نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 1، بهار 1390، ص. 49-36

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 1, Spring 2011, p. 36-49

تأثیر کشت پرتراکم و عمق کاشت بنه بر ویژگی‌های زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.) و رفتار بنه‌ها

علیرضا کوچکی[1*]، آسیه سیاهمرگویی[2]، گلثومه عزیزی[3] و مریم جهانی[4]

تاریخ دریافت: 1389/04/04
تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم و عمق کاشت بر خصوصیات زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی 1387-1388 و 1388-1389 در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم کاشت در شش سطح 8، 11 ، 13، 16، 19 و 21 تن بنه در هکتار و عمق کاشت در سه سطح 10، 15 و 20 سانتی متر از سطح خاک بود. نتایج نشان داد که گلدهی زعفران در سال دوم در مقایسه با سال اول افزایش یافت. بیشترین و کمترین تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله به ترتیب در عمق کاشت 15سانتیمتر و 10 سانتیمتر مشاهده شد. با افزایش تراکم بنه، تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله به طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله در تراکم‌های 19 و 21 تن بنه در هکتار مشاهده شد. بیشترین عملکرد گل و کلاله در سال زراعی دوم و در تیمار تراکم 19 تن در هکتار با عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک بدست آمد. بیشترین و کمترین تعداد بنه تولید شده در تراکم 21 و 8 تن در هکتار به ترتیب با 213/17 و 80/22 بنه در متر مربع دیده شد، اما بیشترین وزن خشک بنه در تیمار 11 تن در هکتار بدست آمد. بیشترین تعداد بنه در عمق کاشت 10سانتیمتر و کمترین آن نیز در عمق کاشت 20 سانتیمتر وجود داشت. اما بیشترین و کمترین وزن خشک بنه در عمق کاشت 20 سانتیمتر و 10 سانتیمتر به ترتیب با 164/07 و 147/33 گرم در متر مربع بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: کاشت پر تراکم، عمق کاشت، عملکرد بنه، عملکرد کلاله

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان گرانبهاترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد و در صنایع غذایی، بهداشتی و آرایشی، دارویی، رنگرزی، عطر سازی و هنر کاربرد دارد. استان‌های خراسان رضوی و جنوبی قطب عمده تولید زعفران در ایران هستند، به طوریکه در سال زراعی 1386، خراسان رضوی با 44830 هکتار و 148/5 تن زعفران در هکتار و خراسان جنوبی با 13328 هکتار و 35/8 تن تولید را به خود اختصاص داد (Mollafilabi & Shoorideh, 2009).

در بوم نظام‌های زراعی شناخت عوامل افزایش دهنده کمیت و کیفیت محصول امری الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد (Koocheki et al., 1997). متأسفانه با گسترش سطح زیر کشت، میانگین عملکرد در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به ترتیب به 3/34 و 3/58 کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است و این امر طلب می‌نماید تا شیوه‌های نوین تولید زعفران مورد توجه قرار گیرد (Mollafilabi & Shoorideh, 2009). عوامل زیادی مانند اقلیم، علف‌های هرز، بیماری‌ها، آبیاری، انبارداری و تاریخ کاشت، انواع کودها اعم از کودهای شیمیایی، بیولوژیک و حیوانی در تعیین کمیت و کیفیت زعفران تولیدی نقش بسزایی دارند (Hemmati-Kakhki & Hoseini, 2003).

در این میان بهشتی و فراوانی (Beheshti & Faravani, 2003) و نادری- دریاغشاهی (Naderi- et al., 2008 Darbaghshahi تعیین تراکم و عمق کاشت بهینه را یکی از مهمترین راهکارهای افزایش کارایی استفاده از منابع موجود و افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح عنوان نمودند.

با وجود آنکه تراکم بوته در واحد سطح بسته به روش کشت، عادت زارعین و اندازه بنه از 1/5 تا 10 تن در هکتار متغیر است (Amirghasemi, 2001)، اکثر پژوهش‌های انجام یافته در ایران تراکم بوته 50 بوته در متر مربع را در کشت ردیفی برای حصول

1، 2، 3 و 4- به ترتیب استاد دانشگاه فردوسی مشهد، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، استادیار دانشگاه پیام نور واحد سبزوار و دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@ferdowsi.um.ac.ir)

