مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۲، شماره ۴، ۱۳۹۰ (۳۹۱-۳۷۹)

ارزیابی اثر تراکم بالای بنه و سه روش کاشت بر برخی از ویژگی‌های زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.) و رفتار بنه‌ها

علیرضا کوچکی[۱]، لیلا تبریزی[۲]*، مریم جهانی[۳] و علی اصغر محمد آبادی[۴]
۱، ۳، ۴، استاد، دانشجوی دکتری و مربی آموزشی گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲، استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱۲ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱/۲۸)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تراکم‌های بالا و روش‌های مختلف کشت بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) بر برخی خصوصیات زراعی و رفتار بنه‌ها، مطالعه‌ای در سه سال زراعی ۸۶-۸۵، ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷ بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار درمزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایشی سه روش مختلف کشت بصورت ردیفی، کپه‌ای و تصادفی (پخشی) و تراکم‌های مختلف بنه بر مبنای سه سطح تراکم کم، متوسط و زیاد (به‌ترتیب معادل ۴، ۸ و ۱۲ تن بنه در هکتار) در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تراکم بنه در هر سه سال بهره‌برداری از زمین، تعداد گل، وزن تر و خشک گلهای تولید شده، وزن تر و خشک کلاله در واحد سطح را تحت تأثیر قرار داد به‌طوری‌که با افزایش تراکم از سطح ۴ به ۱۲ تن بنه در هکتار، میانگین صفات مذکور از روندی افزایشی برخوردار بود. در کل مدت بهره‌برداری از مزرعه، کشت ردیفی نسبت به دو روش کشت کپه‌ای و تصادفی، منجر به افزایش تعداد گل، وزن تر و خشک گلهای تولید شده در واحد سطح شد. نوع روش کشت نیز بر وزن تر کلاله در دو سال اول و بر وزن خشک کلاله در هر سه سال تأثیر گذار بود و بیشترین وزن تر و خشک کلاله در روش کشت ردیفی نسبت به دو روش کپه‌ای و تصادفی حاصل شد. تعداد بنه دختری تولید شده در واحد سطح تنها در سال دوم تحت تأثیر تیمارهای تراکم بنه و روش کاشت قرار گرفتند، به‌طوری‌که تراکم ۱۲ تن بنه در هکتار، تعداد بنه‌های تولیدی را به‌میزان ۳۰/۸۱٪ نسبت به تراکم کم افزایش داد. همچنین روش کشت کپه‌ای نسبت به کشت ردیفی تعداد بنه دختری بیشتری تولید کرد (۴۳/۰۷٪). در هیچ یک از سال‌های مورد مطالعه وزن تر و خشک بنه‌های دختری تولید شده در واحد سطح، تحت تأثیر تراکم بنه قرار نگرفتند اما، در طی سال اول تحقیق، تغییر روش کشت از ردیفی به کپه‌ای و تصادفی منجر به کاهش وزن تر و خشک بنه‌ها در واحد سطح شد. اثر متقابل تراکم و روش کشت تنها در سال اول بر تعداد گل، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک کلاله در واحد سطح تأثیرگذار بود و در سال سوم تعداد، وزن تر و خشک بنه تولید شده را تحت تأثیر قرار داد.

واژه‌های کلیدی: عملیات زراعی، عملکرد گل، بنه دختری، زعفران

* نویسنده مسئول: لیلا تبریزی تلفن: ۰۹۱۲-۳۸۳۱۳۶۴ E-mail: L.tabrizi@ut.ac.ir

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) متعلق به خانواده Iridaceae از دیرباز به عنوان محصولی نقدی و ارزآور برای کشور مطرح بوده است (Kafi, 2002). اصولاً زعفران در دنیا و به‌طور مشابهی در ایران، بدلیل داشتن صفات ویژه بیولوژیکی، فیزیولوژیکی و زراعی در زمین‌های حاشیه‌ای و نظام‌های زراعی کم نهاده قابل کشت می‌باشد که بر این اساس می‌توان آن را بعنوان گیاهی جایگزین در نظام‌های کشاورزی پایدار (Ghorbani & Koocheki, 2007; Koocheki et al., 2009; Gresta et al., 2008) و با قابلیت بهره‌برداری قابل توجه در زمین‌های حاشیه‌ای و کم بازده (Temperini et al., 2009) در نظر گرفت. علیرغم اینکه سهم عمده تولید زعفران جهان به ایران اختصاص دارد، اما نگاهی به آمار تولید زعفران در کشور حاکی از پایین بودن عملکرد در واحد سطح مزارع زعفران نسبت به کشورهایی از قبیل اسپانیا و ایتالیا می‌باشد (Permeh et al., 2009). با توجه به اینکه در حال حاضر، تقاضا برای زعفران در بازارهای جهانی رو به افزایش می‌باشد، لذا ضرورت بازنگری در روش‌های تولید و مدیریت به‌زراعی زعفران و توسعه فناوری‌های نوین جهت ارتقا و بهبود تولید این محصول حائز اهمیت است.

در مناطق تولید زعفران، علاوه بر عوامل اقلیمی و خاکی، یکسری مسائل به‌زراعی از قبیل سن مزرعه، روش کشت، نحوه و فواصل آبیاری (Koocheki et al., 2007)، تاریخ کشت، تراکم بنه، عمق کاشت، وزن (اندازه) بنه، مدیریت عناصر غذایی، کنترل علف‌های هرز، تنظیم‌کننده‌های رشد، برداشت و مدیریت پس از برداشت نیز باید به نحوی بهینه‌سازی گردند که کارامدترین نتیجه را بر کمیت و کیفیت زعفران تولیدی بگذارند (Kumar et al., 2009). در میان عوامل فوق، تراکم بنه و الگوی کشت بمنظور حصول عملکرد بهینه حائز اهمیت می‌باشند (Naderi Darbaghshahi et al., 2008; Kafi, 2002). با توجه به اینکه کشت و تکثیر زعفران از طریق بنه صورت می‌گیرد (Kumar et al., 2009; Kafi, 2002)، لذا، انتخاب تراکم بنه مناسب علاوه بر اینکه دوره بهره‌برداری این محصول را افزایش می‌دهد، منجر به افزایش عملکرد و کاهش فاصله زمانی بین کاشت تا حصول عملکرد اقتصادی محصول نیز می‌گردد (Naderi Darbaghshahi et al., 2008). تراکم بنه بسته به روش کشت، دانش بومی کشاورزان و وزن (اندازه) بنه‌های مورد استفاده متفاوت می‌باشد (Mollafilabi, 2004). در همین راستا، انتخاب تراکم کشت مناسب و تاکید بر الگوهای کشت پر تراکم در اولین سال‌های کشت برای کسب عملکرد بالا و کاهش طول دوره بهره‌برداری از مزارع زعفران بایستی مد نظر قرار گیرد.

Behnia & Mokhtari (2010) در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی اثر روش‌های کشت و تراکم بنه بر عملکرد زعفران انجام دادند، اظهار داشتند که تراکم ۱۰ بنه در فاصله ۳۰ سانتی‌متر روی هر ردیف و یا ۱۵ بنه در هر کپه، منجر به حصول بهترین عملکرد می‌گردد. از آنجا که زعفران در ایران بصورت سنتی کشت می‌شود لذا، در این گونه زراعت تراکم بنه‌ها با احتساب ۳ تا ۱۵ بنه در هر کپه معادل ۳۷/۵ تا ۱۷۸/۵ بنه در مترمربع خواهد بود (Mollafilabi, 2004; Kafi, 2002). برخی مطالعات حاکی از آن است که با افزایش تراکم بنه، میزان عملکرد زعفران افزایش می‌یابد (Alavi Shahri et al., 1994; Badiyala & Saroch, 1997). در تحقیق دیگری عنوان شد که تراکم کشت بالا (۱۷۷/۶ بنه در مترمربع) منجر به کسب بالاترین عملکرد زعفران شد، به‌طوری‌که تجدید کشت زعفران در دوره‌های زمانی کوتاهتر از طریق کشت بنه با حداکثر تراکم (۱۷۷/۶ بنه در مترمربع) زمینه ساز بهره‌برداری بهتر از مزارع زعفران شد (Naderi Darbaghshahi et al., 2008). Temperini et al. (2009) در بررسی سه سطح تراکم بنه کم، متوسط و زیاد (تراکم بر اساس تعداد بنه در مترمربع) در گیاه زعفران، اظهار داشتند اگرچه پارامترهای مختلف در تراکم متوسط و بالای بنه برتری نشان دادند، اما تراکم متوسط به کشاورزان توصیه می‌شود، زیرا در این سطح تراکم، عملکردهای نسبتاً مشابهی با تراکم بالا بدست آمد. نتایج تحقیق ارزیابی دو سطح تراکم کم (۵۵ بنه در مترمربع) و تراکم بالا (۷۵ بنه در مترمربع) در زعفران نشان داد که افزایش تراکم تأثیر مثبتی بر تعداد گل در واحد سطح می‌گذارد که متعاقباً عملکرد کلاله را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Gresta et al., 2009). همچنین

