron (*Crocus sativus* L.). *Iran. J. Field Crop Res.* 12(4), 605-612. [in Persian with Summary]
- Munshi, A.M., Sindha, J.S., and Baba, G.H., 1989. Improved cultivation practices for saffron. *Indian Farming*, 39, 2730.
- Naderi Darbaghshahi, M.R., Khajebashi, S.M., Banitaba, S.A., and Dehdashti, S.M., 2009. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. *Seed Plant.* 24, 643-657. [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. *Progress. Hort.* 6, 89-92.
- Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and Molina, R.V., 2012. Effect of corm size, water Stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Ind. Crop Prod.* 39, 40-46.
- Rezvani Moghadam, P., Khorramdel, S., Shabahang, J., and Amin Ghafouri, A., 2013. Effects of planting method, weight and density on the growth and yield characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) *J. Agroecol.* 1(3), 52- 68. [in Persian With English Summary].
- Sadeghi, B., 1993. Effect of corm weight on flowering of saffron. *Research and industrial Institutes of Khorasan, Press, Khorasan, Iran.* 73 pp. [in Persian].
- Sadeghi, B., Journalism, K., Hatami, M., 2004. Effect of sowing time on collecting saffron flowers. *Proceedings of the Third National Conference of Saffron. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran.* 517 pp. [in Persian With English Summary].
- Tamaro, F., 1999. Saffron (*Crocus sativus* L.) in Italy. In: Negbi, M. (Ed.). *Saffron: (Crocus sativus L.)*. Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 53-61.



Original Article:

Effects of Field Age, Mother Corm Weight and Ecotype on Flower Corm Yield and Quality Traits of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Hamid Moein Rad¹, Abdollah Mollafilabi^{2*}, Mahboobeh Sayyadi³

1- Assistant Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

2- Associate Professor, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.

3- Agronomy MSc Student, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

*Corresponding Author Email: a.filabi@rifst.ac.ir

Received 10 November 2018; Accepted 09 December 2018

Abstract

In order to study the climatic condition effects on corm frequency under Khorasan province (such as Boshruyeh and Torbat-e Heydarieh cities) and the effects of mother corm weight and ecotype on flower yield, vegetative criteria (including leaf and corm yield) and quality traits of saffron (*Crocus sativus* L.), an experiment was conducted in two separated experiments. So, the effects of field age and climatic conditions on daughter corm frequency were studied by a nested design with eight field ages and two climatic conditions under Boshruyeh and Torbat-e Heydarieh regions with three replications. In another study, the effect of mother corm weight on yield of vegetative tissues, flower indices and quality traits of saffron was done as factorial layout based on a randomized complete block design with seven corm weights (including <2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 10-12 and 12-14 g) and two climatic conditions (such as Boshruyeh and Torbat-e Heydarieh regions) with four replications in planting boxes at Islamic Azad University of Mashhad during 2011. Number of leaves, number of buds, flower and corm yield indices and quality traits such as humidity, Crocin, Picrocrocin and Safranal contents were measured accordingly. Survey results on field age and climatic conditions revealed that daughter corms of Torbat-e Heydarieh ecotype were heavier than other ecotype for the 5th and 6th years. Also, results of mother corm weight and ecotype study on flower and corm yield were showed that the higher corm weights were enhanced flower yield at the first year, and had positive effects on flowering potential and field efficiency in other years due to improvement in vegetative growth and daughter corm production with higher weight in the later years. The results showed that mother corm weight with >8 g in the 5th- year and 6th- field year fields is an applied approach for increasement in saffron field productivity and efficiency. Also, Torbat-e Heydarieh ecotype had higher contents of humidity, Crocin, and Picrocrocin compared with other ecotype, but Safranal content was higher for Boshruyeh ecotype.

Keywords: Crocin, Field efficiency, Field productivity, Flowering potential, Picrocrocin.