حداکثر عملکرد زعفران توصیه نمودند (Kafi, 2002). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009 b) با مطالعه اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی و الگوهای کشت پر تراکم بنه زعفران دریافتند که کاربرد دلفارد توام با مقادیر 4 و 8 تن در هکتار بنه زعفران، بیشترین عملکرد زعفران را تولید کرد. بهنیا و مختاری (Behnia & Mokhtari, 2009) نیز اثر روش کاشت (توده‌ای و ردیفی) و تراکم بنه زعفران (5، 10 و 15 بنه در هر 30 سانتیمتر از ردیف کاشت) را بر عملکرد زعفران در طی یک دوره چهارساله مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که در سال چهارم کشت ردیفی همراه با 15 و 10 بنه در هر 30 سانتیمتر از ردیف کاشت، بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. گرستا و همکاران (Gresta et al., 2008) ضمن یادآوری جایگاه زعفران در کشاورزی پایدار، اظهار داشتند که میزان بنه مورد نیاز بسته به یکساله یا چندساله بودن مزرعه متفاوت است. بنحوی که در کشت یکساله فاصله ردیف 15 سانتیمتر و فاصله بین بنه‌ها 3 تا 8 سانتیمتر و در کشت چندساله فاصله بین ردیف 10 تا 15 سانتیمتر و فاصله بین بنه‌ها 20 تا 25 سانتیمتر عمکرد خوبی را به دنبال خواهد داشت. در مطالعه‌ای دیگر (Koocheki et al., 2009 a) با مطالعه الگوهای کشت مختلف (ردیفی، تصادفی و کپه‌ای) و تراکم‌های مختلف بنه (4، 8 و 12 تن در هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در تیمار کشت ردیفی همراه با 12 تن بنه در هکتار بدست آمد. اگر چه محمدآبادی و همکاران (Mohamad-Abadi et al., 2007) اظهار داشتند که تفاوت معنی‌داری در بین تراکم‌های مختلف کشت در عملکرد گل و کلاله وجود نداشت، با این وجود با افزایش فاصله کشت، عملکرد گل و کلاله کاهش یافت.

همانگونه که اشاره شد تعیین عمق کاشت مناسب نیز یکی دیگر از راهکارهای افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح زمین می‌باشد (Beheshti & Faravani, 2003). عمق کاشت مناسب باعث حفاظت بنه‌ها در زمستان از یخ زدگی و در تابستان از گرمازدگی می‌شود، اما کاشت عمیق‌تر از 20 سانتی‌متر بنه‌ها ممکن است در سبز شدن این گیاه و خروج گل‌ها ازخاک اختلال ایجاد کند و باعث افت شدید عملکرد شود. بر این اساس در زراعت زعفران عمق کاشت 15 تا 20 سانتی‌متری معمول است (Abrishami, 1997). دراسپانیا نیز عمق کاشت مناسب زعفران را 20 سانتی‌متر عنوان نموده‌اند، ولی در ایتالیا که زعفران به عنوان یک محصول یکساله کشت می‌شود، عمق کاشت را 8 تا 10 سانتیمتر در نظر می‌گیرند (Ait-aubahou & EI-Tammaron , 1999; otmani, 1999). وفابخش و همکاران (Vafabakhsh et al., 2009) در یک آزمایش هفت ساله، اثر عمق کاشت (10، 20 و 30 سانتیمتر) و آبیاری تابستانه را بر عملکرد زعفران مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که عمق کاشت 20 سانتیمتر بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. در مطالعه‌ای دیگر مختاریان و رحیمی (Mokhtarian & Rahimi, 2006) با بررسی عمق کاشت بنه زعفران در شرایط گناباد دریافتند که بیشترین عملکرد و کمترین خسارت کنه در عمق کاشت 15 تا 20 سانتیمتر خاک مشاهده شد، عملکرد زعفران به ترتیب در اعماق 15 و 20 سانتیمتر خاک بدست آمد. سعیدی- راد (Saeedi-rad, 2000) با هدف ساخت بنه کار دو ردیفه زعفران، عمق مناسب برای کشت بنه‌های زعفران را 15 سانتیمتر در نظر گرفت.

با توجه به اینکه عملکرد زعفران در سال اول کشت از نظر اقتصادی توجیه پذیر نیست، به نظر می‌رسد با استفاده از الگوهای کشت پر تراکم، می‌توان تا حدودی کاهش عملکرد اولیه را جبران کرد. در سال‌های اخیر کشاورزان زعفران کار تمایل زیادی به افزایش مقدار بنه در هکتار نشان داده‌اند. از اینرو چنین بنظر می‌رسد که الگوهای کشت قدیمی که با مقدار سه تن در هکتار انجام می‌شد، در حال تغییر باشد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر عمق کاشت و الگوهای کشت پرتراکم بنه زعفران بر خصوصیات زراعی و رفتار بنه-های آن در شرایط مشهد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی 1387-1388 و 1388-1389 به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم کاشت در شش سطح 8، 11، 13، 16، 19 و 21 تن بنه در هکتار و عمق کاشت در سه سطح 10، 15 و 20 سانتی‌متر از سطح خاک بود. تراکم کاشت مورد نظر با در نظر گرفتن متوسط وزن بنه بین 10-8 گرم و فاصله ردیف 30 سانتی‌متر تنظیم شد.

