

بررسی خصوصیات بنه‌های دختره زعفران (*Crocus sativus* L.) در پاسخ به تاریخ کاشت، مدیریت آبیاری و کاشت گیاهان همراه

علیرضا کوچکی^{۱*}، پرویز رضوانی مقدم^۱، حمیدرضا فلاحی^۲ و مهسا اقحوانی شجری^۳

تاریخ پذیرش: ۱۷ شهریور ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۲۳ تیر ۱۳۹۴

چکیده

انتخاب و تهیه بنه مناسب از عوامل مهم کسب عملکرد مطلوب در زراعت زعفران می‌باشد. به منظور مطالعه اثر برخی فاکتورهای زراعی بر رشد بنه‌های دختره زعفران، آزمایشی در فاصله سال‌های ۹۰-۱۳۸۸ به صورت کرت‌های دو بار خردشده بر مبنای طرح پای بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت (اول خرداد، اول مرداد و اول مهرماه سال ۱۳۸۸)، مدیریت آبیاری (آبیاری و عدم انجام آبیاری پس از هر تاریخ کاشت و تکرار آن در سال دوم به‌عنوان آبیاری تأخیری بهاره، آبیاری تابستانه و آبیاری زود هنگام پاییزه) و کاربرد گیاهان همراه در مزرعه زعفران [شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*)، خلر (*Lathyrus sativus*) و شاهد] بودند. در پایان چرخه دوم رشد زعفران (بهار سال ۱۳۹۰) نمونه‌برداری از بنه‌های دختره صورت گرفت و پاسخ رشدی آن‌ها به فاکتورهای آزمایشی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت از خرداد به مهرماه، تعداد بنه‌های دختره و تعداد ریشه‌های انقباضی در هر کلون به ترتیب ۲۵ و ۳۳ درصد افزایش یافت. با این وجود، مقادیر وزن کل بنه‌های دختره در هر کلون، تعداد جوانه گل‌دهنده در هر بنه، تعداد کل جوانه‌ها در هر بنه و نیز وزن و قطر هر بنه دختره در تاریخ کاشت خردادماه به ترتیب ۲۱، ۷۰، ۴۰، ۳۲ و ۳۷ درصد بیشتر از تاریخ کاشت مهرماه بود. تیمار آبیاری، موجب افزایش ۱۲ درصدی تعداد بنه‌های دختره و ریشه‌های انقباضی در هر کلون و کاهش ۱۹ درصدی تعداد جوانه گل‌دهنده، کاهش ۱۱ درصدی تعداد کل جوانه‌ها و نیز کاهش ۱۹ درصدی وزن تک بنه و کاهش ۸ درصدی قطر هر بنه دختره شد. کاربرد گیاهان همراه نیز بر برخی از خصوصیات زراعی بنه‌های دختره زعفران مانند وزن کل بنه‌های دختره موجود در هر کلون (۸ درصد)، نسبت وزن بنه به پوشال (۱۴ درصد)، تعداد جوانه‌های گل‌دهنده (۱۰ درصد) و وزن متوسط هر بنه دختره (۱۰ درصد) تأثیر مثبت داشت. در مجموع، کاشت بنه‌های زعفران در طول دوره استراحت حقیقی، عدم انجام آبیاری پس از کاشت، پرهیز از آبیاری تابستانه در اول مردادماه و کاربرد گیاهان همراه، متوسط وزن بنه‌های دختره تولیدشده به‌عنوان مهم‌ترین عامل اثرگذار بر عملکرد زعفران را افزایش داد.

کلمات کلیدی: آبیاری تابستانه، جوانه گل‌دهنده، خلر، خواب حقیقی، شبدر ایرانی.

مقدمه

ایران به‌عنوان بزرگترین تولیدکننده زعفران در سطح جهان،

به دلایلی مانند عدم استفاده از بنه‌های بذری استاندارد، از نظر

میانگین عملکرد این محصول شرایط مناسبی ندارد

(Mohammad-Abadi et al., 2011; Rezvani Moghaddam et al., 2014).

در گیاهانی که توسط بنه تکثیر می‌شوند یکی از

مهم‌ترین عواملی که تأثیر زیادی در عملکرد نهایی دارد، اندازه

بنه است. بنابراین، ایجاد شرایط محیطی و مدیریتی مناسب

۱- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- استادیار گروه پژوهشی زعفران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

۳- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

(*- نویسنده مسئول: Akooch@um.ac.ir)

مدیریت آبیاری و فراهمی مناسب عناصر غذایی، می‌باشند (Behdani & Fallahi, 2014; Aghhavani Shajari et al., 2015). فراهمی مطلوب آب برای زعفران، به‌خصوص در سال-های کم‌باران و به‌طور خاص در ابتدای بهار که بیشترین افزایش وزن بنه‌های دختری رخ می‌دهد، می‌تواند موجب افزایش متوسط وزن هر بنه شود (Koocheki, 2013; Sadeghi et al., 2013). افزون بر این، زمان انجام اولین آبیاری پاییزه نیز وزن بنه‌های دختری زعفران را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mohammad-Abadi et al., 2012; Osmani-Roodi et al., 2015). مطالعات تأثیر آبیاری تابستانه بر رشد بنه و عملکرد زعفران مورد بررسی قرار گرفته است (Mosaferi Ziauddin et al., 2009; Feizi et al., 2015). با این وجود تاکنون اثر آبیاری پس از کاشت بر رشد بنه‌های دختری زعفران کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است.

یکی از علل مهم کاهش رشد بنه و پایین بودن عملکرد مزارع زعفران در ایران به‌خصوص در سال اول کاشت، عدم رعایت تاریخ مناسب کاشت این گیاه است (Behdani & Fallahi, 2014). در برخی پژوهش‌ها تأثیر تاریخ کاشت بر رشد و گلدهی زعفران مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان می‌دهد که کاشت زعفران در حدود اردیبهشت و خردادماه که دوره خواب حقیقی بنه‌ها می‌باشد، بهترین شرایط را برای وقوع فاکتورهای رشدی گیاه در شرایط آب و هوایی مشهد، نطنز و ورامین فراهم می‌نماید (Pazoki et al., 2011; Koocheki et al., 2015; Ghobadi et al., 2015). افزون بر این، برخی پژوهش‌ها نیز تأکید دارند که از کاشت زعفران در اواسط تابستان به دلیل احتمال آسیب رسیدن به بنه در اثر دمای بالا و رطوبت نسبی پایین اجتناب شود (Pazoki et al., 2011). با وجود اثرات مثبت کشت بهاره بر رشد و گلدهی زعفران، بهدانی (Behdani, 2005) در مطالعه‌ای گزارش کرد که

جهت به دست آوردن بنه‌های درشت، مهم تلقی می‌شود (Aghhavani Shajari et al., 2015). در زراعت زعفران نیز بنه‌های کوچک معمولاً در سال اول گل نمی‌دهند و کاشت آن‌ها ارزش اقتصادی ندارد. مطالعات انجام شده در خصوص تأثیر وزن بنه در گل‌دهی زعفران نشان می‌دهند که بنه‌های با وزن کمتر از ۸ گرم توان گل‌آوری محدودی دارند، درحالی‌که مقدار عملکرد در شرایط استفاده از بنه‌های دارای وزن بیش از ۱۰ گرم افزایش چشم‌گیری پیدا می‌کند (Sadeghi, 1993; Koocheki et al., 2015; Ghobadi et al., 2015).

بر این اساس، ضرورت دارد که همانند بسیاری از محصولات زراعی، برای ایجاد مزارع جدید زعفران اندام تکثیر مناسبی را برای کشاورزان فراهم نمود تا از اتلاف هزینه، زمان و آب جهت ایجاد توان گل‌دهی در بنه‌های ریز ممانعت شود (Sadeghi et al., 2013). برای این منظور لازم است تا مزارع خاصی برای تکثیر و تهیه بنه استاندارد زعفران در نظر گرفته شود تا از طریق بهبود مدیریت زراعی بتوان بنه‌های ریز را به وزن مطلوب رساند (Mohammad-Abadi et al., 2011). در این مزارع، کشاورزان هر ساله بنه‌های ریز مزارع چندساله را تهیه نموده و پس از اعمال تیمارهای مدیریتی در جهت افزایش اندازه بنه، در سال آینده بنه‌های درشت را جهت ایجاد مزارع جدید به فروش رسانده و بنه‌های ریزتر را مجدداً کشت می‌نمایند. کشاورزان تولیدکننده گل زعفران نیز با استفاده از بنه‌های استاندارد در سال‌های اول و دوم کاشت عملکرد قابل توجهی را به دست آورده و با کاهش دوران بهره‌برداری از مزرعه به چهار سال و پرهیز از افزایش بیش از حد سن مزرعه که خود باعث کاهش گل‌آوری می‌شود، هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهند (Sadeghi et al., 2013; Fallahi & Behdani, 2015).