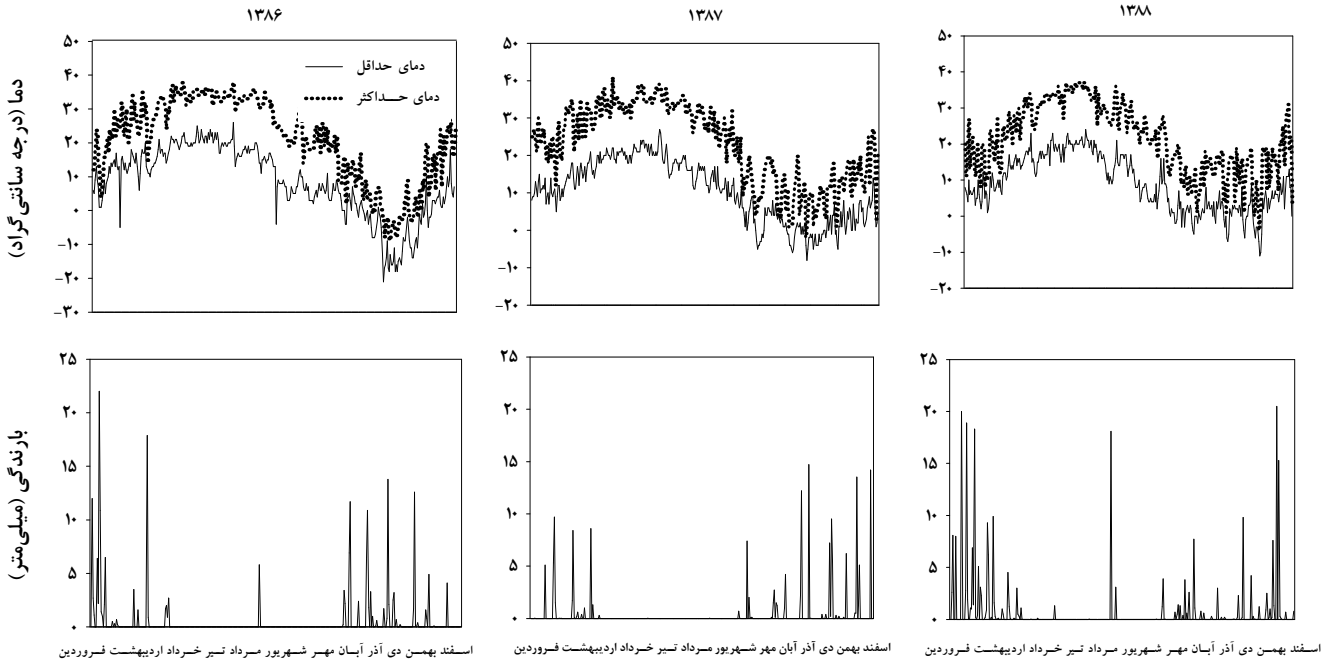
De Juan et al. (2009) با بررسی دو سطح تراکم بوته (۵۱ و ۶۹ بنه در مترمربع) در زعفران اظهار داشتند که تراکم کمتر منجر به افزایش تولید در بنه‌هایی شد که در ابتدا کشت شده بودند، در حالی که افزایش تراکم، عملکرد در واحد سطح را افزایش داد. نامبردگان عنوان کردند که اگر عملکرد بر حسب کیلوگرم در بنه‌های کشت شده بیان شود، تراکم بهینه، تراکم کمتر است و اگر وزن کلاله در واحد سطح کشت مطرح باشد، تراکم بالا مناسب‌تر می‌باشد.

بطور سنتی، در اکثر مناطق تولید زعفران، بنه‌ها در بسترهای صاف و مسطح کشت می شوند که در این حالت انجام عملیات زهکشی بطور مناسب و برداشت گل به‌راحتی امکان پذیر است (Rangahau, 2003). در ایران کشت زعفران عمدتا بصورت شیوه‌های سنتی و به شکل کرتی و کپه‌ای و در موارد اندکی بصورت پشته‌ای رایج می‌باشد (Mollafilabi, 2004). هرچند در برخی مطالعات برتری کشت ردیفی زعفران برای دستیابی به عملکرد بالا عنوان شده است (Kafi, 2002; Ghalavand & Abdollahian Noghani, 1994) و الگوهای کشت پر تراکم بنه‌ها، بصورت منفرد در هر ردیف کشت (بجای چند بنه در کپه) پیشنهاد شده است (Mollafilabi, 2004). نتایج تحقیق Behnia (2008) حاکی از برتری کشت ردیفی با تراکم متوسط و یا تراکم زیاد بنه نسبت به کشت کپه‌ای در تراکم‌های مختلف (کم، متوسط و زیاد) می‌باشد. Behdani et al. (2010) در مطالعه‌ای که بر روی مزارع زعفران طی دو سال انجام دادند، عنوان کردند که بیش از ۶۰٪ مزارع زعفران بصورت کپه‌ای کشت می شوند. بطور کلی، هرچند که زراعت زعفران در ایران به‌شکل عمده بصورت سنتی و به شیوه کرتی است با این وجود نتایج متفاوتی بر سر برتری کشت ردیفی بر کپه‌ای و یا حتی کشت کرتی و جوی و پشته‌ای مطرح می‌باشد. لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی این موضوع انجام شد که در شرایط کشت زعفران به شیوه‌های رایج فعلی، چه تراکمی بهینه است و آیا استفاده از الگوهای کشت پر تراکم می‌تواند عدم سودآوری محصول را در طی ۲ سال اول کشت جبران کند؟ ثانیا چه روش‌های کشتی اعم از ردیفی، کپه‌ای و تصادفی (پخشی) می‌توانند عملکرد مناسبی را ارائه دهند؟

مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سه سال زراعی ۸۶-۸۵، ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷ بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (به‌طول جغرافیایی '۲۸ °۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی '۱۵ °۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر) انجام شد. در شکل ۱، میانگین درجه حرارت و بارندگی در طی سه سال آزمایش در شهر مشهد ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی شامل الف) روش‌های مختلف کشت بصورت ردیفی، کپه‌ای و تصادفی (پخشی) بودند که برای این منظور در روش کشت ردیفی فواصل کشت روی ردیف بر اساس تراکم‌های مورد نظر و در روش کشت کپه‌ای و تصادفی بر اساس تعداد بنه در واحد سطح در نظر گرفته شد. در کشت کپه‌ای در هر کپه سه بنه منظور شد و در کشت تصادفی یا پخشی بنه‌های موردنظر بصورت تصادفی در عمق ۱۰ سانتی‌متری در سطح کرت پخش گردیده و روی آن با خاک پوشانیده شد. ب) تراکم‌های مختلف بنه بر مبنای سه سطح تراکم کم، متوسط و زیاد (به‌ترتیب معادل ۴، ۸ و ۱۲ تن بنه در هکتار) در نظر گرفته شد که با احتساب متوسط وزن هر بنه بین ۱۰-۸ گرم، فواصل کشت و تعداد بنه مورد نظر جهت هر تراکم برآورد شده و بر آن اساس اقدام به کشت گردید. بنه‌ها از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. بافت خاک مکان آزمایش سیلتی-لومی و دارای ۰/۱۸۶٪ نیتروژن و به‌ترتیب ۳/۵ و ۳۱۰/۱ پی.پی.ام.، فسفر و پتاسیم بود. اسیدیته خاک ۷/۷۸ و میزان هدایت الکتریکی حدود ۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر برآورد شد. کود گاوی کاملا پوسیده به‌میزان ۲۰ تن در هکتار در کرتهای آزمایشی طی سال‌های آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. ابعاد هر کرت آزمایشی ۱×۲ مترمربع بود که در هر کرت بنه‌ها بر اساس فواصل ردیف مربوط به هر تیمار تراکم و تعداد بنه در واحد سطح کشت گردیدند. فاصله بین کرت‌ها در هر تکرار ۰/۵ متر و بین بلوک‌ها ۲ متر (با احتساب جوی‌های آبیاری) بود. کشت در ۱۴ مهرماه ۱۳۸۶ انجام گرفت و آبیاری اول همزمان با کاشت بصورت سنگین و آبیاری دوم یک هفته بعد بصورت سبک و به‌منظور تسهیل خروج برگها

از خاک انجام پذیرفت. در فاصله بین دو آبیاری نیز یک مرتبه سله‌شکنی خاک صورت گرفت. نمونه‌برداری از کرتهای آزمایشی همزمان با شروع گلدهی آغاز شده و تا پایان دوره گلدهی ادامه یافت. در هر نمونه‌گیری در زمان گلدهی گلهای ظاهر شده به‌صورت روزانه جمع آوری و شمارش شد و سپس جهت توزین (وزن تر و خشک) به آزمایشگاه منتقل و در مرحله بعد، وزن گل و کلاله به‌صورت جداگانه اندازه‌گیری شد. مجموع وزن گل و کلاله در طی دوره گلدهی به عنوان عملکرد آن جزء در هر کرت در نظر گرفته شد. همچنین بخشی از ابعاد کرتها به نمونه‌گیری تخریبی اختصاص داده شد که برای این منظور هر سال در انتهای فصل رویش، تعداد دو بوته از هر کرت خارج شده و تعداد، وزن تر و خشک بنه‌های دختری اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده با استفاده از نرم‌افزار SAS Inst., 2002 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ جهت مقایسه میانگین‌های هر فاکتور استفاده شد. رسم اشکال با استفاده از نرم‌افزار SigmaPlot version 10.0 و Excle صورت گرفت.