ابعاد هر کرت آزمایشی 1/5×3 متر و فاصله بین کرت‌ها در هر تکرار 0/5 متر و بین بلوک‌ها 1 متر بود. کشت در اواخر شهریور ماه سال 1387 صورت گرفت و آبیاری اول همزمان با کشت بصورت سنگین و آبیاری دوم بصورت سبک یک هفته بعد از کاشت به منظور تسهیل در خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک انجام شد. نمونه برداری‌ها از کرت‌های آزمایشی همزمان با شروع گل‌دهی آغاز شد و گل‌های ظاهر شده بصورت روزانه جمع آوری و شمارش گردید و سپس جهت تعیین وزن خشک و تر گل، کلاله و گلبرگ بصورت جداگانه به آزمایشگاه منتقل شد. همچنین نمونه گیری تخریبی از بنه‌های زعفران در انتهای فصل رشد در هر دو سال زراعی صورت گرفت و اجزای مختلف آن شامل تعداد بنه‌های دختری و وزن خشک بنه‌ها اندازه گیری شد.

به منظور آنالیز داده‌ها و ترسیم اشکال از نرم افزارهای Minitab ver.13، Mstat-c و Excel و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 5 درصد) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر عمق کاشت و تراکم بنه بر تعداد گل، وزن خشک گلبرگ، وزن خشک کلاله (متر مربع) در جدول 1 نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود اثرات ساده و متقابل عوامل مورد بررسی برکلیه پارامترها از نظر آماری معنی‌دار بود.

اثر عمق‌های مختلف کاشت بر تعداد گل در متر مربع زعفران در شکل 1 نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود، بیشترین تعداد گل در متر مربع در عمق کاشت 10 سانتیمتر از سطح خاک مشاهده شد. با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر، تعداد گل زعفران از 10 به 30 گل در متر مربع افزایش یافت، ولی با رسیدن عمق کاشت به 20 سانتیمتر، تعداد گل روند نزولی داشت. چنین بنظر می‌رسد که با افزایش عمق کاشت از حد مطلوب، برای رسیدن جوانه گل و برگ به سطح خاک، انرژی بیشتری مصرف شده و به تبع آن، تعداد جوانه‌های گل گیاه کاهش یافته است. علاوه بر این از آنجا که در محصولاتی مانند زعفران، تهیه بستر نرم و مناسب برای دستیابی به عملکرد مطلوب الزامی است، بنظر می‌رسد که کلوخه‌ای بودن نسبی زمین تحت آزمایش در خروج جوانه‌های گل از اعماق بیشتر خاک (20 سانتیمتر در مقایسه با 15 سانتیمتر) مشکل آفرین شده باشد. شاید دلیل افزایش تعداد گل با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر این امر باشد که پیاز زعفران به سمت سطح خاک تولید پیازچه‌های دختری کرده و در عمق کم، این پیازها به سطح خاک بسیار نزدیک بوده و تحت تأثیر شدید عوامل محیطی، آغازی‌های گل به خوبی در آنها تشکیل نمی‌گردد.

دی جوان و همکاران (de Juan et al., 2009) نیز با بررسی اثر عمق کشت دریافتند که تعداد گل در عمق 10 سانتیمتر در مقایسه با عمق 20 سانتیمتر بیشتر بود. در کل نتیجه بدست آمده از این تحقیق با نتایج تحقیق سایر محققان ایرانی مانند مختاریان و رحیمی (Mokhtarian & Rahimi, 2006) که بیشترین عملکرد و کمترین جمعیت بنه را در عمق کاشت 15 تا 20 سانتیمتر بدست آوردند، همخوانی ندارد.

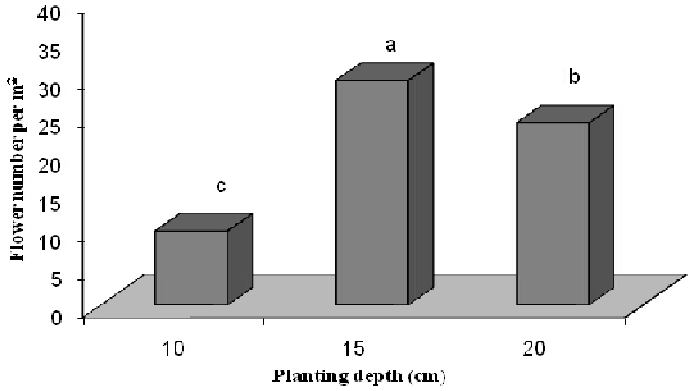
جدول 1- نتایج تجزیه واریانس اثر عمق کاشت و تراکم بنه بر برخی از پارامترهای کمی زعفران

Table 1- Variance analysis (mean of squares) of effects of planting depth and corm density on some of quantitative characteristics of saffron

منابع تغییرات Variation resources	درجه آزادی Degree of freedom	تعداد گل Flower number	وزن خشک گلبرگ Petal dry weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight
بلوک Block	2	108.418*	0.287*	0.002ns
عمق کاشت Planting depth	2	3748.189*	0.601*	0.046*
تراکم بنه Corn density	5	1160.570*	0.991*	0.016*
عمق× تراکم density×Depth	10	601.364*	0.657*	0.005*
خطای 1 Error 1	34	20.619*	0.020*	0.001*
سال Year	1	12770.295*	12.492*	0.233*
سال× عمق Year×depth	2	2336.534*	2.576*	0.024*
سال× تراکم Year ×density	5	1004.633*	0.864*	0.015*
سال×عمق×تراکم density×depth×Year	10	571.454*	0.610*	0.005*
خطای 2 Error 2	36	12.937*	0.024*	0.001*
ضریب تغییرات CV (%)	107	17.08	23.09	32.61

* معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

* is significant at 5% probability levels



شکل 1- اثر عمق های کاشت بر میانگین تعداد گل زعفران در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

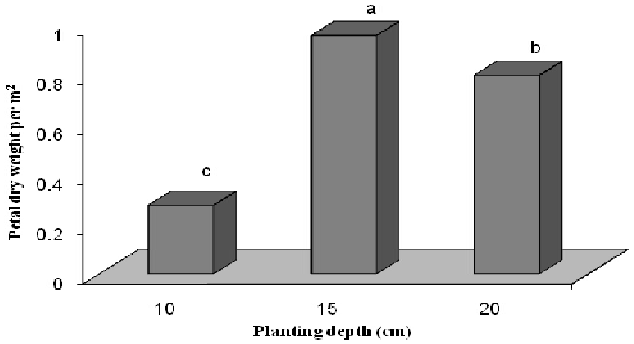
Fig. 1- Effect of planting depth on flower number of saffron during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

اثر عمق کاشت بنه بر وزن خشک گلبرگ معنی‌دار بود (شکل 2). با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر، وزن گلبرگ افـزایش و در عمق کاشت 20 سانتیمتر، مجدداً کاهش یافت. بدیهی است که با افزایش تعداد گل در متر مربع با افزایش عمـق کاشـت از 10 بـه 15 سانتیمتر، عملکرد گلبرگ نیز افزایش می‌یابد. همچنـین بـا افـزایش عمق کاشت به دلیل فاصله زمانی بیشتر در ظهـور گـل روی سـطح خاک، فرصت رشد سلول‌های گلبرگ و یا بر اندام‌های گل بیشتر شده و در نهایت وزن تک گل بیشتر می‌شود. از سوی دیگـر، بـا افـزایش عمق کاشت، از 15 به 20 سانتیمتر، به منظور رساندن گل به سـطح خاک، انرژی بیشتری صرف رشد لوله گل و به این ترتیب مواد غذایی کمتری صرف رشد و توسعه گلبرگ‌های زعفران شده است.

اثر عمق‌های کاشت مختلف بر وزن خشک کلاله زعفران در متر مربع در دو سال زراعی در شکل 3 نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود با افزایش عمق کاشت بنه، وزن خشـک کلالـه بـه طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل 3). کمترین میـزان وزن خشـک کلاله در عمق کاشـت 10 سـانتیمتر (0/045 گـرم در متـر مربـع) و بیشترین میـزان وزن خشـک کلالـه در عمـق کاشـت 15 سـانتیمتر (0/113 گرم در متر مربع) بدست آمد. البته بین عمق‌های کاشت 15 و 20 سانتیمتر، از نظـر وزن خشـک کلالـه در متـر مربـع، اخـتلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت.



شکل 2- اثر عمق‌های کاشت بر میانگین وزن خشک گلبرگ زعفران در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

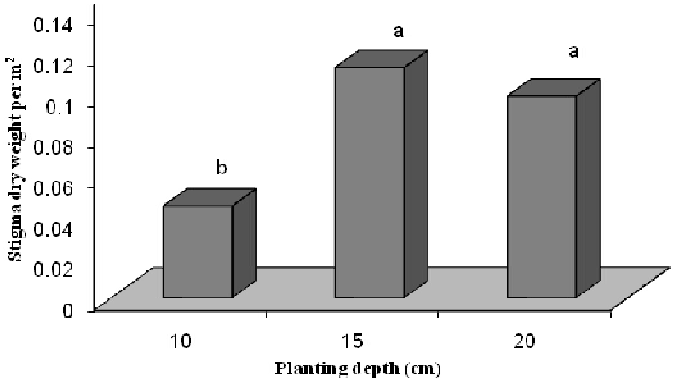
Fig. 2- Effect of planting depth on petal dry weight of saffron during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