مهم‌ترین فاکتورهایی که رشد بنه‌های زعفران را تحت تأثیر قرار می‌دهند شامل عوامل اقلیمی، بافت خاک، تاریخ کاشت،

بود. افزون بر این، اثر مدیریت آبیاری پس از کاشت، آبیاری تأخیری بهاره، آبیاری تابستانه و آبیاری زودهنگام پاییزه و نیز تأثیر کاشت توأم برخی گیاهان تثبیت کننده نیتروژن بر رشد بنه‌های دخترى زعفران نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت کرت‌های دو بار خرد شده بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت بنه‌های زعفران (اول خرداد، اول مرداد و اول مهرماه سال ۱۳۸۸)، مدیریت آبیاری (آبیاری و عدم انجام آبیاری پس از هر تاریخ کاشت) و کاربرد گیاهان همراه زعفران [شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*)، خلر (*Lathyrus sativus*) و شاهد] بودند. تاریخ کاشت به‌عنوان فاکتور اصلی، مدیریت آبیاری به‌عنوان فاکتور فرعی و کاربرد گیاهان همراه به‌عنوان فاکتور فرعی فرعی در نظر گرفته شد.

قبل از آزمایش، از خاک محل اجرای تحقیق، نمونه‌برداری شد و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه تعیین گردید (جدول ۱). کشت زعفران در سال ۱۳۸۸ با استفاده از بنه‌های مادری ۶ تا ۱۰ گرمی در کرت‌هایی به مساحت ۲/۵ مترمربع به‌صورت ردیفی و مسطح انجام شد. در داخل هر کرت ۶ ردیف کاشت با فواصل بین و روی ردیف به ترتیب ۲۵ و ۱۰ سانتی‌متر، با عمق کاشت ۱۲ سانتی‌متر کشت گردید. پس از هر تاریخ کاشت، در کرت‌هایی که در آن‌ها تیمار آبیاری پس از کاشت مورد نظر بود، آبیاری صورت گرفت.

کشاورزان زعفران‌کار خراسان از اواسط مردادماه شروع به جابجایی بنه‌ها می‌نمایند و بیشترین درصد فراوانی تاریخ کاشت نیز در فاصله ۱۱ تا ۲۰ شهریورماه مشاهده شد.

از موضوعات دیگری که می‌تواند رشد بنه‌های دخترى و عملکرد زعفران را تحت تأثیر قرار دهد، استفاده از گیاهان زراعی مختلف به‌خصوص گیاهان عضو خانواده پروانه‌آسایان به‌عنوان گیاه همراه جهت باروری و افزایش ماده آلی و نیز بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌باشد (Shabahang et al., 2013). به دلیل ساختار غیر گسترده اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران، از نهاده‌هایی مانند نور، فضا، آب و عناصر غذایی به‌خوبی استفاده نمی‌شود و از این رو، کاشت زعفران به‌صورت مخلوط با گیاهان دیگر و نیز استفاده از گیاهان پوششی مناسب می‌تواند در افزایش کارایی استفاده از زمین و نهاده‌ها مفید واقع شود. برای این منظور استفاده از گیاهان پاییزه که فصل رشد و نیاز آبی آن‌ها نسبتاً منطبق بر دوره رشد و فعالیت زعفران است، مناسب‌تر می‌باشد (Koocheki et al., 2015; Fallahi et al., 2014). تاکنون استفاده از گیاهان پاییزه و نیز بهاره دارای دوره رشد کوتاه که به تعداد دفعات آبیاری کمتری نیاز دارند، مانند بابونه، منداب، ماشک گل خوشه‌ای، شبدر و خلر بر رشد و عملکرد زعفران مثبت گزارش شده است (Koocheki et al., 2009; Naderi Darbaghshahi et al., 2012; Shabahang et al., 2013; Koocheki et al., 2015). با وجود مطالعات انجام شده در خصوص امکان استفاده از گیاهان همراه در مزرعه زعفران، تأثیر این نوع مدیریت زراعی بر رشد بنه‌های دخترى زعفران کمتر مورد پژوهش قرار گرفته است.

عملکرد زعفران به‌خصوص در سال‌های ابتدایی پس از کاشت، ارتباط زیادی به اندازه بنه‌های مادری استفاده شده دارد. بر این اساس بکارگیری راه‌کارهای مدیریتی مختلف جهت افزایش وزن بنه دارای اهمیت است. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی بهترین زمان کاشت بنه در مزارع بذری زعفران

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش
Table 1-Some physicochemical indices of soil in the experimental site

بافت خاک Soil texture	درصد سیلت Silt (%)	درصد رس Clay (%)	درصد شن Sand (%)	پتاسیم قابل دسترس Available K (ppm)	فسفر قابل دسترس Available P (ppm)	نیتروژن کل N total (ppm)	درصد کربن C (%)	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)
سیلت-لوم Silty loam	50	24	26	309	4.37	539	0.72	7.44	1.91

بنه‌های زعفران در قسمت انتهایی دارای یک یا دو جوانه اصلی بوده و بسته به اندازه بنه دارای حدود ۴ تا ۵ یا تعداد بیشتری جوانه ثانویه هستند که به صورت مارپیچی نامنظمی در اطراف بنه قرار دارند. بنه‌های جدید بر روی بنه‌های قدیم و معمولاً روی جوانه‌های محور فوقانی تشکیل می‌گردند. بنه‌های دختری تولیدشده از جوانه‌های ثانویه در مقایسه با بنه‌های حاصل از جوانه‌های انتهایی کوچک‌تر هستند. هر بنه مادری بسته به اندازه‌ای که دارد، بین ۱ تا ۳ بنه دختری متوسط تا بزرگ از جوانه‌های انتهایی و چندین بنه کوچک از جوانه‌های جانبی تولید می‌کند (Fallahi & Behdani, 2015). در این تحقیق جوانه‌های درشت کاملاً متورمی که بیشتر آن‌ها در رأس بنه واقع هستند، به عنوان جوانه‌های گل‌دهنده در نظر گرفته شد که بیشترین نقش را در تولید بنه‌های دختری درشت دارند (Fallahi & Behdani, 2015).

در پایان داده‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 آنالیز آماری شدند و مقایسه میانگین‌ها نیز در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات زراعی بنه‌های دختری تأثیر تاریخ کاشت زعفران بر بیشتر صفات مورفولوژیکی بنه‌های دختری این گیاه معنی‌دار بود (جدول ۲). به تأخیر افتادن کاشت بنه از خرداد به مهرماه باعث شد تا تعداد بنه‌های دارای

همچنین، در کرت‌هایی که در آن هدف اعمال تیمار عدم آبیاری پس از کاشت بود، آبیاری مطابق با عرف موجود در منطقه، در آبان ماه و همزمان با آبیاری کل طرح (۱۳۸۸/۸/۷) انجام پذیرفت. همین روند در سال دوم اجرای آزمایش نیز تکرار شد؛ یعنی، در کرت‌هایی که در سال اول اجرای آزمایش پس از کاشت آبیاری صورت گرفته بود، در سال دوم هم در همان تاریخ‌های سال قبل مجدداً آبیاری انجام گرفت. بنابراین، آبیاری‌های سال دوم به عنوان آبیاری تأخیری بهاره (خرداد)، آبیاری تابستانه (مرداد) و آبیاری زود هنگام پاییزه (مهر) در نظر گرفته شدند.

کشت گیاهان همراه پس از برداشت گل‌های زعفران و در اواخر آبان ماه سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ انجام گرفت. در بهار سال ۱۳۹۰ یعنی در پایان دومین چرخه زندگی زعفران از زمان کاشت، از هر کرت تعداد پنج کلون خارج شد و در آزمایشگاه صفات مختلف رشد بنه‌های دختری اندازه‌گیری شد. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد بنه‌های دختری در هر کلون، درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی^۱، وزن کل بنه‌های دختری در هر کلون، وزن بنه‌های دختری بدون پوشال (پوشش بنه)، وزن پوشال موجود در هر کلون، تعداد جوانه‌های گل‌دهنده در هر بنه، تعداد کل جوانه‌های گل‌دهنده در هر کلون، تعداد کل جوانه‌های هر بنه، تعداد کل جوانه‌های موجود در هر کلون، وزن تک بنه و نیز قطر بنه دختری بودند.