شکل ۱- وضعیت میانگین درجه حرارت و بارندگی طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۶ در شهر مشهد

نتایج

تعداد گل در واحد سطح

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در طی سه سال آزمایش (جدول ۱) نشان می‌دهد که تراکم بنه در هر سه سال آزمایش، تعداد گل در واحد سطح را تحت تأثیر قرار داد (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که بیشترین تعداد گل در کل مدت بهره‌برداری از مزرعه در تراکم بنه ۱۲ تن در هکتار بدست آمد. افزایش تراکم از سطح ۴ به ۱۲ تن بنه در هکتار، منجر به افزایش تعداد گل به‌میزان ۹۵/۶۴، ۱۲۷/۸۴ و ۱۴۰/۸۳٪ به‌ترتیب طی سال‌های اول، دوم و سوم تحقیق شد (جدول ۲). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، روش کاشت نیز مشابه تراکم در هر سه سال بر تعداد گل در واحد سطح تأثیرگذار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۱) و نتایج حاکی از برتری کشت ردیفی نسبت به دو روش کشت کپه‌ای و تصادفی در افزایش تعداد گل در واحد سطح بود. کاربرد روش کشت تصادفی منجر به کاهش تعداد گل گردید به‌طوری‌که در طی سال اول آزمایش، اختلاف معنی‌داری بین هر سه روش کشت وجود داشت ولی اختلاف موجود بین دو روش کشت ردیفی و تصادفی بیشتر مشهود بود به‌طوری‌که در کشت تصادفی، تعداد گل از کاهش ۷۷/۷۴ و ۵۸/۵۲ درصدی به‌ترتیب نسبت به دو روش

کشت ردیفی و کپه‌ای برخوردار بود در حالی که کشت کپه‌ای نسبت به ردیفی ۴۶/۳۳٪ کاهش در تعداد گل را به‌همراه داشت (جدول ۲). تعداد گل در سال دوم و سوم نیز از روند مشابهی تبعیت می‌کرد و کشت تصادفی منجر به کاهش تعداد گل تولیدی به‌میزان ۵۵/۸۸ و ۵۳/۷۸٪ نسبت به کشت ردیفی به‌ترتیب طی سال‌های دوم و سوم شد. در حالی که به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین دو روش کشت ردیفی و کپه‌ای از لحاظ تعداد گل تولیدی در واحد سطح در سال دوم و سوم مشاهده نشد (جدول ۲).

اثر متقابل تراکم و روش کشت تنها در سال اول بر تعداد گل در واحد سطح تأثیرگذار بود (P<۰/۰۵) (جدول۱) به‌طوری‌که در این سال بیشترین تعداد گل در تراکم بالا (۱۲ تن بنه در هکتار) و کشت ردیفی حاصل شد (۱۱/۷۳ گل در مترمربع) (شکل۲). همانگونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، در کلیه سطوح تراکم‌های موجود (۴، ۸ و ۱۲ تن بنه در هکتار) کشت ردیفی با تولید بیشترین تعداد گل بر دو روش کشت دیگر برتری نسبی نشان می‌دهد.

وزن تر و خشک گل

در طی هر سه سال بهره‌برداری از مزرعه، وزن تر و خشک گلهای تولید شده تحت تأثیر تراکم بنه قرار گرفتند (P<۰/۰۵) و همانگونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، تراکم بالا (۱۲ تن بنه در هکتار) نسبت به دو سطح تراکم کم و متوسط بنه، بیشترین وزن تر گل را به خود اختصاص داد به‌طوری‌که با کاهش تراکم بنه به ۴ تن در هکتار، وزن تر گلهای تولیدی به‌میزان ۴۶/۷۸، ۶۱/۲۸ و ۶۵/۳۵٪ نسبت به تراکم بالای بنه به‌ترتیب طی سال‌های اول تا سوم آزمایش کاهش نشان داد ولی در مجموع اختلاف بارزی بین سطوح تراکم ۴ و ۸ تن بنه در هکتار مشاهده نشد. همچنین با افزایش تراکم بنه از سطح ۴ به ۱۲ تن در هکتار، وزن خشک گل ۲/۰۱، ۲/۶۱ و ۲/۴۶ برابر به‌ترتیب طی سال‌های اول تا سوم افزایش یافت. هرچند که میانگین وزن خشک گل بین تراکم‌های ۴ و ۸ تن بنه در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت ولی اختلاف معنی‌داری بین تراکم ۱۲ تن در هکتار با تراکم‌های ۴ و ۸ تن بنه در هکتار ملاحظه شد (جدول ۲).

روش کاشت نیز در کل سال‌های این تحقیق بر وزن تر و خشک گل تأثیر گذار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۱) به‌طوری‌که با تغییر روش کاشت از ردیفی به تصادفی، وزن تر و خشک گل در واحد سطح به‌میزان قابل توجهی کاهش نشان داد و از روندی مشابه با تعداد گل تبعیت می‌کرد. میزان افت وزن تر گل از ۷۵/۵۱، ۵۷/۵۴ و ۶۷/۶۴، به‌ترتیب طی سال‌های اول تا سوم متغیر بود (جدول ۲). هرچند که طی سال‌های دوم و سوم آزمایش تفاوت معنی‌داری در میانگین وزن تر گل بین دو روش کشت کپه‌ای و تصادفی مشاهده نشد ولی در طی سال اول این تفاوت معنی‌دار بود و کشت تصادفی منجر به ۵۹/۶۱٪ کاهش وزن تر گل نسبت به کشت کپه‌ای شد (جدول ۲). براساس نتایج موجود، کاربرد کشت تصادفی نسبت به ردیفی، منجر به کاهش وزن خشک گل به‌میزان ۷۸/۳، ۶۲/۷ و ۵۹/۵۸٪ به‌ترتیب طی سال‌های اول تا سوم تحقیق شد. همانگونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، این اختلاف یا افت وزنی در طی سال اول بیشتر از دو سال دیگر بود و در طی سال‌های دوم و سوم (جدول ۲)، هرچند که عملا اختلاف معنی‌داری بین روش کشت کپه‌ای و تصادفی ملاحظه نشد ولی روش کشت کپه‌ای نیز مشابه ردیفی، منجر به افزایش وزن خشک گل در مقایسه با کشت تصادفی شد. در طی سال اول، تغییر روش کشت از تصادفی به کپه‌ای منجر به ۶۰/۶۴٪ افت وزن خشک گل شد.

وزن تر و خشک گل تنها در سال اول تحت تأثیر اثر متقابل تراکم بنه و روش کاشت قرار گرفت (P<۰/۰۵) (جدول ۱)، به‌طوری‌که در هر سه سطح تراکم بنه (کم، متوسط و زیاد) استفاده از روش کشت ردیفی منجر به تولید بالاترین وزن تر گل شد که به‌ویژه در سطح تراکم ۱۲ تن بنه در هکتار اختلاف بارزی با کشت تصادفی نشان داد (۱۱/۳۶ برابر افزایش در کشت ردیفی نسبت به تصادفی). بین میانگین‌های مشاهده شده در کشت کپه‌ای نسبت به ردیفی اختلاف قابل‌توجهی وجود نداشت (شکل ۲). مشابه با وزن تر گل، روش کشت ردیفی در هر سه سطح تراکم مورد مطالعه (کم، متوسط و زیاد) بیشترین وزن خشک گل را تولید کرد و افت قابل‌توجهی با انتخاب روش کشت تصادفی در هر سه سال نسبت به دو روش کشت دیگر خصوصا کشت

ردیفی ملاحظه شد. در سطح تراکم بنه ۱۲ تن در هکتار، وزن خشک گل ۱۱/۰۲ برابر بیشتر از کشت تصادفی بود (۹۰/۹۲٪ افت وزن خشک گل در کشت تصادفی) (شکل ۲).

وزن تر و خشک کلاله

بر اساس نتایج موجود (جدول ۱)، وزن تر و خشک کلاله‌های تولیدی در واحد سطح در طی هر سه سال آزمایش تحت تأثیر تراکم بنه قرار گرفت (P<۰/۰۵) و با افزایش تراکم از سطح ۴ به ۱۲ تن بنه در هکتار، روندی افزایشی در وزن تر کلاله ملاحظه شد. با کاهش تراکم بنه از ۱۲ به ۴ تن در هکتار، وزن تر کلاله به‌ترتیب طی سال‌های اول تا سوم، به‌میزان ۵۹/۸۸، ۴۹/۷۶ و ۶۵/۸۱٪ از روندی کاهشی برخوردار بود (جدول ۲).

به‌همین ترتیب، افزایش تراکم از سطح ۴ به ۱۲ تن بنه در هکتار منجر به حصول بالاترین وزن خشک کلاله شد. همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، در تراکم‌های کم بنه (۴ تن در هکتار) در مقایسه با تراکم بالا (۱۲ تن در هکتار) با کاهش تعداد بنه در واحد سطح، وزن خشک کلاله تولیدی در طی سال‌های اول تا سوم به‌ترتیب به‌میزان ۵۳/۳۳، ۶۰/۰ و ۵۹/۷۴٪ کاهش یافت. به‌عبارت دیگر داده‌ها حاکی از آن است که درصد کاهش وزن خشک کلاله در مقایسه با مقادیر مربوط به تراکم بالا، تقریباً در محدوده نزدیک به نصف یا کمی بیشتر می‌باشد (جدول ۲).