از آنجا که تعیین عمق مناسب کاشت در حفاظت بنه‌ها از سرمای زمستان و گرمای تابستان اهمیت زیادی دارد، بنظر می‌رسد که پایین بودن تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله در عمق 5 سانتیمتر به حساس بودن بنه‌های زعفران نسبت به فاکتورهای محیطی فوق الذکر ارتباط داشته باشد. از سوی دیگر، با توجه به نتایج اشکال 2 و 3 می‌توان چنین استنباط کرد که با افزایش عمق کاشت از حد مطلوب، سهم اندام‌های جنسی نظیر مادگی از نظر تخصیص مواد فتوسنتزی به آن تغییر نیافته و از سهم اندام‌های دیگر نظیر گلبرگ کاسته شده است. گرستا و همکاران (Gresta et al., 2009) با بررسی رابطه بین عملکرد گل و کلاله در شرایط محیطی مختلف دریافتند که تعداد گل با وزن کلاله همبستگی مثبت داشت، اما بین تعداد گل و وزن تک گل رابطه منفی دیده شد. این امر نشان می‌دهد که در شرایط خاص، گیاه سهم اختصاص مواد فتوسنتزی به کلاله را تغییر نداده و از سهم سایر قسمت‌ها می‌کاهد. ابریشمی (Abrishami, 1997) اظهار داشت که کاشت عمیق‌تر از 20 سانتی متر بنه‌های زعفران، ممکن است در سبز شدن این گیاه و خروج گل‌ها از خاک اختلال ایجاد کند و باعث افت شدید عملکرد شود. اگر چه در این مطالعه بر خلاف اکثر مطالعات انجام شده که عمق کاشت مطلوب برای بنه‌های زعفران را 15 تا 20 سانتیمتر گزارش کرده‌اند (Mokhtarian & Rahimi, 2006; Vafabakhsh et al., 2009)، بهترین عمق کاشت 10 سانتیمتر بدست آمد. بنظر می‌رسد که استفاده از تراکم‌های بالا بنه در این تحقیق در حصول این نتیجه بی‌تأثیر نباشد.

همانگونه که در شکل 4 مشاهده می‌شود اثر متقابل سال و عمق‌های کاشت مختلف بر تعداد گل زعفران در متر مربع معنی‌دار بود. در هر سه عمق کاشت، تعداد گل زعفران در سال اول در مقایسه با سال دوم کمتر بود. کمترین میزان گلدهی نیز در عمق کاشت سطحی 10 سانتیمتر در سال زراعی اول مشاهده شد. در دوسال زراعی مورد بررسی و در بین عمق‌های کاشت مختلف، بیشترین تعداد گل مربوط به عمق کاشت 15سانتیمتر از سطح خاک در سال زراعی دوم (49 گل در متر مربع) بود (شکل 4). از آنجاکه اغلب، گل زعفران قبل از هر اندام هوایی دیگر ظاهر می‌شود، تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی در بنه زعفران در سال زراعی قبل است. به همین دلیل گیاه زعفران در هر سال زراعی مازاد مواد فتوسنتزی خود را جهت تشکیل بنه‌های جدید و همچنین آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌کند (Kafi, 2002). از اینرو طبیعی است که با افزایش سن زمین تحت کشت زعفران، به دلیل افزایش تعداد بنه‌های دختری، عملکرد نیز افزایش یابد. تمپرینی و همکاران (Temperini et al., 2009) نیز با بررسی سن مزارع زعفران (یکساله، دوساله، سه ساله و چهارساله) دریافتند که بیشترین عملکرد در سال دوم و سوم بدست آمد. در تحقیق نامبردگان، تعداد گل در سال دوم و سوم بطور متوسط 370 گل در متر مربع بود که در مقایسه با سال اول 112درصد و در مقایسه با سال چهارم 174 درصد بیشتر بود.

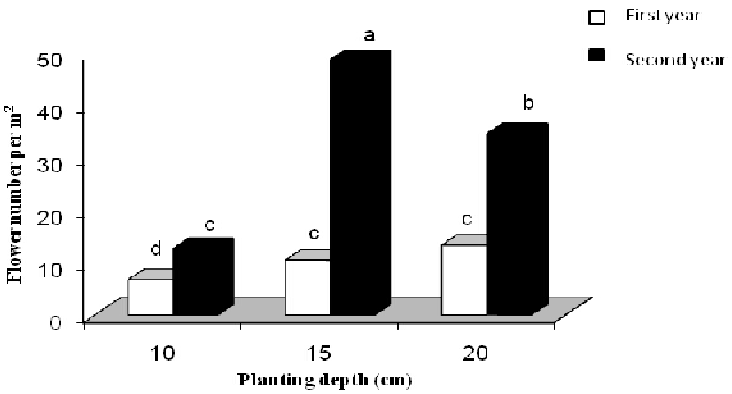


شکل 3- اثر عمق‌های کاشت بر میانگین وزن خشک کلاله زعفران در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 3- Effect of planting depth on stigma dry weight of saffron during 2008-2009 and 2009-2010

میانگینهای با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.



شکل 4- مقایسه اثر عمق های کاشت بر تعداد گل زعفران در متر مربع در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

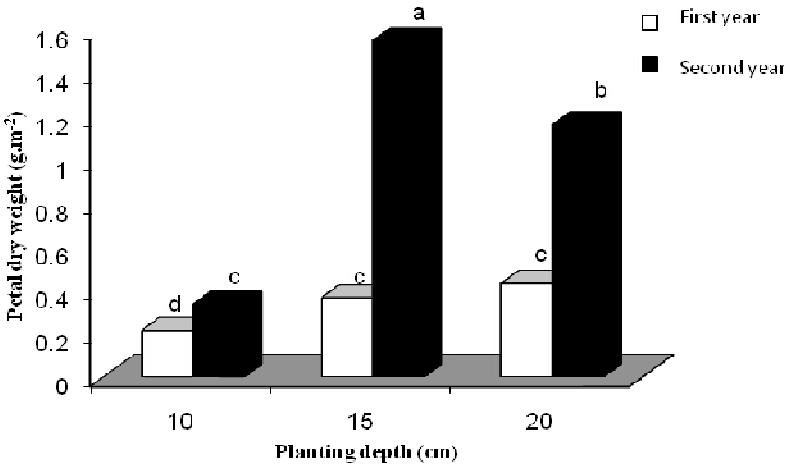
Fig. 4- The effect of planting depth on flower number of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