1- Contractile roots

(al., 2015).

تعداد جوانه‌های گل‌دهنده موجود در هر بنه و مجموع مقدار این شاخص در هر کلون، با تأخیر در کاشت به‌خصوص از مرداد به مهرماه کاهش قابل توجهی نشان داد. مقدار این دو شاخص در تاریخ کاشت خردادماه به ترتیب ۷۰ و ۵۸ درصد بیشتر از تاریخ کاشت مهرماه بود. مشابه همین روند برای متوسط تعداد کل جوانه‌های موجود هر بنه و مجموع این شاخص در هر کلون نیز مشاهده شد. مقادیر متوسط وزن و قطر هر بنه دخترى نیز در تاریخ کاشت خردادماه به ترتیب حدود ۳۳ و ۳۷ درصد بیشتر از تاریخ کاشت مهرماه برآورد شد (جدول ۳). نتایج این تحقیق با نتایج آزمایشات مشابهی که در ارتباط با تأثیر تاریخ کاشت بر گل‌آوری زعفران انجام شده است، مطابقت دارد (Pazoki et al., 2011; Koocheki et al., 2015; Ghobadi et al., 2015). تاریخ کاشت بهاره، بنه‌های زعفران در طی دوره خواب حقیقی در زمین مستقر شده و پس از آن در طی دوره گل‌انگیزی تابستانه نیازهای دمایی لازم را دریافت می‌دارند، ولی در تاریخ کاشت مهرماه بنه‌های زعفران درحالی‌که فعالیت درونی خود را آغاز نموده و در حال تأمین نیازهای دمایی لازم جهت گلدهی هستند، انتقال داده می‌شوند (Koocheki et al., 2015). این موضوع نوعی تنش محیطی به شمار می‌آید که می‌تواند بر تعداد و زمان شروع رشد و نیز سرعت رشد جوانه‌های مسئول ایجاد بنه‌های دخترى و در نتیجه بر وزن بنه‌های دخترى زعفران اثرگذار باشد.

تأثیر مدیریت آبیاری بر خصوصیات زراعی بنه‌های دخترى

مدیریت آبیاری بر صفات درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی، نسبت وزن بنه به پوشال، تعداد جوانه‌های گل‌دهنده در هر بنه و وزن بنه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). انجام آبیاری مزرعه زعفران پس از هر تاریخ کاشت و خصوصاً تکرار

ریشه انقباضی ۳۳ درصد افزایش پیدا کند (جدول ۳). ریشه‌های انقباضی ساختار غده‌مانندی دارند که فعالیت کششی و رهائشی^۱ آن‌ها بنه را قادر می‌سازد تا به درون خاک حرکت کرده و بنابراین بنه در عمق و موقعیت مناسبی در درون خاک قرار می‌گیرد. ترکیبات فنولی به‌خصوص پی‌کوماریک اسید^۲، اثر مثبتی بر روی تشکیل، رشد و عملیات انقباض در این نوع ریشه‌ها دارند (Kumar et al., 2009). با این وجود، به نظر نمی‌رسد علت افزایش درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی مربوط به گرایش بنه به قرارگیری در عمق بیشتر باشد. احتمال می‌رود این موضوع نوعی سازگاری جهت جبران تأخیر در استقرار بنه در شرایط کاشت دیر هنگام باشد و شاید بتوان آن را یک ناهنجاری نیز در نظر گرفت، زیرا بخشی از توان گیاه صرف تولید این نوع ریشه‌ها شده که در نهایت باعث کاهش رشد بنه‌های دخترى می‌شود.

تعداد بنه‌های دخترى زعفران در هر کلون، در تاریخ کاشت خردادماه در مقایسه با تاریخ‌های کاشت مرداد و مهرماه به ترتیب حدود ۱۲ و ۲۵ درصد کمتر بود. با این وجود، تأخیر در کاشت موجب کاهش وزن بنه‌ها و افزایش وزن پوشال‌های موجود در هر کلون شد. بنابراین، در نهایت نسبت وزن بنه به پوشال در تاریخ کاشت مهرماه کمترین و در تاریخ کاشت خردادماه بیشترین مقدار را داشت (جدول ۳). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در محدوده آردبیهشت و خرداد که بنه‌ها تحت تأثیر هورمون‌های بازدارنده، دارای خواب کامل هستند، می‌بایست نسبت به جابجایی بنه‌ها و ایجاد مزارع جدید اقدام نمود. در ماه‌های تابستان گرچه بنه‌ها ظاهراً در حال خواب هستند، اما تحت تأثیر هورمون‌های رشد، دارای فعالیت‌های گسترده تکوین و تمایز اندام‌ها می‌باشند و هرگونه جابجایی بنه‌ها موجب کاهش رشد و عملکرد می‌شود (Farooq & Koul, 1983; Koocheki et

1- Pulling and pushing activity

2- p-coumaric acid

درونی بنه در طی تابستان شده و موجب می‌شود تا دما و رطوبت مورد نیاز برای پیشرفت مراحل رشد گیاه از محدوده مناسب خارج گردد. انجام آبیاری مزارع زعفران در طی تابستان به جز در حدود نیمه دوم مردادماه که جام گل و اندام‌های تولیدمثل در بنه بوجود می‌آید، بر گلدهی این گیاه اثر منفی دارد (Ghasemi et al., 2009). بنابراین، با توجه به تأثیر مثبت رطوبت در تکوین و تمایز اندام‌های گل در مریستم جوانه بنه، انجام آبیاری تنها در نیمه دوم مردادماه

آبیاری در سال دوم (آبیاری‌های تأخیری بهاره، تابستانه و زود هنگام پاییزه)، موجب افزایش ۱۲ درصدی بنه‌های داری ریشه انقباضی و کاهش ۱۴ درصدی نسبت وزن بنه به پوشال شد. افزون بر این، تیمار انجام آبیاری بر صفات متوسط تعداد جوانه‌های گل‌دهنده در هر بنه و متوسط وزن بنه تأثیر منفی گذاشت و مقدار این شاخص‌ها را حدود ۲۰ درصد در مقایسه با تیمار عدم انجام آبیاری کاهش داد (جدول ۴). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) احتمال دادند که انجام آبیاری زعفران بلافاصله پس از کاشت، باعث اختلال در فرآیند عادی تغییرات

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تاریخ کاشت، مدیریت آبیاری و کاشت گیاهان همراه بر خصوصیات مورفولوژیک بنه‌های دختری زعفران

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for effect of planting date, irrigation management and companion plants on morphologic indices of saffron replacement corms

منابع تغییرات Source of variation	تعداد بنه دختری در هر کلون Number of replacement corms per clone	درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی Percentage of corms with contractile root	وزن کل بنه‌های دختری در هر کلون Total weight of corms per clone	وزن کل بنه‌ها بدون پوشال در هر کلون Total weight of corms without scale per clone	وزن کل پوشال بنه‌های دختری در هر کلون Total weight of scales per clone	نسبت وزن بنه به پوشال Total corms weight to scales weight ratio
تکرار-Replicate	4.4 ^{ns}	55 ^{ns}	14 ^{ns}	4.0 ^{ns}	3.2*	5.0**
تاریخ کاشت-Planting date	25.8**	5460**	132**	159**	1.7 ^{ns}	25**
تاریخ کاشت* تکرار-Replication*Planting date	3.0 ^{ns}	144 ^{ns}	5 ^{ns}	3.5 ^{ns}	0.66 ^{ns}	0.66 ^{ns}
آبیاری- Irrigation	15.6 ^{ns}	1785**	0.9 ^{ns}	2.2 ^{ns}	0.02 ^{ns}	7.3**
تاریخ کاشت* آبیاری-Planting date * Irrigation	*1.0	45 ^{ns}	85**	52**	2.86*	0.06 ^{ns}
تکرار* آبیاری (تاریخ کاشت)-Replication * Irrigation (Planting date)	2.4 ^{ns}	133 ^{ns}	26**	14.5*	2.10*	1.0 ^{ns}
گیاه همراه-Companion plant	8.5 ^{ns}	247 ^{ns}	23 ^{ns}	15.6 ^{ns}	0.56 ^{ns}	3.2**
تاریخ کاشت* گیاه همراه-Planting date* Companion plant	5.8 ^{ns}	329*	123**	69**	2.96*	1.7*
آبیاری* گیاه همراه- Irrigation * Companion plant	1.5 ^{ns}	436*	337**	171**	18.3**	1.9 ^{ns}
تاریخ کاشت* آبیاری* گیاه همراه-Planting date * Irrigation * Companion plant	6.2 ^{ns}	165 ^{ns}	94**	13.5**	3.2**	1.8*
خطا- Error	4.5	123	7.9	6.3	0.83	0.63
ضریب تغییرات- CV	26	33	12	14	22	17