نوع روش کشت نیز بر وزن تر کلاله در دو سال اول و بر وزن خشک کلاله در هر سه سال بهره‌برداری از زمین تأثیرگذار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۱). نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر کلاله در روش کشت ردیفی ملاحظه شد که با دو روش کپه‌ای و تصادفی اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲) و علیرغم این‌که در سال سوم تحقیق اختلاف بین میانگین‌های وزن تر کلاله به‌لحاظ آماری معنی‌دار نبود با وجود این، وزن تر کلاله در روش کشت ردیفی و کپه‌ای حدود ۲/۲۵ برابر بیشتر از کشت تصادفی بود (جدول ۲). کاربرد کشت تصادفی نسبت به کشت ردیفی، منجر به ۷۸/۴۳٪ کاهش در وزن تر کلاله در سال اول شد در حالی که در سال دوم، وزن تر کلاله در کشت ردیفی نسبت به دو روش کپه‌ای و تصادفی از روندی افزایشی به‌میزان تقریباً ۵۶/۷۷٪ برخوردار بود (جدول ۲).

مشابه با سایر صفات مورد بررسی، کشت ردیفی در

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی در زعفران تحت تأثیر تیمارهای تراکم بنه و روش کشت طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۶

		میانگین مربعات							
سال اول (۱۳۸۶)	درجه آزادی	تعداد گل	وزن تر گل	وزن خشک گل	وزن تر کلاله	وزن خشک کلاله	تعداد بنه	وزن تر بنه	وزن خشک بنه
تکرار	۲	۳/۶۲۲	۰/۰۸۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۰	۲۳۲۲/۳۴	۳۲۹۲۰/۳۸	۴۱۶۵/۲۰
تراکم	۲	۳۰/۰۸۷*	۰/۶۳۲*	۰/۰۵۰۱*	۰/۰۰۸۰*	۰/۰۰۰۷۹*	۵۳۰۸/۵۴	۲۰۳۳/۳۳	۲۱۴۸/۷۹
روش کاشت	۲	۸۲/۵۱۴*	۱/۰۷۴*	۰/۱۰۹*	۰/۰۰۹۶*	۰/۰۰۱۵۰*	۲۶۹۲/۸۰	۲۶۴۳۵/۵۵*	۳۱۱۱/۲۲*
تراکم × روش کاشت	۴	۱۷/۰۳۲*	۰/۳۱۴*	۰/۰۲۳*	۰/۰۰۱۶*	۰/۰۰۰۳۵*	۲۷۹۳/۳۸	۳۴۳۶/۲۱	۸۳۵/۳۱
خطای آزمایش	۱۶	۳/۲۱۲	۰/۰۶۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۷	۳۷۸۶/۷۵	۴۴۵۰/۰۳	۹۱۶/۹۲
سال دوم (۱۳۸۷)									
تکرار	۲	۲۹/۲۶۸۰	۱/۱۰۰۸	۰/۰۲۸۵۲	۰/۰۱۱۱۱	۰/۰۰۰۴۴	۱۷۵۰۶/۷۰۰۶	۹۳۶۱۸/۱۴۷	۲۲۱۴۱/۲۴۲
تراکم	۲	۴۴/۴۷۴۸*	۱/۵۳۹۳*	۰/۰۴۶۶۳*	۰/۰۳۱۴۵*	۰/۰۰۰۷۷*	۳۶۲۷۳/۸۷۹*	۲۳۰۲/۷۸۳	۳۹۶۰/۲۸۹
روش کاشت	۲	۲۰/۰۷۰۵*	۰/۷۴۶۳*	۰/۰۳۰۰۲*	۰/۰۱۳۲۶*	۰/۰۰۰۴۷*	۴۰۱۲۲/۸۳۹*	۵۶۷۲۵/۵۸۰	۲۳۲۲۰/۱۰۰
تراکم × روش کاشت	۴	۲/۹۹۰۲	۰/۱۴۵۲	۰/۰۰۳۵۵	۰/۰۰۰۴۹	۰/۰۰۰۰۵	۴۸۶۸۸/۲۶*	۱۲۷۸۳۳/۹۵۲	۲۷۶۶۰/۸۴۲
خطای آزمایش	۱۶	۵/۲۲۱۱	۰/۱۹۹۴	۰/۰۰۶۷۷	۰/۰۰۲۸۳	۰/۰۰۰۱۰۴	۱۰۵۷۷/۴۷	۱۰۵۰۲۶/۱۰۱	۲۴۸۵۱/۴۷
سال سوم (۱۳۸۸)									
تکرار	۲	۲۳/۸۷۷۶	۱/۱۸۱۲۶	۰/۰۵۶۴	۰/۰۲۵۰۰	۰/۰۰۱۰۵	۶۰۵۹/۹۹۵۹	۵۰۰۲۴/۴۰۷۱	۱۵۲۲۰/۵۹۳۸
تراکم	۲	۳۱۹/۱۳۶۰*	۷/۳۳۲۳*	۰/۳۰۵۸*	۰/۰۵۵۰۳*	۰/۰۰۵۰۹*	۲۱۷۸/۳۱۶۸	۱۹۸۶۰/۴۵۶۱	۲۸۷۳/۶۴۲۳
روش کاشت	۲	۲۰۹/۹۰۳۹*	۶/۳۰۰۲*	۰/۲۳۷۱*	۰/۰۲۶۰۴	۰/۰۰۳۹۱*	۴۴۸۵/۸۴۷۷	۴۳۸۷۹/۱۴۶۶	۳۵۲۴/۶۶۱۵
تراکم × روش کاشت	۴	۱۰/۹۷۶۴	۰/۷۰۵۱	۰/۰۲۵۳	۰/۰۰۵۶۲	۰/۰۰۰۵۱	۱۸۹۵۲/۲۴۱۲*	۱۲۵۵۷۳/۹۶۲۸*	۳۳۹۲۴/۰۴۳۲*
خطای آزمایش	۱۶	۴۷/۵۷۶۲	۱/۶۵۸۰	۰/۰۵۹۳۱	۰/۰۱۴۵	۰/۰۰۰۷۹	۶۱۷۵/۴۲۸۸	۲۷۴۳۴/۶۷۰	۸۹۴۹/۶۸۷۸

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی و رفتار بنه‌ها تحت تأثیر تراکم بنه و روش کشت در گیاه زعفران طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۶