همانگونه که در شکل 5 مشاهده می‌شود، وزن خشک گلبرگ در سال زراعی دوم در مقایسه با سال زراعی اول افزایش یافت. در هر دو سال زراعی با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر، وزن خشک گلبرگ افزایش یافت. بیشترین وزن خشک گلبرگ در سال زراعی دوم و در عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک مشاهده شد.

اثر سال و عمق کاشت بر وزن خشک کلاله از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل 6). کمترین وزن خشک کلاله مربوط به تیمار عمق کاشت 10 سانتیمتر در سال زراعی اول بود و بیشترین میزان وزن خشک کلاله در تیمار عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک، در سال زراعی دوم مشاهده شد. طبیعی است که در گیاهان چندساله، در سال زراعی اول گیاه انرژی بیشتری را صرف استقرار و انطباق با محیط می‌کند و در سال‌های زراعی بعد، انرژی بیشتری را به افزایش زیست توده و رشد زایشی اختصاص می‌دهد (Koocheki et al., 2008).



شکل 5- اثر عمق‌های کاشت بر وزن خشک گلبرگ زعفران در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 5- The effect of planting depth on petal dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگینهای با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

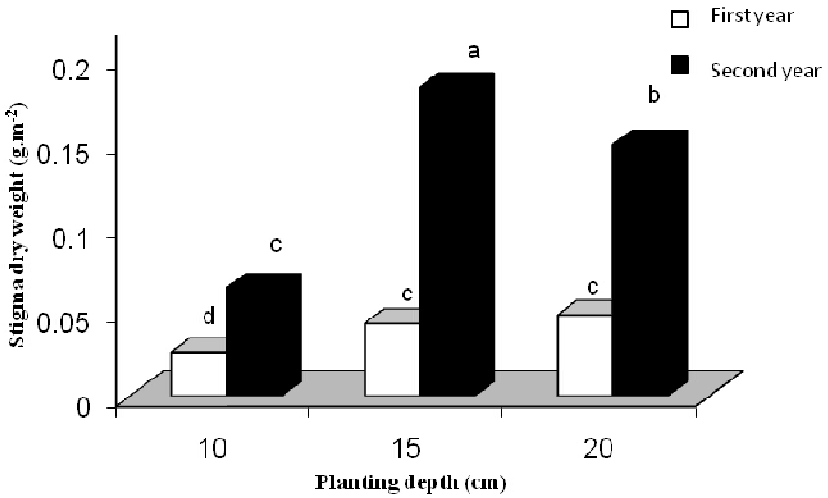
Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

بنابراین بزرگ شدن اندازه بنه در سال‌های زراعی بعدی، توام با افزایش تعداد بنه‌های دختری، منجر به افزایش عملکرد در سال دوم در مقایسه با سال زراعی اول خواهد شد، اما باید به این نکته توجه داشت که در سال‌های بعد، ممکن است به دلیل افزایش سن بنه‌ها و پیر شدن آنها، عملکرد کاهش یابد. لطیفی و مشایخی (Latifi & Mashayekhi, 1996) با بررسی وزن بنه بر عملکرد زعفران دریافتند که در سال اول بیشترین گلدهی مربوط به بنه‌های 22/5 گرم (با تولید 2/3 گل به ازای هر بنه)، در سال دوم مربوط به بنه‌های 23/5 گرم (با تولید 3/4 گل به ازای هر بنه) و در سال سوم مربوط به بنه‌های 26/5 گرم (با تولید 2/6 گل به ازای هر بنه) اعلام نمودند و چنین عنوان نمودند که افزایش وزن بنه‌ها بیش از حد معینی، سبب کاهش تعداد گل در بوته می‌شود که احتمالاً علت این امر ورود بنه‌ها به مرحله پیری می‌باشد. شوریده و ملافیلابی (Mollafilabi, 2009 & Shoorideh) کوتاه سازی عمر مزارع زعفران به چهار سال را یکی از راهکارهای مناسب در افزایش عملکرد زعفران عنوان نمودند.

اثر تراکم‌های مختلف بنه بر تعداد گل زعفران در شکل 7 نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مورد نظر ملاحظه می‌شود با افزایش تراکم بنه زعفران در واحد سطح، تعداد گل نیز به طور معنی‌داری، افزایش یافت. به طوریکه بیشترین تعداد گل در تراکم‌های 19 و 21 تن بنه در هکتار مشاهده شد. در ایران تحقیقات مختلفی در زمینه استفاده از کشت‌های پرتراکم بنه زعفران بر عملکرد آن انجام گرفته است. به عنوان مثال، کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009a) با مطالعه الگوهای مختلف کشت (ردیفی، تصادفی و کپه‌ای) و تراکم‌های مختلف بنه (4، 8 و 12 تن در هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در تیمار کشت ردیفی همراه با 12 تن بنه در هکتار بدست آمد. این امر قابلیت استفاده از کشت‌های پرتراکم بنه زعفران را بر افزایش عملکرد پررنگ‌تر می‌سازد. شوریده و ملافیلابی (Mollafilabi, 2009 & Shoorideh) نیز کاشت بنه‌های زعفران با تراکم‌های بالا را در افزایش تولید مؤثر دانست.