ادامه جدول ۲

منابع تغییرات Source of variation	تعداد جوانه گل- دهنده در هر بنه Number of flowering buds per corm	تعداد جوانه‌های گل‌دهنده در هر کلون Total number of flowering buds per clone	تعداد کل جوانه‌ها در هر بنه Number of total buds per corm	تعداد کل جوانه‌ها در هر کلون Number of total buds per clone	وزن هر بنه دختری Average weight of replacement corms	قطر هر بنه دختری Average diameter of replacement corms
تکرار-Replicate	0.02 ^{ns}	3.5 ^{ns}	0.15 ^{ns}	17 ^{ns}	0.28 ^{ns}	0.03 ^{ns}
تاریخ کاشت Planting date	10 ^{**}	380 ^{**}	13 ^{**}	648 ^{**}	7.0 ^{**}	1.76 ^{**}
تاریخ کاشت* تکرار Replication*Planting date	0.06 ^{ns}	11.6 ^{ns}	0.62 ^{ns}	29 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.07 ^{ns}
آبیاری- Irrigation	1.4 ^{**}	0.01 ^{ns}	2.6 ^{ns}	3.6 ^{ns}	4.0 ^{**}	0.15 ^{ns}
تاریخ کشت*آبیاری Planting date* Irrigation	0.37 ^{ns}	16.3 ^{ns}	1.2 ^{ns}	47 ^{ns}	1.12 ^{ns}	0.08 ^{ns}
تاریخ کشت*آبیاری(تاریخ کشت) Replication * Irrigation (Planting date)	0.30 ^{ns}	15.8 ^{ns}	1.4 ^{ns}	161 ^{**}	0.31 ^{ns}	0.004 ^{ns}
گیاه همراه Companion plant	0.29 ^{ns}	11.7 ^{ns}	0.40 ^{ns}	184 [*]	3.0 ^{**}	0.98 ^{**}
تاریخ کشت*گیاه همراه Planting date* Companion plant	0.61 [*]	34.1 [*]	3.9 [*]	41 ^{ns}	1.27 [*]	0.10 ^{ns}
آبیاری*گیاه همراه Irrigation * Companion plant	0.56 ^{ns}	82.3 ^{**}	4.1 ^{ns}	396 ^{**}	3.75 ^{**}	0.24 [*]
تاریخ کاشت* آبیاری*گیاه همراه Planting date * Irrigation * Companion plant	0.12 ^{ns}	31.3 [*]	2.5 ^{ns}	74 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.16 ^{ns}
Error- خطا	0.22	11.5	1.30	40	0.55	0.07
ضریب تغییرات - CV	32	22	32	21	26	17

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد؛ ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار.
**, * significant at 1 and 5% level of probability, respectively and ns: no-significant.

تاثیر گیاهان همراه بر خصوصیات زراعی بنه‌های دختری
کاشت گیاهان همراه بر شاخص‌های وزن کل بنه‌های دختری در هر کلون، نسبت وزن بنه به پوشال، تعداد کل جوانه‌ها در هر کلون و نیز متوسط وزن و قطر هر بنه دختری اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). کاشت گیاهان همراه خلر و شبدر ایرانی مقدار وزن کل بنه‌های موجود در هر کلون را به ترتیب حدود ۷ و ۹ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. همچنین استفاده از گیاهان پوششی موجب شد تا نسبت وزن بنه

می‌تواند بر رشد بنه و گلدهی زعفران مؤثر باشد (Feizi et al., 2015). با این وجود، اثرات آبیاری تابستانه بر رشد و عملکرد زعفران گاه دارای تناقض‌هایی بوده و لازم است در این ارتباط تحقیقات بیشتری صورت پذیرد (Koocheki et al., 2015). برخی محققان نیز بیان داشته‌اند که آبیاری در طی تابستان دارای اثرات مثبتی بر عملکرد زعفران است، اما انجام آن به دلیل احتمال خطر عفونت قارچی برای بنه در اثر رطوبت زیاد، توصیه نشده است (Katawazy, 2013).

غذایی، تعدیل دما و رطوبت و نیز فراهمی نیتروژن نقش مهمی در بهبود رشد گیاهان ایفا می‌کنند (Pullaro et al., 2006; Shabahang et al., 2013). نتایج برخی پژوهش‌ها حاکی از آن است که مالچ حاصل از بقایای گیاهان همراه می‌تواند باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و در نهایت افزایش رشد گیاه به‌خصوص در گیاهان دارای اندام تکثیر زیرزمینی مانند زعفران شود (Sainju et al., 2006; Fallahi et al., 2014; Koocheki et al., 2015).

به پوشال افزایش یابد؛ به طوری که مقدار این شاخص در شرایط کاشت خلر و شبدر ایرانی به ترتیب ۱۸ و ۹ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. بیشترین تعداد کل جوانه‌های جانبی در هر کلون در تیمار کاشت گیاه همراه شبدر ایرانی به دست آمد. افزون بر این، استفاده از خلر به‌عنوان گیاه همراه زعفران، موجب افزایش ۲۱ درصدی متوسط وزن و ۱۷ درصدی متوسط قطر هر بنه در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول ۵). گیاهان پوششی خانواده بقولات از طریق بهبود باروری خاک، کاهش آبشویی عناصر

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات مورفولوژیک بنه‌های دختر در زعفران

Table 3- Results of mean comparisons for effect of planting date on morphologic indices of saffron replacement corms

تاریخ کاشت Planting date	تعداد بنه دختر در هر کلون Number of replacement corms per clone	درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی Percentage of corms with contractile root	وزن کل بنه‌های دختر در هر کلون Total weight of corms per clone (g)	وزن کل بنه‌ها بدون پوشال در هر کلون Total weight of corms without scale per clone (g)	وزن کل پوشال‌های بنه‌های دختر در هر کلون Total weight of scales per clone (g)	نسبت وزن بنه به پوشال Total corms weight to scales weight ratio
اول خرداد 22 May	7.0 ^b	13 ^b	24 ^a	19 ^a	3.8 ^a	5.5 ^a
اول مرداد 23 July	8.0 ^{ab}	40 ^a	24 ^a	20 ^a	3.9 ^a	5.0 ^a
اول مهر 22 September	9.4 ^a	46 ^a	19 ^b	14 ^b	4.4 ^a	3.2 ^b

تاریخ کاشت Planting date	تعداد جوانه گل-دهنده در هر بنه Number of flowering buds per corm	تعداد جوانه‌های گل‌دهنده در هر کلون Total number of flowering buds per clone	تعداد کل جوانه‌ها در هر بنه Number of total buds per corm	تعداد کل جوانه‌ها در هر کلون Number of total buds per clone	وزن هر بنه دختر Weight of replacement corms (g)	قطر هر بنه دختر Diameter of replacement corms (cm)
اول خرداد 22 May	1.97 ^a	14.6 ^a	4.2 ^a	32 ^a	3.1 ^a	1.9 ^a
اول مرداد 23 July	1.80 ^a	13.6 ^a	3.9 ^a	35 ^a	3.2 ^a	1.5 ^b
اول مهر 22 September	0.60 ^b	6.2 ^b	2.5 ^b	23 ^b	2.1 ^b	1.2 ^c

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column means with similar letters have not significantly different at 5% level of probability.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر مدیریت آبیاری بر برخی خصوصیات مورفولوژیک بنه‌های دخترى در زعفران
Table 4- Results of mean comparisons for effect of irrigation management on morphologic indices of saffron replacement corms