		تعداد گل (در مترمربع)	وزن تر گل (گرم/مترمربع)	وزن خشک گل (گرم/مترمربع)	وزن تر کلاله (گرم/مترمربع)	وزن خشک کلاله (گرم/مترمربع)	تعداد بنه (در مترمربع)	وزن تر بنه (گرم/مترمربع)	وزن خشک بنه (گرم/مترمربع)
سال ۱۳۸۶									
تراکم (تن در هکتار)	۴	۳/۳۹۹	۰/۴۶۱	۰/۱۲۵	۰/۰۳۴۱۱	۰/۰۱۴۳۳	۱۳۹/۸۲	۲۱۷/۰۴	۸۰/۳۵
	۸	۳/۵۷۲	۰/۳۶۸	۰/۱۲۱	۰/۰۳۲۷۸	۰/۰۱۳۲۲	۱۸۷/۹۶	۲۳۹/۴۳	۱۰۱/۰۴
	۱۲	۶/۶۴۹	۰/۸۶۶	۰/۲۵۲	۰/۰۸۵۱۱	۰/۰۳۰۰۰	۱۶۹/۴۴	۲۴۵/۶۱	۱۱۰/۵۸
	LSD	۱/۷۹۱	۰/۲۶۲	۰/۰۷۳	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸۶	۶۱/۵۰	۶۶/۶۶	۳۰/۲۶
روش کاشت	ردیفی	۷/۷۴۲	۰/۹۱۵	۰/۲۸۱۶	۰/۰۸۳۴۴	۰/۰۳۲۷۷۸	۱۸۴/۲۶	۲۹۵/۶۵	۱۱۸/۳۰
	کپه‌ای	۴/۱۵۴	۰/۵۵۶	۰/۱۵۵۷	۰/۰۵۰۶۷	۰/۰۱۷۷۷۸	۱۵۰/۰۰	۲۱۲/۶۸	۹۰/۷۸
	تصادفی	۱/۷۲۳	۰/۲۲۴	۰/۰۶۱۴	۰/۰۱۷۸۹	۰/۰۰۷۰۰	۱۶۲/۹۶	۱۹۳/۷۶	۸۲/۸۹
	LSD	۱/۷۹۱	۰/۲۶۲	۰/۰۷۳	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸۶	۶۱/۵۰	۶۶/۶۶	۳۰/۲۶
سال ۱۳۸۷									
تراکم (تن در هکتار)	۴	۲/۸۰۹	۰/۴۴۶	۰/۰۸۲	۰/۱۰۵۰۰	۰/۰۱۰۱۱۱	۳۴۲/۵۹	۷۸۴/۶	۳۲۱/۴۰
	۸	۲/۳۳۴	۰/۴۲۶	۰/۰۸۷	۰/۱۰۹۲۲	۰/۰۰۹۱۱۱	۳۳۴/۲۶	۷۷۵/۴	۳۳۵/۴۶
	۱۲	۶/۴۰۰	۱/۱۵۲	۰/۲۰۹	۰/۲۰۹۴۴	۰/۰۲۵۶۶۷	۴۴۸/۱۵	۸۰۶/۶	۳۶۲/۶۶
	LSD	۲/۲۸۳	۰/۴۴۶	۰/۰۸۲	۰/۰۵۳۲	۰/۰۱۰۲۰	۱۰۲/۸	۳۲۳/۹	۱۵۷/۵
روش کاشت	ردیفی	۵/۳۴۳	۰/۹۸۷	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵۵۶	۰/۰۲۱۶۶۷	۳۰۰/۹۳	۸۷۹/۲	۳۹۳/۳۷
	کپه‌ای	۳/۸۴۳	۰/۶۱۷	۰/۱۲۳	۰/۱۱۹۳۳	۰/۰۱۶۰۰۰	۴۳۰/۵۶	۷۵۷/۱	۳۳۳/۸۳
	تصادفی	۲/۳۵۷	۰/۴۱۹	۰/۰۶۹	۰/۱۱۸۷۸	۰/۰۰۷۲۲۲	۳۹۳/۵۲	۷۳۰/۳	۲۹۲/۳۱
	LSD	۲/۲۸۳	۰/۴۴۶	۰/۰۸۲	۰/۰۵۳۲	۰/۰۱۰۲۰	۱۰۲/۸	۳۲۳/۹	۱۵۷/۵
سال ۱۳۸۸									
تراکم (تن در هکتار)	۴	۸/۱۶۲	۰/۹۲۴	۰/۲۴۴	۰/۰۸۰۷۸	۰/۰۳۱۲۲	۲۶۳/۸۹	۴۵۰/۱۱	۲۲۹/۰۴
	۸	۱۱/۲۱۰	۱/۳۸۷	۰/۳۳۸	۰/۱۳۳۰۰	۰/۰۴۲۸۹	۲۵۳/۷۰	۴۷۱/۰۲	۲۲۲/۱۳
	۱۲	۱۹/۶۵۷	۲/۶۶۷	۰/۵۹۹	۰/۲۳۴۵۶	۰/۰۷۷۰۰	۲۳۳/۳۳	۵۳۹/۸۹	۲۵۵/۹۵
	LSD	۶/۸۹۳	۱/۲۸۷	۰/۲۴۳	۰/۱۲۰۵	۰/۰۲۸۲	۷۸/۵۳	۱۶۵/۵	۹۴/۵۴
روش کاشت	ردیفی	۱۶/۱۱۳	۲/۱۴۲	۰/۵۲۷	۰/۱۸۰۵۶	۰/۰۶۸۲۲	۲۵۲/۷۸	۵۵۴/۲۴	۲۵۶/۹۵
	کپه‌ای	۱۵/۴۷۰	۲/۱۴۳	۰/۴۴۱	۰/۱۸۰۴۴	۰/۰۵۵۴۴	۲۷۱/۳۰	۴۹۱/۹۳	۲۳۲/۳۵
	تصادفی	۷/۴۴۶	۰/۶۹۳	۰/۲۱۳	۰/۰۸۷۳۳	۰/۰۲۷۴۴	۲۲۶/۸۵	۴۱۴/۸۵	۲۱۷/۸۰
	LSD	۶/۸۹۳	۱/۲۸۷	۰/۲۴۳۴	۰/۱۲۰۵	۰/۰۲۸۲	۷۸/۵۳	۱۶۵/۵	۹۴/۵۴

مقایسه با دو روش کشت دیگر در وزن خشک کلاله برتری نشان داد، به‌طوری‌که بین میانگین‌های وزن خشک کلاله در سال اول اختلاف بیشتری موجود بود و در طی سال‌های دوم و سوم بین کشت ردیفی و کپه‌ای نسبت به تصادفی به‌لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و از روندی مشابه در این دو سال تبعیت می‌کرد (جدول ۲). نتایج موجود بیانگر آن‌است که در سال اول، روش کشت تصادفی در مقایسه با کشت ردیفی و کپه‌ای منجر به کاهش وزن خشک کلاله به‌ترتیب به‌میزان ۷۸/۱۲ و ۵۸/۸۲٪ گردید (جدول ۲). همچنین در کشت تصادفی نسبت به ردیفی، طی سال‌های دوم تا سوم به‌ترتیب به‌میزان ۶۶/۶۶ و ۶۰/۳٪ کاهش در وزن خشک کلاله مشاهده شد در حالی که اختلاف معنی‌داری در میانگین این صفت بین کشت کپه‌ای و تصادفی در طی سال‌های دوم و سوم بهره‌برداری از زمین وجود نداشت (جدول ۲).

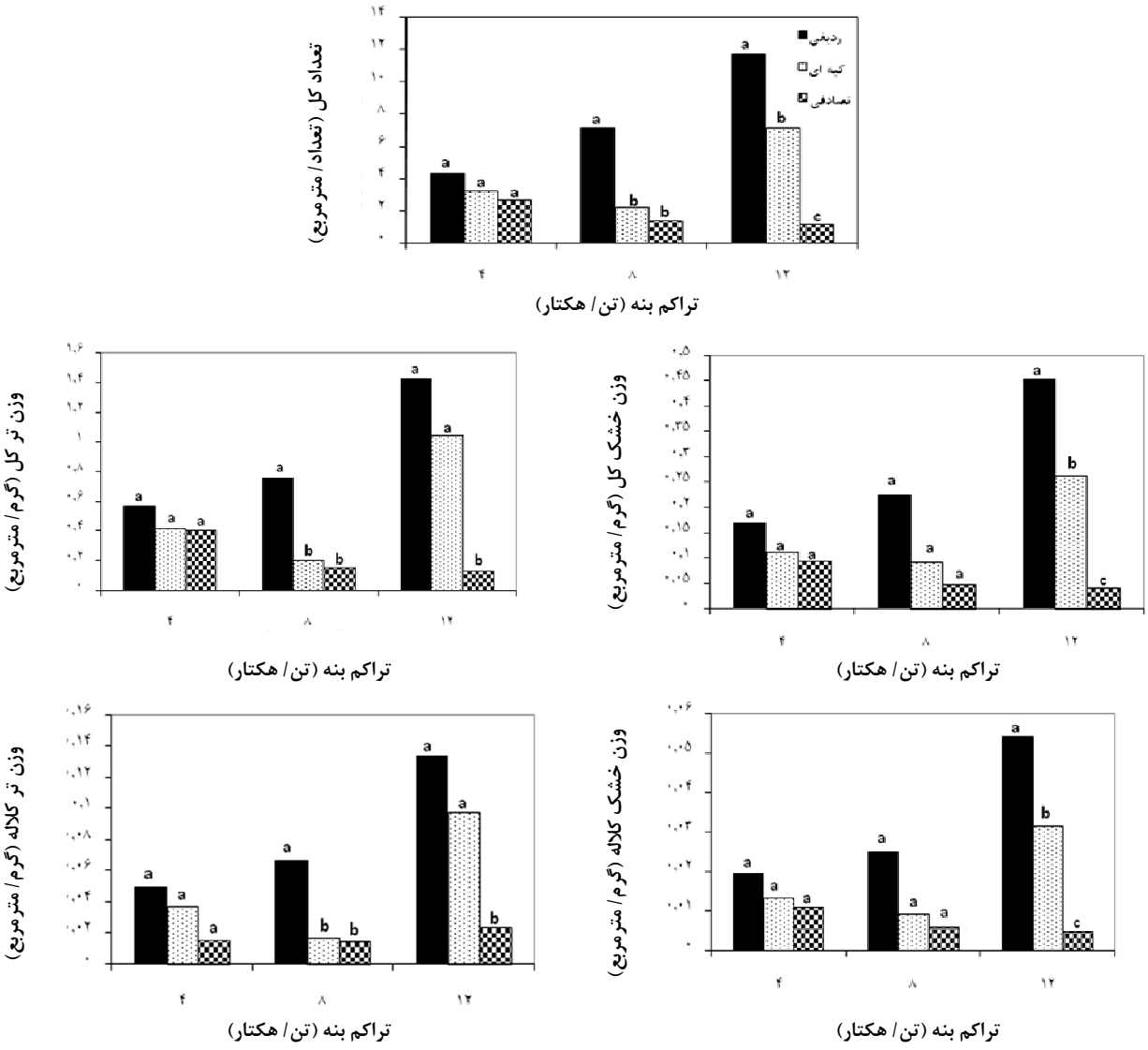
وزن تر و خشک کلاله فقط در سال اول آزمایش تحت تأثیر اثر متقابل تراکم بنه و روش کشت قرار گرفت ($P<0/05$) (جدول ۱). کشت ردیفی در هر سه سطح تراکم مورد استفاده (۴، ۸ و ۱۲ تن بنه در هکتار) از بیشترین وزن تر کلاله برخوردار بود و به‌ویژه در سطوح تراکم ۸ و ۱۲ تن بنه در هکتار اختلاف بین دو روش ردیفی و تصادفی مشهودتر و به‌لحاظ آماری معنی‌دار بود به‌طوری‌که با تغییر روش کاشت از ردیفی به تصادفی، وزن تر گل در سطوح تراکم بنه ۸ و ۱۲ تن در هکتار به‌ترتیب به‌میزان ۸۲/۸۳ و ۷۷/۸۷٪ کاهش یافت (شکل ۲). بیشترین وزن خشک کلاله در سطح تراکم بنه ۱۲ تن در هکتار و در کشت ردیفی حاصل شد (۱۳/۵ برابر بیشتر نسبت به کشت تصادفی)، به‌طوری‌که با کاربرد کشت تصادفی خصوصا در سطح تراکم بنه ۸ و ۱۲ تن در هکتار، کمترین وزن خشک کلاله بدست آمد (۹۲/۶٪ افت وزن خشک کلاله در کشت تصادفی در

تراکم بنه ۱۲ تن در هکتار) (شکل ۲).