همانگونه که در شکل 8 مشاهده می‌شود، با افزایش تراکم بنه، وزن خشک گلبرگ، روند افزایشی داشت. مشابه تأثیر تراکم بنه زعفران بر تعداد گل، بیشترین میزان وزن خشک گلبرگ نیز در تراکم بنه 19 تن در هکتار مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تراکم 21 تن بنه در هکتار نداشت.

روند تغییرات وزن خشک کلاله با تغییر تراکم در شکل 9 نشان داده شده است. با افزایش تراکم وزن خشک کلاله در واحد سطح روند افزایشی داشت کمترین میزان وزن خشک کلاله مربوط به تیمار تراکمی 8، 11 و 13 تن بنه در هکتار بود و بیشترین میزان وزن خشک کلاله نیز در تیمارهای تراکمی 19 و 21 تن بنه در هکتار مشاهده شد. تمپرینی و همکاران (Tempperini et al., 2009) نیز با بررسی تراکم‌های مختلف بنه زعفران شامل کم تراکم (با 76، 91 و 93 بنه در متر مربع)، متوسط تراکم (با 111، 114 و 119 بنه در متر مربع) و پر تراکم (با 139، 143 و 179 بنه در متر مربع) دریافتند که بیشترین وزن خشک کلاله در تیمارهای متوسط تراکم (در دو سطح 111 و 119 بنه در متر مربع) و پرتراکم (در سه سطح 139، 143 و 179 بنه در متر مربع) بدست آمد. کمترین وزن خشک کلاله نیز در تراکم 93 بنه در متر مربع از سری تیمارهای کم تراکم دیده شد.

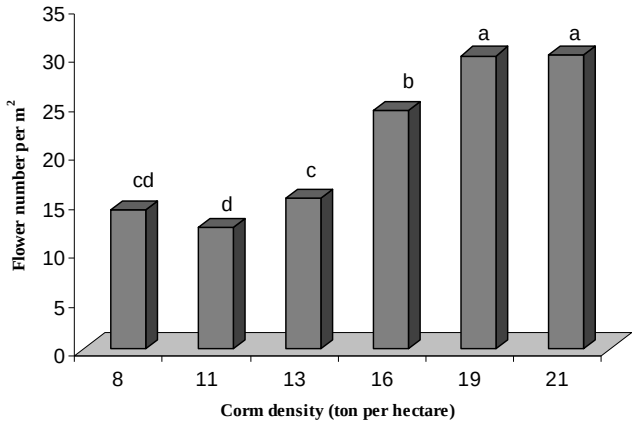


شکل 6- اثر عمق‌های کاشت بر وزن خشک کلاله زعفران در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 6- Effect of planting depth on stigma dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگینهای با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

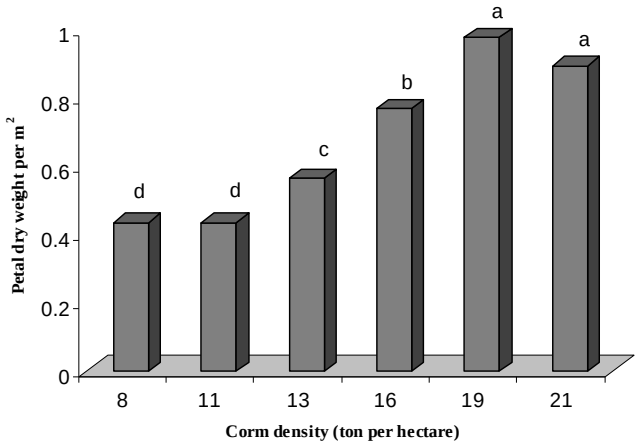


شکل 7- اثر تراکم‌های مختلف بنه بر تعداد گل زعفران در متر مربع در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 7- The effect of planting density on flower number of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.