مدیریت آبیاری Irrigation management	تعداد بنه دخترى در هر کلون Number of replacement corms per clone	درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی Percentage of corms with contractile root	وزن کل بنه‌های دخترى در هر کلون Total weight of corms per clone (g)	وزن کل بنه‌ها بدون پوشال در هر کلون Total weight of corms without scale per clone (g)	وزن کل پوشال‌های بنه‌های دخترى در هر کلون Total weight of scales per clone (g)	نسبت وزن بنه به پوشال Total corms weight to scales weight ratio
آبیاری Irrigation	8.7 ^a	39 ^a	22.6 ^a	17.2 ^a	4.0 ^a	4.2 ^b
عدم آبیاری No- Irrigation	7.6 ^b	27 ^b	22.4 ^a	17.6 ^a	4.0 ^a	4.9 ^a

مدیریت آبیاری Irrigation management	تعداد جوانه گل- دهنده در هر بنه Number of flowering buds per corm	تعداد جوانه‌های گل‌دهنده در هر کلون Total number of flowering buds per bush	تعداد کل جوانه‌ها در هر بنه Number of total buds per corm	تعداد کل جوانه‌ها در هر کلون Number of total buds per bush	وزن هر بنه دخترى Weight of replacement corms (g)	قطر هر بنه دخترى Diameter of replacement corms (cm)
آبیاری Irrigation	1.3 ^b	11.5 ^a	3.3 ^a	29.7 ^a	2.5 ^b	1.5 ^b
عدم آبیاری No- Irrigation	1.6 ^a	11.5 ^a	3.7 ^a	30.2 ^a	3.1 ^a	1.6 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
In each column means with similar letters have not significantly different at 5% level of probability.

کاشت بهاره و اول مردادماه بیشترین مقدار شاخص سطح سبز و عملکرد علوفه در تیمار عدم آبیاری پس از کاشت حاصل شد، ولی در تاریخ کاشت مهرماه، انجام آبیاری پس از کاشت باعث افزایش این شاخص‌ها گردید (Koocheki et al., 2011). مسافری‌ضیاءالدینی و همکاران (Mosaferi Ziauddin et al., 2009) در مطالعه‌ای بیان داشتند که انجام آبیاری در اواسط مرداد عملکرد زعفران را تا ۲۰ درصد افزایش و آبیاری در نیمه تیرماه عملکرد این گیاه را ۱۷ درصد کاهش داد. بنابراین، به نظر می‌رسد انجام آبیاری تابستانه نیازمند شناخت دقیق فرآیندهای تکامل درونی بنه‌های زعفران است و عدم شناخت کافی از این فرآیندها و انجام آبیاری در زمان نامناسب، می‌تواند منجر به کاهش رشد و عملکرد این گیاه شود. با این وجود بهدانی (Behdani, 2005) گزارش کرد که کشاورزان زعفران کار در

اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی بر خصوصیات زراعی بنه‌های دخترى اثر متقابل تاریخ کاشت و مدیریت آبیاری تنها بر صفات وزن و تعداد بنه‌های دخترى موجود در هر کلون معنی‌دار بود (جدول ۲). آبیاری پس از کاشت بنه و تکرار آن در سال دوم (آبیاری-های تأخیری بهاره، تابستانه و زود هنگام پاییزه) در هر سه تاریخ کاشت موجب افزایش نسبی تعداد بنه دخترى در هر کلون شد. بیشترین مقدار وزن بنه‌های دخترى موجود در هر کلون در تیمار کاشت بنه در خرداد ماه و عدم انجام آبیاری مشاهده شد. با این وجود، انجام آبیاری در مهرماه برخلاف خردادماه، تا حدودی وزن بنه‌های دخترى موجود در هر کلون را افزایش داد (جدول ۶). در پژوهش مشابهی اثر کلی آبیاری پس از کاشت بر شاخص سطح سبز زعفران منفی گزارش شد. با این وجود واکنش گیاه به انجام آبیاری در تمام ماه‌ها یکسان نبود، به‌نحوی که در تاریخ

خصوص زمان دقیق انجام آبیاری تابستانه اطلاعات زیادی نداشته و اکثراً آن‌ها معمولاً در طی تابستان و هر زمانی که آب اضافی در اختیار داشته باشند، اقدام به این کار می‌کنند.

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر کاشت گیاهان همراه بر برخی خصوصیات مورفولوژیک بنه‌های دختر در زعفران

Table 5- Results of mean comparisons for effect of Companion crops on morphologic indices of saffron replacement corms

کاشت گیاهان همراه Companion crops	تعداد بنه دختر در هر کلون Number of replacement corms per clone	درصد بنه‌های	وزن کل بنه -	وزن کل بنه‌ها	وزن کل پوشال -	نسبت وزن بنه به پوشال Total corms weight to scales weight ratio
		دارای ریشه انقباضی Percentage of corms with contractile root	های دختر در هر کلون Total weight of corms per clone (g)	بدون پوشال در هر کلون Total weight of corm without scale per clone (g)	های بنه‌های دختری در هر کلون Total weight of scales per clone (g)	
خلر Bitter vetch	7.5 ^a	37 ^a	23.1 ^{ab}	18 ^a	4.2 ^a	5.0 ^a
شیدر ایرانی Persian clover	8.9 ^a	30 ^a	23.3 ^a	18 ^a	4.0 ^a	4.5 ^{ab}
شاهد Control	8.0 ^a	33 ^a	21.2 ^b	16 ^a	3.9 ^a	4.1 ^b

کاشت گیاهان همراه Companion crops	تعداد جوانه گل - دهنده در هر بنه Number of flowering buds per corm	تعداد جوانه‌های گل‌دهنده در هر کلون Total number of flowering buds per clone	تعداد کل جوانه‌ها در هر بنه Number of total buds per corm	تعداد کل جوانه - ها در هر کلون Number of total buds per clone	وزن هر بنه دختری Weight of replacement corms (g)	قطر هر بنه دختری Diameter of replacement corms (cm)
		خلر Bitter vetch	1.6 ^a	11.4 ^a	3.5 ^a	29 ^b
شیدر ایرانی Persian clover	1.3 ^a	12.3 ^a	3.7 ^a	34 ^a	2.5 ^b	1.4 ^b
شاهد Control	1.4 ^a	10.7 ^a	3.4 ^a	27 ^b	2.6 ^b	1.5 ^b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column means with similar letters have not significantly different at 5% level of probability.

دقیق زمان آبیاری تابستانه، بهتر است به‌جای تعداد روزهای سپری شده از پایان رشد رویشی زعفران، از واحد حرارتی یعنی مجموع دمای سپری شده از پایان رشد رویشی گیاه استفاده نمود.

باید توجه داشت که زمان دقیق آبیاری تابستانه در مکان‌های دارای شرایط اقلیمی متفاوت، فرق کرده و در یک مکان نیز در طی سال‌های مختلف، بسته به شرایط آب و هوایی می‌تواند مقداری تغییر نماید. بنابراین، به نظر می‌رسد جهت تنظیم

جدول ۶- اثر متقابل تاریخ کاشت و مدیریت آبیاری بر برخی خصوصیات مورفولوژیک بنه‌های دخترى در گیاه زعفران
 Table 6- Results of mean comparisons for interaction effects of planting date and irrigation management on morphologic indices of saffron replacement corms

تاریخ کاشت Planting date	مدیریت آبیاری Irrigation management	تعداد بنه دخترى در هر کلون Number of replacement corms per clone	وزن کل بنه‌های دخترى در هر کلون Total weight of corms per clone (g)	وزن کل بنه‌ها بدون پوشال در هر کلون Total weight of corms without scale per clone (g)
اول خرداد 22 May	آبیاری-Irrigation	7.3 ^b	22 ^{ab}	17 ^{ab}
	عدم آبیاری No- Irrigation	6.7 ^b	26.5 ^a	21 ^a
اول مرداد 23 July	آبیاری-Irrigation	8.8 ^{ab}	26.0 ^a	20 ^a
	عدم آبیاری No- Irrigation	7.2 ^b	23.0 ^{ab}	19 ^a
اول مهر 22 September	آبیاری-Irrigation	10.0 ^a	21 ^{ab}	15 ^{ab}
	عدم آبیاری No- Irrigation	8.9 ^{ab}	18 ^b	13 ^b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
 In each column means with similar letters had not significantly different at 5% level of probability.

قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد (۳۵ درصد). در مجموع استفاده از گیاهان همراه در شرایط کاشت بنه مادری در خردادماه، تأثیر بیشتری بر رشد بنه‌های دخترى زعفران داشت (جدول ۷).
 اثر متقابل مدیریت آبیاری و کاشت گیاهان همراه بر صفات درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی، وزن کل بنه‌ها و پوشال-های موجود در هر کلون، مجموع جوانه‌های گل‌دهنده هر کلون و متوسط وزن و قطر هر بنه دخترى معنی‌دار بود (جدول ۲).
 در تمامی تیمارهای گیاهان همراه، انجام آبیاری پس از هر تاریخ کاشت و تکرار آن در سال دوم، موجب افزایش درصد بنه-های دارای ریشه انقباضی شد. در شرایط انجام آبیاری‌های تأخیری بهار، تابستانه و زود هنگام پاییزه، وجود بقایای گیاهان همراه زمستانه موجب افزایش وزن بنه‌های موجود در هر کلون و تعداد جوانه‌ها شد (جدول ۸). این موضوع نشان می‌دهد که وجود بقایای گیاهی از طریق تعدیل میزان تشعشع خورشیدی و در نتیجه درجه حرارت سطح خاک، می‌تواند میزان سودمندی آبیاری تابستانه را تحت تأثیر قرار دهد.

اثر متقابل تاریخ کاشت زعفران و کشت گیاهان همراه بر شاخص‌های درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی، وزن کل بنه-های دخترى و پوشال‌های موجود در هر کلون، نسبت وزن بنه به پوشال، متوسط تعداد جوانه گل‌دهنده در هر بنه و مجموع این شاخص در هر کلون، متوسط تعداد کل جوانه‌ها در هر بنه و نیز وزن متوسط هر بنه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار وزن بنه‌های موجود در هر کلون، در شرایط کاشت بنه در خردادماه و استفاده از گیاه پوششی شبدر ایرانی به دست آمد. در تمامی تیمارهای مربوط به گیاهان همراه، تأخیر در کاشت زعفران موجب کاهش نسبت وزن بنه به پوشال شد. همچنین بیشترین مقدار شاخص‌های مربوط به رشد جوانه‌های موجود در بنه، در تاریخ کاشت خردادماه و استفاده از گیاهان همراه و کمترین مقدار این شاخص‌ها در تاریخ کاشت مهرماه و در شرایط عدم استفاده از گیاهان همراه حاصل شد. افزون بر این، در تمامی تیمارهای مربوط به گیاهان همراه، متوسط وزن بنه در دو تاریخ کاشت خرداد و مردادماه تفاوت چندانی نداشت (به ترتیب ۳/۱ و ۳/۲ گرم)، اما در تاریخ کاشت مهرماه مقدار این شاخص کاهش

جدول ۷- اثر متقابل تاریخ کاشت و کشت گیاهان همراه بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بنه‌های دختره در گیاه زعفران

Table 7- Results of mean comparisons for interaction effects of planting date and associated crops on morphologic indices of saffron replacement corms

تاریخ کاشت Planting date	گیاهان همراه Companion crops	درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی Percentage of corms with contractile root	وزن کل بنه‌های دختره در هر کلون Total weight of corms per clone (g)	وزن کل بنه‌ها بدون پوشال در هر کلون Total weight of corms without scale per clone (g)	نسبت وزن بنه به پوشال Total corms weight to scales weight ratio
اول خرداد 22 May	Bitter vetch - خلر	10.5 ^c	22.4 ^{ab}	17.2 ^{abc}	6.1 ^a
	شبدر ایرانی Persian clover	12.3 ^c	27.1 ^a	21.4 ^a	5.9 ^{ab}
	شاهد-Control	17.0 ^c	22.3 ^{ab}	17.1 ^{abc}	4.4 ^{cd}
اول مرداد 23 July	Bitter vetch - خلر	43.3 ^{ab}	21.7 ^{ab}	18.3 ^{abc}	5.2 ^{abc}
	شبدر ایرانی Persian clover	41.8 ^{ab}	27.0 ^a	21.3 ^a	4.6 ^{bcd}
	شاهد-Control	36.6 ^b	23.2 ^{ab}	19.0 ^{ab}	5.1 ^{abc}
اول مهر 22 September	Bitter vetch - خلر	57.5 ^a	25.1 ^a	18.6 ^{ab}	3.7 ^{de}
	شبدر ایرانی Persian clover	35.0 ^b	14.9 ^b	10.5 ^c	2.9 ^e
	شاهد-Control	44.5 ^{ab}	18.1 ^{ab}	12.8 ^{bc}	2.8 ^e

تاریخ کاشت Planting date	گیاهان همراه Companion crops	تعداد جوانه گل‌دهنده در هر بنه Number of flowering buds per corm	تعداد جوانه‌های گل- دهنده در هر کلون Total number of flowering buds per clone	تعداد کل جوانه‌ها در هر بنه Number of total buds per corm	وزن هر بنه دختره Weight of replacement corms (g)
اول خرداد 22 May	Bitter vetch - خلر	2.18 ^a	15.6 ^a	4.36 ^{abc}	3.36 ^a
	شبدر ایرانی Persian clover	2.08 ^a	16.6 ^a	5.06 ^a	3.43 ^a
	شاهد-Control	1.66 ^{ab}	11.5 ^{ab}	3.11 ^{bcd}	2.58 ^{ab}
اول مرداد 23 July	Bitter vetch - خلر	1.85 ^{ab}	11.6 ^{ab}	3.41 ^{a-d}	3.65 ^a
	شبدر ایرانی Persian clover-	1.38 ^{bc}	13.5 ^a	3.75 ^{a-d}	2.73 ^{ab}
	شاهد-Control	2.16 ^a	15.8 ^a	4.53 ^{ab}	3.21 ^a
اول مهر 22 September	Bitter vetch - خلر	0.76 ^{cd}	7.0 ^{bc}	2.81 ^{bcd}	2.80 ^{ab}
	شبدر ایرانی Persian clover	0.58 ^d	6.8 ^{bc}	2.30 ^d	1.40 ^c
	شاهد-Control	0.46 ^d	4.8 ^c	2.56 ^{cd}	2.05 ^{bc}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column means with similar letters had not significantly different at 5% level of probability.

آبیاری تابستانه نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. بیشترین مقدار وزن و قطر متوسط هر بنه نیز در تیمار عدم انجام آبیاری و در شرایط استفاده از گیاه همراه خلر به دست آمد (جدول ۸).

اثرات مفید وجود بقایای گیاهی بر رشد و عملکرد زعفران به اثبات رسیده است (Shabahang et al., 2013; Rezvani- (Moghaddam et al., 2013). با این وجود، هر گونه تصمیم‌گیری در خصوص تاثیر بقایای گیاهی بر میزان سودمندی

جدول ۸- اثر متقابل مدیریت آبیاری و کاشت گیاهان همراه بر برخی خصوصیات مورفولوژیک بنه‌های دختری در گیاه زعفران

Table 8- Results of mean comparisons for interaction effects of irrigation management and companion crops on morphologic indices of saffron replacement corms

مدیریت آبیاری Irrigation management	گیاهان همراه Companion crop	درصد بنه‌های دارای ریشه انقباضی Percentage of corms with contractile root	وزن کل بنه‌های دختری در هر کلون Total weight of corms per clone (g)	وزن کل بنه‌ها بدون فلس در هر کلون Total weight of corms without scale per clone (g)	وزن کل پوشال‌های بنه‌های دختری در هر کلون Total weight of scales per clone (g)
آبیاری Irrigation	خلر Bitter vetch	48.2 ^a	25.0 ^a	19.3 ^a	4.2 ^a
	شبدر ایرانی Persian clover	34.4 ^{ab}	26.5 ^a	19.7 ^a	4.9 ^a
	شاهد-Control	34.1 ^{ab}	16.4 ^b	12.6 ^b	2.8 ^b
عدم آبیاری No-irrigation	خلر Bitter vetch	26.0 ^b	21.2 ^{ab}	16.8 ^{ab}	4.2 ^a
	شبدر ایرانی Persian clover	25.0 ^b	20.0 ^{ab}	15.9 ^{ab}	3.0 ^b
	شاهد-Control	31.3 ^{ab}	26.0 ^a	20.1 ^a	4.9 ^a

مدیریت آبیاری Irrigation management	گیاهان همراه Companion crop	تعداد جوانه‌های گل-دهنده در هر کلون Total number of flowering buds per clone	تعداد کل جوانه‌ها در هر کلون Number of total buds per clone	وزن هر بنه دختری Weight of replacement corms (g)	قطر هر بنه دختری Diameter of replacement corms (cm)
آبیاری Irrigation	خلر Bitter vetch	11.4 ^a	27.1 ^b	3.1 ^a	1.8 ^a
	شبدر ایرانی Persian clover	14.4 ^a	38.5 ^a	2.6 ^{ab}	1.3 ^b
	شاهد-Control	8.5 ^b	23.4 ^b	1.8 ^b	1.3 ^b
عدم آبیاری No-irrigation	خلر Bitter vetch	11.4 ^a	31.1 ^{ab}	3.4 ^a	1.8 ^a
	شبدر ایرانی Persian clover	10.2 ^a	28.4 ^{ab}	2.4 ^{ab}	1.3 ^b
	شاهد-Control	12.8 ^a	31.1 ^{ab}	3.4 ^a	1.7 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column means with similar letters had not significantly different at 5% level of probability.