تعداد بنه دختری

تیمارهای تراکم بنه و روش کاشت تنها در سال دوم بهره‌برداری از زمین، تعداد بنه دختری را تحت تأثیر قرار دادند (P<۰/۰۵) ولی در سال اول و سوم، این صفت تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار نگرفت (P>۰/۰۵) (جدول ۱). در سال دوم آزمایش (جدول ۲)، افزایش تراکم بنه از سطح ۴ به ۱۲ تن در هکتار، منجر به افزایش تعداد بنه‌های دختری در واحد سطح شد به‌طوری‌که الگوی کشت با تراکم بالای بنه (۱۲ تن در هکتار)، تعداد بنه‌های تولید شده در واحد سطح را به‌میزان ۳۰/۸۱٪ افزایش داد. همچنین روش کشت کپه‌ای تعداد بنه دختری بیشتری نسبت به کشت ردیفی تولید کرد (۴۳/۰۷٪) و تفاوت معنی‌داری بین این دو روش کشت ملاحظه شد (P<۰/۰۵) هرچند که کشت تصادفی اختلاف معنی‌داری با دو روش ردیفی و کپه‌ای نشان نداد.

تعداد بنه‌های دختری تولید شده در واحد سطح در طی سال‌های دوم و سوم مطالعه تحت تأثیر اثر متقابل تراکم بنه و روش کاشت قرار گرفت (P<۰/۰۵) (جدول۱). با افزایش تراکم بنه از سطح ۴ به ۱۲ تن در هکتار، بیشترین تعداد بنه تولیدی در روش کشت تصادفی (۲/۱۲ برابر بیشتر نسبت به کشت ردیفی) در سال دوم و در روش کشت ردیفی (۱/۹ برابر بیشتر نسبت به کشت تصادفی) در سال سوم حاصل شد (شکل۳).



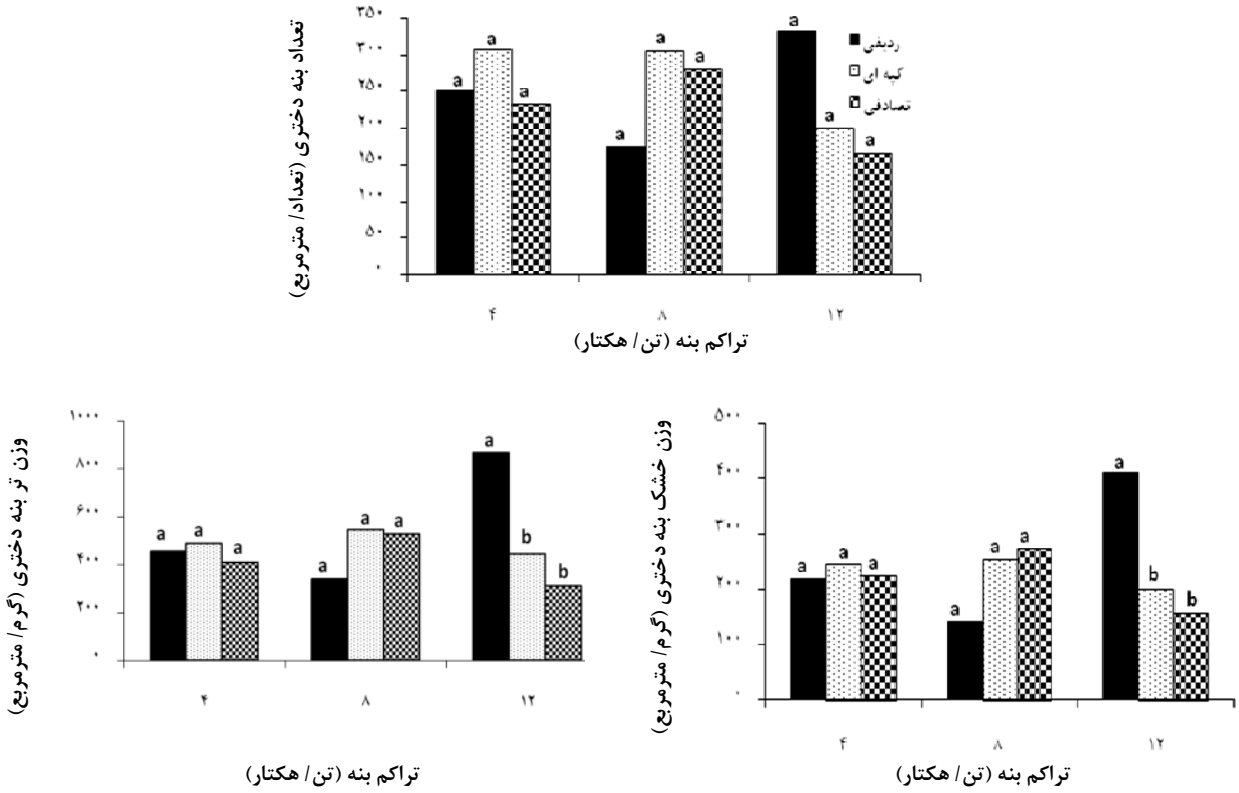
شکل ۲- اثر متقابل تراکم بنه و روش‌های مختلف کشت بر برخی صفات زراعی زعفران در سال ۱۳۸۶

وزن تر و خشک بنه دختری

در هیچ یک از سال‌های مورد مطالعه وزن تر و خشک بنه‌های دختری تولید شده در واحد سطح، تحت تأثیر تراکم بنه قرار نگرفت (P>۰/۰۵)، در حالی که روش کشت بر وزن تر بنه‌های دختری تنها در سال اول بهره‌برداری از زمین تأثیرگذار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۱)، به‌طوری‌که نتایج موجود حاکی از برتری کشت ردیفی بر دو روش کشت دیگر در افزایش وزن تر بنه‌های دختری است به‌طوری‌که تغییر روش کشت از ردیفی به کپه‌ای و تصادفی منجر به کاهش وزن تر بنه به‌ترتیب به‌میزان ۲۸/۰۶ و ۳۴/۴۶٪ شد (جدول ۲).

همچنین، وزن خشک بنه‌های دختری تنها در سال اول آزمایش تحت تأثیر روش‌های کشت قرار گرفت (P<۰/۰۵) (جدول ۱). براساس اطلاعات مندرج در جدول ۲، استفاده از کشت ردیفی نسبت به سایر روش‌های کشت منجر به افزایش وزن خشک بنه‌های تولیدی شد، به‌طوری‌که در روش کشت ردیفی ۴۲/۷۱٪ افزایش در وزن خشک بنه نسبت به کشت تصادفی ملاحظه شد و علیرغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو روش کشت ردیفی و کپه‌ای نتایج حاکی از افزایش ۳۰/۳۱٪ در وزن خشک بنه‌های دختری در روش کشت ردیفی نسبت به کپه‌ای می‌باشد.

اثر متقابل تراکم بنه و روش کاشت تنها در سال سوم بهره‌برداری از مزرعه، وزن تر و خشک بنه‌های دختری را تحت تأثیر قرار داد (P<۰/۰۵) (جدول ۱). با افزایش تراکم بنه به سطح ۱۲ تن در هکتار همراه با روش کشت ردیفی، بیشترین وزن تر و خشک بنه‌های تولید شده بدست آمد. در همین سطح از تراکم، استفاده از کشت تصادفی نسبت به ردیفی، ۶۴/۱۷٪ کاهش وزن تر بنه را به‌همراه داشت که بیانگر مزیت کشت ردیفی نسبت به تصادفی در شرایط تراکم بالا در ارتباط با وزن تر بنه‌های دختری بود (شکل ۳). همچنین، در سطح تراکم بنه ۱۲ تن در هکتار، با تغییر الگوی کاشت از ردیفی به کپه‌ای و تصادفی به‌ترتیب وزن خشک بنه‌های دختری به‌میزان ۵۱/۲۲ و ۶۲/۱۲٪ کاهش نشان داد (شکل ۳). البته در سایر سطوح تراکم کم و متوسط بنه در روش‌های متفاوت کشت، وزن خشک بنه‌های دختری در واحد سطح از روند مشخصی تبعیت نکرد.



شکل ۳- اثر متقابل تراکم بنه و روش‌های مختلف کشت بر تعداد، وزن تر و وزن خشک بنه‌های دختری زعفران در سال ۱۳۸۸

بحث

بطور کلی نتایج این مطالعه در طی سه سال نشان داد استفاده از الگوهای کشت پر تراکم یعنی افزایش تراکم بنه در واحد سطح از ۴ به ۱۲ تن در هکتار بر اکثر صفات مورد مطالعه اعم از تعداد گل، وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله تأثیر مناسبی داشته است، به‌طوری‌که با افزایش سطح تراکم، این صفات از روند افزایشی برخوردار بودند.

در حقیقت آنچه مشخص است استفاده از تراکم‌های بالا منجر به حضور تعداد بنه بیشتر در واحد سطح می‌شود که انتظار می‌رود افزایش تعداد بنه در واحد سطح، تولید تعداد گل بیشتر و متعاقبا وزن گل و عملکرد کلاله بیشتری را بدنبال داشته باشد. در همین ارتباط، Gresta et al. (2010) اظهار داشتند تعداد گل و وزن کلاله بطور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم بنه قرار گرفتند، به‌طوری‌که بالاترین تراکم بنه (۵۵ بنه در مترمربع در مقایسه با ۳۳ بنه در مترمربع) منجر به تولید بیشترین تعداد گل و تولید کلاله زعفران شد. این محققان در تحقیق دیگری (Gresta et al., 2009)، افزایش تعداد گل در مترمربع را با افزایش تراکم بنه گزارش کردند. البته اگرچه تعداد گل در واحد سطح با افزایش تراکم بطور مثبت افزایش یافت، ولی این امر با کاهش در وزن کلاله منفرد همراه بود. در ارزیابی Temperini et al. (2009) مشخص شد که تراکم متوسط (۱۱۱ و ۱۱۹ بنه در مترمربع) و تراکم بالا (۱۳۹، ۱۴۳ و ۱۷۹ بنه در مترمربع) بیشترین عملکرد ادویه خشک زعفران را به‌همراه داشت و منجر به افزایش تعداد گل در مترمربع شد و بر همین اساس تراکم متوسط بنه را به‌دلیل این‌که تعداد بنه دختری و عملکرد ادویه مشابه با تراکم بالا داشت توصیه کردند. البته در منبع دیگری برتری فواصل کاشت بیشتر و تراکم کم بنه نشان داده شده است، به‌طوری‌که Yau & Nimah (2004) اظهار داشتند فواصل کشت بیشتر (۲۰×۲۰ سانتی‌متر) نسبت به فواصل کشت کمتر (۱۰×۲۰ و ۱۰×۱۰ سانتی‌متر) بعبارت دیگر تراکم بنه کمتر در مقابل تراکم بیشتر، منجر به تولید بنه‌های سنگین تر، افزایش تعداد گل و عملکرد کلاله شدند.

نگاهی به آمار بارندگی و درجه حرارت طی سه سال آزمایش (شکل ۱)، حاکی از نوسانات دمایی و بارندگی در طی ۳ سال تحقیق حاضر می‌باشد. ویژگیهای گیاه زعفران به گونه ای است که گلدهی آن با شروع سرمای پاییزه مواجه می‌باشد و از طرف دیگر، شروع رشد گیاه زعفران با شروع بارندگی‌های پاییزه آغاز و با اتمام بارندگی‌های بهاره به پایان می‌رسد. در تحقیق حاضر، در سال دوم کاهش قابل توجه بارندگی سالانه خصوصاً بارندگی تابستانه نسبت به دو سال دیگر مشاهده شد. لذا شاید بتوان گفت کاهش میزان بارندگی ۶ ماهه نخست و حتی پاییز سال دوم و همچنین افزایش میانگین حداقل دما در طی پاییز سال دوم نسبت به سال‌های اول و سوم یکی از عوامل تأثیرگذار در کاهش عملکرد اقتصادی زعفران در سال دوم این تحقیق باشد و از آنجا که تکامل گل در تابستان انجام می‌شود، بارندگی‌های تابستانه علیرغم نیاز آبی کم این گیاه، می‌توانند نقش موثری در افزایش عملکرد ایفا نمایند.

در حقیقت انتخاب الگوی کشت پر تراکم یا به‌عبارت دیگر استفاده از تراکم‌های بالا بدین دلیل بود که کشت زعفران در ایران عمدتاً بر اساس الگوهای کشت سنتی و رایج صورت می‌گیرد و در این روش‌ها نیز تراکم‌های رایج مورد استفاده در سطوح پایین می‌باشند و از طرف دیگر با توجه به نقش قابل‌توجه این محصول در امرار معاش و اشتغال‌زایی کشاورزان زعفران کار، پایین بودن عملکرد اقتصادی زعفران در سال اول با توجه به تراکم‌های رایج موجود و روش‌های کشت سنتی فعلی از بعد اقتصادی توجیه‌پذیر نمی‌باشد و بر همین اساس هدف از تحقیق حاضر این بود که بتوان با الگوهای کشت پر تراکم این کاهش عملکرد را در سال‌های اولیه کشت زعفران تا حدودی جبران کرد که همان‌گونه که از نتایج مشخص است این امر تأثیر مفیدی بر اکثر صفات مورد نظر گذاشته است، اما تأثیر این تیمار در الگوی رفتار بنه‌ها چندان مثبت و مشخص نبود. به‌طوری‌که، افزایش تراکم بر خلاف آنچه که انتظار می‌رفت بجز در سال دوم آزمایش تأثیری بر تعداد بنه دختری تولیدی نداشت، درحالی که انتظار می‌رفت با افزایش بنه در واحد سطح متعاقبا تعداد بنه دختری تولید شده نیز افزایش یابد. شاید رقابت بین بنه‌های مادری در امر کسب منابع غذایی و دسترسی به فضای مناسب جهت

توسعه و گسترش ریشه بنه‌های مادری و محدودیت این عوامل در سطوح بالای تراکم منجر به کاهش تعداد بنه دختری تولید شده در سطوح بالاتر تراکم شده باشد. هرچند که از روند منطقی و مشخصی نیز تبعیت نکرده است و چه بسا در سال آخر با افزایش تراکم بنه، تعداد بنه‌های دختری تولید شده کاهش یافت. با توجه به اینکه پس از اتمام دوره گلدهی تا اردیبهشت ماه دوره رشد رویشی گیاه و زادآوری بنه‌ها می‌باشد لذا فراهم بودن شرایط مناسب رشد طی این مرحله، منجر به رشد و توسعه مناسب برگها شده و برگها از عوامل محیطی موجود جهت تولید مواد فتوسنتزی استفاده بهینه نموده و مواد پرورده مورد نیاز بنه‌ها را فراهم می‌کنند. بنظر می‌رسد یکی از عوامل محیطی تأثیرگذار در افزایش تعداد بنه دختری در پایان سال دوم، وقوع بارندگی مناسب فصل زمستان این سال و بهار سال بعد می‌باشد (شکل ۱) به‌طوری‌که زمینه ساز رشد بهتر گیاه و متعاقباً تخصیص مواد فتوسنتزی لازم به بنه‌ها شده که در تکثیر و رشد آنها تأثیرگذار بوده است به‌طوری‌که علاوه بر افزایش میانگین تعداد بنه دختری، موجب توسعه جوانه‌های زایشی در زمان تکوین گل در تابستان سال بعد شده و در نتیجه ظرفیت گل‌آوری و عملکرد گل در سال سوم را نیز افزایش داده است.

از طرف دیگر، در تراکم‌های بالا، انتظار می‌رود فتوسنتز تک بوته با افزایش سایه اندازی برگها روی یکدیگر کاهش یابد که این امر می‌تواند در دراز مدت در طی فصل رشد منجر به کاهش جریان اسیمیلاتها به بنه‌های دختری و متعاقبا کاهش تعداد بنه‌های دختری تولید شده گردد که چنین روندی در سال سوم این تحقیق مشاهده شد، هرچند که از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین، احتمال می‌رود افزایش تعداد بنه‌های دختری در سال قبل سبب تحریک رقابت بین آنها شود و متعاقبا در توسعه جوانه‌های گل در سال آتی تأثیرگذار باشد به‌طوری‌که در مطالعه Temperini et al. (2009) توسعه جوانه‌های برگ در مقابل تولید جوانه‌های گل در شرایط افزایش تراکم گزارش شده است.

به‌نظر می‌رسد کاربرد الگوهای کشت پر تراکم سبب می‌شود دوره بهره‌برداری اقتصادی از مزارع زعفران زودتر شروع شود که این امر از طریق افزایش تعداد گل و متعاقبا عملکرد کلاله در طی سال‌های اولیه مشهود بود. نتایج تحقیق Naderi Darbaghshahi et al. (2008) نیز موید این امر می‌باشد. به‌طوری‌که این محققان اظهار داشتند تراکم کاشت براساس تعداد بنه در هر کپه، بر تعداد گل در واحد سطح و عملکرد کلاله تأثیرگذار بود و در مجموع استفاده از تراکم‌های بالا (۱۷۷/۶ بنه در مترمربع) نسبت به تراکم‌های کمتر (۸۸/۷ و ۴۴/۴ بنه در مترمربع)، منجر به بهره‌برداری زودتر از مزارع زعفران می‌گردد که این امر از لحاظ سودآوری اقتصادی و بازگشت سرمایه کشاورزان زعفران کار حائز اهمیت است.