گیاهان همراه توأم با انجام آبیاری پس از کاشت موجب بهبود صفت مذکور شد. بیشترین مقدار نسبت وزن بنه به پوشال نیز در تیمار ترکیبی تاریخ کاشت خردادماه، استفاده از گیاه همراه شبدر ایرانی و عدم انجام آبیاری پس از کاشت حاصل شد. افزون بر این، تعداد جوانه‌های گل‌دهنده موجود در هر کلون نیز در تاریخ-های کاشت خرداد و مردادماه بیشتر بود و تأثیر آبیاری پس از کاشت بر صفت مذکور نیز در تاریخ کاشت مردادماه بازدارنده و

اثرات متقابل سه گانه تاریخ کاشت، مدیریت آبیاری و کاشت گیاهان همراه بر شاخص‌های وزن کل بنه‌های زعفران در هر کلون، وزن پوشال‌های موجود در هر کلون، نسبت وزن بنه به پوشال و تعداد جوانه‌های گل‌دهنده موجود در هر کلون معنی‌دار بود (جدول ۲). در تاریخ کاشت خردادماه، استفاده از گیاهان همراه و عدم انجام آبیاری پس از کاشت بر وزن بنه‌های زعفران اثر مثبت داشت، درحالی‌که در تاریخ کاشت مهرماه، استفاده از

در تاریخ کاشت مه‌ماه نسبتاً مفید بود (جدول ۹).

جدول ۹- اثر متقابل تاریخ کاشت، مدیریت آبیاری و کاشت گیاهان همراه بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بنه‌های دختری در گیاه زعفران
Table 9- Results of mean comparisons for interaction effects of planting date, irrigation management and Companion crops on morphologic indices of saffron replacement corms

تاریخ کاشت Planting date	مدیریت آبیاری Irrigation management	گیاهان همراه Companion crops	وزن کل بنه‌های دختری در هر کلون Total weight of corms per clone (g)	وزن کل بنه‌ها بدون پوشال در هر کلون Total weight of corms without scale per clone (g)	وزن کل پوشال‌های بنه‌های دختری در هر کلون Total weight of scales per clone (g)	نسبت وزن بنه به پوشال Total corms weight to scales weight ratio	تعداد جوانه- های گل‌دهنده در هر کلون Total number of flowering buds per clone
اول خرداد 22 May	آبیاری Irrigation	Bitter vetch - خلر	20.3 ^{def}	16.0 ^{e-h}	2.5 ^g	6.3 ^{ab}	14.6 ^{abc}
		Persian clover- شبدر ایرانی	25.2 ^{bcd}	18.7 ^{def}	4.1 ^{b-g}	4.7 ^{c-f}	17.6 ^{ab}
		شاهد-Control	19.2 ^{def}	14.9 ^{e-h}	3.5 ^{c-g}	4.1 ^{efg}	11.0 ^{b-f}
	عدم آبیاری No-irrigation	Bitter vetch - خلر	24.6 ^{cd}	18.5 ^{def}	4.5 ^{b-f}	5.8 ^{a-d}	16.6 ^{abc}
		Persian clover- شبدر ایرانی	29.0 ^{bc}	24.2 ^{abc}	3.5 ^{c-g}	7.1 ^a	15.6 ^{abc}
		شاهد-Control	25.4 ^{bcd}	19.4 ^{c-f}	4.9 ^{a-e}	4.7 ^{b-f}	12.0 ^{b-f}
اول مرداد 23 July	آبیاری Irrigation	Bitter vetch - خلر	25.6 ^{bcd}	20.1 ^{cde}	3.8 ^{b-g}	5.2 ^{b-e}	13.3 ^{bcd}
		Persian clover- شبدر ایرانی	36.2 ^a	27.8 ^a	5.4 ^{abc}	4.3 ^{c-g}	14.3 ^{bcd}
		شاهد-Control	25.5 ^{efg}	11.5 ^{ghi}	2.6 ^{fg}	4.3 ^{c-g}	10.6 ^{c-f}
	عدم آبیاری No-irrigation	Bitter vetch - خلر	17.8 ^{ef}	16.6 ^{efg}	3.8 ^{b-g}	5.1 ^{b-e}	10.0 ^{c-g}
		Persian clover- شبدر ایرانی	19.3 ^{def}	14.8 ^{fgh}	3.2 ^{efg}	4.9 ^{b-e}	12.6 ^{b-f}
		شاهد-Control	31.0 ^{ab}	26.5 ^{ab}	4.4 ^{b-g}	5.9 ^{abc}	21.0 ^a
اول مهر 22 September	آبیاری Irrigation	Bitter vetch - خلر	29.2 ^{bc}	21.9 ^{bcd}	6.5 ^a	3.2 ^{fgh}	06.3 ^{e-h}
		Persian clover- شبدر ایرانی	18.2 ^{ef}	12.4 ^{ghi}	5.2 ^{a-d}	2.3 ^h	11.3 ^{b-f}
		شاهد-Control	14.5 ^{f^g}	11.3 ^{hi}	2.4 ^g	3.0 ^{gh}	04.0 ^{gh}
	عدم آبیاری No-irrigation	Bitter vetch - خلر	21.1 ^{de}	15.5 ^{e-h}	4.3 ^{b-g}	4.2 ^{d-g}	07.6 ^{d-h}
		Persian clover- شبدر ایرانی	11.6 ^g	8.7 ⁱ	2.4 ^g	3.6 ^{e-h}	02.3 ^h
		شاهد-Control	21.7 ^{de}	14.4 ^{fgh}	5.5 ^{ab}	2.7 ^{gh}	05.6 ^{fgh}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column means with similar letters have not significantly different at 5% level of probability.

نتیجه‌گیری

وزن متوسط بنه‌های دختری اثر منفی داشت. با این وجود، تأثیر آبیاری در تاریخ‌های مختلف کاشت و در شرایط وجود یا عدم وجود بقایای گیاهان همراه، مقداری متفاوت بود. اثر آبیاری در مه‌ماه تا حدودی (۱۵ درصد) بر وزن بنه‌های موجود در هر کلون مثبت بود. همچنین، در شرایط انجام آبیاری تابستانه، وجود بقایای گیاهان همراه زمستانه موجب افزایش وزن بنه‌های موجود در هر کلون و تعداد جوانه‌ها شد. کاشت گیاهان همراه

بر اساس نتایج این پژوهش بهترین تاریخ کاشت بنه مادری در مزارع بذری زعفران جهت بهبود بیشتر صفات مورد مطالعه، اول خرداد ماه بود. همچنین آبیاری زعفران بلافاصله پس از کاشت و نیز تکرار آبیاری در سال دوم (آبیاری‌های تأخیری بهاره، تابستانه و زود هنگام پاییزه) بر اکثر صفات مورفولوژیکی بنه‌های دختری زعفران مانند تعداد جوانه در هر بنه و نیز قطر و

انجام آبیاری پس از کاشت بنه در این تاریخ کاشت و نیز بکارگیری گیاهان همراه موجب بهبود شاخص‌های رشدی بنه-های دخترى زعفران گردید.