در مقایسه بین روش‌های کشت، احتمال داده می‌شود به چند دلیل در روش کشت تصادفی صفات مورد مطالعه نسبت به دو روش کشت دیگر کاهش یافته‌اند از جمله اینکه در روش کشت تصادفی شرایط بستر کشت و حتی عمق مناسب قرارگیری بنه‌ها به‌خوبی روش‌های کشت ردیفی و کپه‌ای رعایت نمی‌شود. از طرفی، چون شرایط بستر کشت بهینه نبوده، منجر به تجمع و تراکم تصادفی بنه‌ها شده است به‌طوری‌که بنه‌ها در یک منطقه با تراکم بیشتر تجمع یافته و یا در منطقه ای دیگر از بستر کشت تجمع آنها کاهش یافته است. همچنین، وجود رقابت شدید برای عناصر غذایی و عدم فضای مناسب رشد و توسعه بنه‌ها در نواحی که بنه‌ها به مقدار زیادی تجمع یافته‌اند می‌تواند از جمله عوامل تأثیرگذار در کاهش صفات مورد مطالعه در روش کشت تصادفی نسبت به دو روش کشت دیگر باشد. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد در روش کشت ردیفی به دلیل وضعیت و فاصله مناسب قرارگیری بنه‌ها در بستر کشت و امکان رشد بهتر بنه‌ها شرایط مناسبتری برای بهره‌گیری از امکانات محیطی موجود در جهت بهبود صفات زراعی و عملکرد زعفران فراهم شده است. از جمله اینکه در کشت ردیفی امکان رعایت عمق کاشت مناسب، فراهم بوده و سبب می‌شود که بنه‌ها کمتر تحت تأثیر نوسانات دمایی و رطوبتی سطح خاک قرار گیرند.

در مجموع به نظر می‌رسد که شرایط مناسب بستر کشت و انتخاب روش کشت مناسب می‌تواند منجر به تسریع تشکیل بنه و افزایش تعداد بنه گردد. در منابع

متعددی به مزیت کشت ردیفی نسبت به سایر روش‌های کشت در زراعت زعفران اشاره شده است (Kafi, 2002; Mollafilabi, 2004; Behnia & Mokhtari, 2010). در همین ارتباط Naderi Darbaghshahi et al. (2008) عنوان کردند که روش کشت (کرتی و جوی و پشته‌ای) بر صفات زراعی و عملکرد زعفران تأثیرگذار نبود، با این‌حال این محققان روش کشت جوی و پشته‌ای را بدلیل کاهش هزینه‌های برداشت و امکان انجام مراقبت‌های زراعی زعفران در این روش و از طرفی بهره‌برداری بهتر از مزارع زعفران در شرایط حداکثر تراکم بنه، نسبت به روش کرتی توصیه کردند. Behnia (2008) در تحقیق خود اظهار داشت به‌دلیل این‌که در کشت ردیفی نسبت به کشت کپه‌ای امکان افزایش تعداد بنه‌های دختری در اطراف بنه مادری بیشتر می‌باشد، لذا به افزایش عملکرد منجر می‌شود، در حالی که در کشت کپه‌ای به‌دلیل این‌که بنه‌های دختری بر بالای بنه مادری تشکیل می‌شوند از لحاظ افزایش عملکرد به اندازه کشت ردیفی از اهمیت برخوردار نیستند.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد در صورتی که زعفران در تراکم‌های بالا کشت شود منجر به افزایش عملکرد زعفران طی سه سال اول می‌گردد اما نکته قابل توجه در این میان مسأله تراکم بالای بنه‌ها در واحد سطح بوده که منجر به افزایش جمعیت بنه‌های دختری در طی زمان شده و در دراز مدت می‌تواند سبب تشدید رقابت بین جمعیت افزایش یافته بنه‌ها بر سر کسب منابع موجود شود که رقابت حاصل نیز می‌تواند بر رشد و عملکرد زعفران در سال‌های آخر تأثیرگذار باشد. در منبع دیگری نیز به این مسأله اشاره شده است (Temperini et al., 2009).

نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج بدست آمده در طی سه سال تحقیق، مشخص شد که فاکتورهای مدیریت زراعی از قبیل انتخاب تراکم بنه مناسب و روش کاشت می‌تواند تأثیر زیادی بر تولید و عملکرد زعفران داشته باشد. به‌طوری‌که بیشترین تعداد گل، وزن گل و عملکرد کلاله زعفران با استفاده از الگوهای تراکم بالای بنه نسبت به تراکم کم بدست آمد و همچنین روش کشت ردیفی برتری خود را در ارتباط با بیشتر صفات مورد مطالعه نسبت به دو روش کشت دیگر (کپه‌ای و تصادفی) نشان داد. با توجه به این‌که مزارع زعفران با عمر بالای ۷-۶ سال عموما با کاهش عملکرد مواجه می‌شوند، لذا هدف از الگوی کشت پرتراکم، کاهش دوره بهره‌برداری از مزارع زعفران به ۳ تا ۴ سال می‌باشد، چون پس از آن نیز مسأله تراکم بنه‌های دختری تولید شده و رقابت آنها خصوصا در تراکم‌های بالای بنه مسأله ساز می‌شود، ولی در طی سال‌های اولیه چندان تأثیر منفی نخواهد گذاشت و حتی تراکم زیاد کاهش عملکرد سال‌های اولیه را شاید جبران کند. لذا بر اساس یافته‌های حاصل از این تحقیق، به‌نظر می‌رسد برای افزایش بهره‌برداری اقتصادی از مزارع زعفران، استفاده از تراکم بنه ۱۲ تن در هکتار همراه با کشت ردیفی در سال‌های اولیه کشت به‌عنوان گزینه‌ای مناسب باشد هر چند که برای توصیه این امر، باید ضمن تکرار آزمایش در مناطق مختلف، حضور سایر عوامل مؤثر در تولید را نیز در نظر گرفت.

سپاسگزاری

بودجه این طرح از محل پژوهش معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است، که تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Alavi Shari, J., Mohajeri, H. & Falaki, M. A. (1994). Effect of plant density on saffron yield. In: Proceedings of *the Second Conference of Saffron and Medicinal Plants Cultivation, 8-9 Nov.,* Gonabad, Iran. (In Farsi)
2. Badiyala, D. & Saroch, K. (1997). Effect of seed corm size and planting geometry on saffron (*Crocus sativus* L.) under dry temperate conditions of Himachal Pradesh, *Indian Perfumer*, 41, 167-169.
3. Behdani, M.A., Jami-alahmadi, M. & Akbarpoor, A. (2010). The evaluation of plant effective indices on growth and production of saffron agroecosystem in Southern Khorasan, Iran. *Acta Horticulturae*, 850, 179-184.
4. Behnia, M. R. (2008). Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.) yield in Damavand region, *Pajouhesh and Sazandegi*, 79, 101-108. (In Farsi)
5. Behnia, M. R. & Mokhtari, M. (2010). Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus*

sativus L.) yield. *Acta Horticulturae*, 850, 131-136.

6. De Juan, J. A., Crcoles, H. L., Munoz, R. M. & Picornell, M. R. (2009). Yield and yield components of saffron under different cropping systems. *Industrial Crops and Products*, 30, 212-219.
7. Ghalavand, A. & Abdollahian Noghani, M. (1994). Study ecological adaption and effect of plant density and planting method on yield of native saffron bulks of Iran. In: Proceedings of *the Second Conference of Saffron and Medicinal Plants Cultivation*, *8-9 Nov.,* Gonabad, Iran.
8. Ghorbani, R. & Koocheki, A. (2007). Oganic saffron in Iran: prospects and challenges. *Acta Horticulturae*, 739, 369-374.
9. Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L. & Ruberto, G. (2008). Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28, 95-112.
10. Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G. M. & Ruberto, G. (2009). Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus*) as affected by environmental conditions. *Scientia Horticulturae*, 119, 320-324.
11. Gresta, F., Lombardo, G. M. & Avola, G. (2010). Saffron stigmas production as affected by soil texture. *Acta Horticulturae*, 850, 149-152.
12. Kafi, M. (2002). *Saffron: Technology, cultivation and processing* (1st ed.). Ferdowsi University of Mashhad Press. Center of Excellence for Special Crops. (In Farsi).
13. Koocheki, A., Nassiri, M. & Behdani, M. A. (2007). Agronomic attributes of saffron yield at agroecosystems scale in Iran. *Acta Horticulturae*, 739, 33-40.
14. Koocheki, A., Najibnia, S. & Lalehgani, B. (2009). Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus*) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. *Iranian Journal of Field Crop Research*, 7, 173-182. (In Farsi).
15. Kumar, R., Sing, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M. K. & Ahuja, P. S. (2009). State of art of Saffron (*Crocus sativus* L.) Agronomy: A Comprehensive Review. *Food Reviews International*, 25, 44-85.
16. Mollafilabi, A. (2004). Experimental findings of production and echophysiological aspects of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Horticulturae*, 650, 195-200.
17. Naderi Darbaghshahi, M. R., Khajehbashi, S. M., Bani Taba, S. A. & Dehdashti, S. M. (2008). Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. *Seed and Plant Production Journal*, 24, 657-643. (In Farsi).
18. Permeh, Z., Hosseini, M. R. Nabizadeh, A. & Mohebbi, H. R. (2009). Export potential and goal markets of Iran saffron. *Iranian Journal of Trade Studies*, 51, 59-95. (In Farsi)
19. Rangahau, M. K. (2003). Growing saffron - the world's most expensive spice. *Crop and Food Research*, *Issue*, 20. 4P.
20. Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G. & Rouphael, Y. (2009). Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7, 19-23.
21. Yau, S. K. & Nimah, M. (2004). Spacing effects on corm and flower production of saffron (*Crocus sativus* L.). *Lebanes Science Journal*, 5, 13-20.