نیز موجب بهبود برخی خصوصیات زراعی بنه‌های دخترى زعفران مانند نسبت وزن بنه به پوشال (۱۴ درصد)، تعداد جوانه-های موجود در هر کلون (۱۴ درصد) و وزن متوسط بنه (۱۰ درصد) شد. درمجموع کاشت زعفران در اول خرداد ماه، عدم

منابع

- Aghhavani-Shajari, M., Rezvani-Moghaddam, P., Koocheki, A.R., Fallahi, H.R., and Taherpour-Kalantari, R. 2015. Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy & Technology* 2 (4): 311-322. (In Persian with English Summary).
- Behdani, M.A. 2005. Ecological zoning and monitoring of saffron yield fluctuations in Khorasan. Ph.D Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Behdani, M.A., and Fallahi, H.R. 2015. Saffron: Technical knowledge and research-based approaches. University of Birjand Publication. (In Persian).
- Fallahi, H.R., Paravar, A., Behdani, M.A., Aghhavani-Shajari, M., and Fallahi, M.J. 2014. Effects of saffron corm and leaf extracts on early growth of some plants to investigate the possibility of using them as associated crop. *Notulae Scientia Biologica* 6 (3): 282-287.
- Farooq, S., and Koul, K.K. 1983. Changes in gibberellin like activity in corms of saffron plant (*Crocus sativus* L.) during dormancy and sprouting. *Journal of Plant Biochemistry* 178: 685-691.
- Feizi, H., Mollafilabi, A., Sahabi, H., and Ahmadian, A. 2015. Effect of summer irrigation and conservation tillage on flower yield and qualitative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy & Technology* 2 (4): 255-263. (In Persian with English Summary).
- Ghasemi-Rooshnavand, R., Hashemiyeh, M., and Afzalian, M. 2009. Planting, conservation and harvesting stages of saffron. Yazd Agriculture Organization, Iran. Issue 132. P33. (In Persian).
- Ghobadi, F., Ghorbani Javid, M., and Sorooshzadeh, A. 2015. Effects of planting date and corm size on flower yield and physiological traits of saffron (*Crocus sativus* L.) under Varamin plain climatic conditions. *Saffron Agronomy & Technology* 2(4): 265-276. (In Persian with English Summary).
- Katawazy, A.S. 2013. A comprehensive study of Afghan saffron. Afghanistan Investment Support Agency. 46p.
- Koocheki, A., Najibnia, S., and Lalehgani, B. 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7 (1): 163-172. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A.R., Rezvani-Moghaddam, P., Fallahi, H.R., and Aghhavani-Shajari, M. 2011. Effects of spring, summer and fall planting dates and irrigation with cover crops application on saffron forage yield. 1st National Conference about Opportunity Methods for Sustainable Agriculture. Payam Noor University, Ahvaz. 6p. (In Persian with English Summary).
- 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.R., Fallahi, H.R., Amiri, M.B., and Ehyaei, H.R. 2015a. Effects of humic acid application and mother corm weight on yield and growth of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Agroecology* (Accepted for

- Publication). (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A.R., Rezvani-Moghaddam, P., and Fallahi, H.R. 2015b. Effects of planting dates, irrigation management and cover crops on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Agroecology*. (Accepted for Publication). (In Persian with English Summary).
- Kumar, R., Virendra, S., Kiran, D., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Reviews International* 25:44-85.
- Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., and Fallahi, H.R. 2011. Effects of planting pattern and the first irrigation date on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Agroecology* 3 (1): 84-93. (In Persian with English Summary).
- Mosaferi Ziauddin, H., Alizadeh, A., and Mousavi, S.J. 2009. Effect of summer irrigation on saffron yield. *Science and Technology of Agriculture* 21: 163-169. (In Persian with English Summary).
- Naderi Darbaghshahi, M.R., Banitab, A.R., and Bahari, B. 2012. Evaluating the possibility of saffron and chamomile mixed culture. *African Journal of Agricultural Research* 7 (20): 3060-3065.
- Osmani-Roudi, H.R., Masoumi, A., Hamidi, H., and Razavi, S.A.R. 2015. Effects of first irrigation date and organic fertilizer treatments on Saffron (*Crocus sativus* L.) yield under Khaf climatic conditions. *Saffron Agronomy & Technology* 3 (1): 25-33. (In Persian with English Summary).
- Pazoki, A., Karaminejad, M., and Foladi Targhi, A. 2011. Effects of planting dates and genotypes on yield of Saffron. *Crop Physiology Journal* 2 (8): 3-28. (In Persian with English Summary).
- Pullaro, T.C., Marino, P.C., Jackson, D.M., Harrison, H.F., and Keinath, A.P. 2006. Effects of killed cover crop mulch on weeds, weed seeds, and herbivores. *Agriculture Ecosystem and Environment* 115: 97-104.
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013. The effects of different levels of applied wheat straw in different dates on saffron (*Crocus sativus* L.) daughter corms and flower initiation criteria in the second year. *Saffron Agronomy & Technology* 1 (1): 55-70. (In Persian with English Summary).
- Rezvani-Moghaddam, P., Mohammad-Abadi, A.A., Fallahi, H.R., and Aghhavabi-Shajari, M. 2014. Effects of nutrient management on flower yield and corm characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Horticultural Science* 28 (3): 427-434. (In Persian with English Summary).
- Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on Saffron flowering. Publication of Scientific and Research Organization of Iran. Khorasan Institute, Annual Report. (In Persian).
- Sadeghi, B., Hosseini, M., Masroori, M., and Mollafilabi, A. 2013. Effect of nutrition in bed on enlargement of saffron corm. Research Project for Institute of Food Science and Technology, Khorasan Razavi, Iran. 23p. (In Persian).
- Sainju, U.M., Singh, B.P., Whitehead, W.F., and Wang, S. 2006. Carbon supply and storage in tilled and non-tilled soils as influenced by cover crops and nitrogen fertilization. *Journal of Environmental Quality* 35: 1507-1517.
- Shabahang, J., Khorramdel, S., Amin Ghafari, A., and Gheshm, R. 2013. Effects on management of crop residues and cover crop planting on density and population of weeds and agronomical characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research* 1 (1): 57-72. (In Persian with English Summary).

The Study of Saffron (*Crocus Sativus* L.) Replacement Corms Growth in Response to Planting Date, Irrigation Management and Companion Crops

Alireza Koocheki^{1*}, Parviz Rezvani Moghaddam¹, Hamid-Reza Fallahi² and Mahsa Aghhavani-Shajari³

1. Professor of Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad,

2. Assistant Professor, Saffron Research Group, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

3. Ph.D Student in Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

(*-Corresponding author E-mail: Akooch@um.ac.ir)

Received: 14 July, 2015

Accepted: 8 September, 2015

Selection of suitable mother corms is an important factor for achieving optimum yield in saffron. In order to investigate the effect of some agronomic factors on the growth of replacement corms of saffron, an experiment was done at the Faculty of Agriculture, the Ferdowsi University of Mashhad, Iran during 2009-2011. The experimental treatments consisted of planting on the following dates (22 May, 22 July and 22 September, 2009), irrigation management (Irrigation and no irrigation after each planting date and repeating them in the second year in late spring, summer and early autumn irrigations) and companion crops [Persian clover (*Trifolium resupinatum*), Bitter vetch (*Vicia ervilia*) (*Lathyrus sativus*) and control], that were arranged in a split-split plot experiment based on a randomized complete block design with 3 replications. Sampling of replacement corms was done after the second growth cycle of saffron in May, 2011. The results showed that with delay in corm planting from May to September, the number of replacement corms and percentage of corms with contractile root increased by 25 and 33%, respectively. However, the amounts of total weight of replacement corms per clone, mean number of flowering buds per corm, mean number of total buds per corm, mean weight and mean diameter of replacement corms planted in July were 21, 70, 40, 32 and 37% higher than those planted in September, respectively. Irrigation increased the amount of contractile roots and number of replacement corms per clone (12%), but decreased the amount of mean number of flowering buds (19%), mean number of total buds (11%) and mean weight (19%) and diameter (8%) of replacement corms. Moreover, application of companion crops had a partially positive impact on the indices of growth of replacement corms of saffron such as follows: the total weight of replacement of corms per clone (8%), corms to scales weight ratio (14%), number of flowering buds (10%) and mean weight of replacement corm (10%). Overall, mother corm planting during real dormancy, no irrigation after planting and during summer as well as application of associated crops have a positive effect on the mean weight of replacement corms as the main important factor in saffron flowering.

Keywords: Flowering bud, Bitter vetch, Persian clover, Real dormancy, Summer Irrigation.