شکل 8- اثر تراکم‌های مختلف بنه بر وزن خشک گلبرگ زعفران در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 8- Effect of planting density on petal dry weight of saffron per square meter in 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

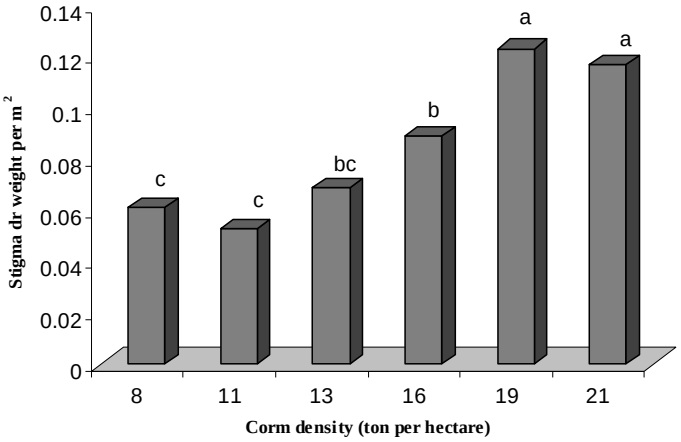
Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

به نظر می‌رسد که کشت زعفران با تراکم بالا باعث شروع زودتر بهره برداری از مزارع تحت کشت زعفران می‌شود. این موضوع از نظر اقتصادی می‌تواند در بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان زعفران کار و بازگشت سرمایه بسیار مفید باشد. تمپرینی و همکاران (Temperini et al., 2009) اظهار داشتند که با وجود مزایای زیاد استفاده از کشت‌های پرتراکم، اما اکثر کشاورزان به دلیل صرفه جویی در هزینه‌های موجود در کشت و کار زعفران، به استفاده از تراکم‌های متوسط بنه، قناعت می‌کنند و از سود حاصل از کشت‌های پرتراکم، صرفنظر می‌نمایند.

اثر متقابل سال زراعی و تراکم بنه بر تعداد گل، وزن خشک گلبرگ، وزن خشک کلاله از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول 2). در کلیه تیمارهای مورد بررسی بیشترین تعداد گل و وزن خشک کلاله در تیمار تراکمی 19 تن بنه در هکتار در سال زراعی دوم بود که از نظر آماری با تیمار تراکمی 21 تن بنه در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد گل و وزن خشک کلاله نیز در تراکم 8 تن بنه در هکتار و در سال زراعی اول مشاهده شد. بیشترین وزن خشک

گلبرگ نیز در تیمار تراکمی 19 تـن در هکتـار مشـاهده شـد. کلیـه تراکم‌های مورد بررسی در سال زراعی اول از نظـر تعـداد گـل، وزن خشک گلبرگ، وزن خشک کلاله اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. در تحقیقـی مشـابه، تمپرینـی و همکـاران (Tempperini et al., 2009) با بررسی سن مزارع زعفران (یکساله، دوسـاله، سـه سـاله و چهارساله) و تراکم بنه زعفران (کم تراکم، متوسط تـراکم و پرتـراکم) دریافتند که عملکرد کلاله زعفران در سال دوم افزایش یافت امـا در طی سال سـوم و بخصـوص سـال چهـارم عملکـرد کـاهش یافـت. نامبردگان عملکرد زعفران در سال اول، دوم، سوم و چهارم به ترتیب 7/2، 15/2، 11/33 و 3/3 کیلـوگرم در هکتـار گـزارش نمودنـد. در تحقیق نامبردگان بیشترین تعداد گل نیز در تیمارهای پرتراکم بطـور متوسط با 218 گل در متر مربع بدست آمد که در مقایسه با تیمارهای متوسط تراکم و کم تراکم به ترتیب 10 درصد و 28 درصد بیشتر بود.

اثر متقابل سال زراعی، تراکم بنه و عمق کاشت بـر تعـداد گـل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله از نظر آماری معنـی‌دار بـود (جدول 3).



شکل 9- اثر تراکم‌های مختلف بنه بر وزن خشک کلاله زعفران در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 9- Effect of planting density on stigma dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

جدول 2- اثر متقابل سال زراعی و تراکم بنه بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی زعفران

Table 2- Interaction effects of year and corm density on some of physiological and morphological characteristics of saffron

سال زراعی Growing season	تراکم بنه Corm density ($t.ha^{-1}$)	تعداد گل (در مترمربع) Flower number (per m^2)	وزن خشک گلبرگ (گرم بر متر مربع) Petal dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله (گرم بر متر مربع) Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
1387-1388 2008-2009	8	10.97	0.314	0.037
	11	10.81	0.370	0.044
	13	7.16	0.273	0.030
	16	1063	0.322	0.038
	19	10.26	0.370	0.041
	21	1062	0.377	0.043
1388-1389 2009-2010	8	18.37	0.553	0.084
	11	14.31	0.499	0.061
	13	22.03	0.852	0.108
	16	37.99	1.211	0.141
	19	49.22	1.582	0.206
	21	49.08	1.410	0.191
	LSD	3.439	0.148	0.030

* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمونLSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at α =0.05 by LSD test.

در کلیه تیمارهای مورد بررسی بیشترین تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله در سال زراعی دوم و در تیمار تراکمی 19 تن در هکتار با عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک مشاهده شد. کمترین تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله نیز مربوط به سال زراعی اول و تیمار تراکمی 11 تن بنه در هکتار با عمق کاشت 10 سانتیمتر از سطح خاک بود که با تیمارهای تراکم 19 تن در هکتار در عمق کاشت 10 سانتیمتر و تراکم 21 تن در هکتار در عمق کاشت 10 سانتیمتر اختلاف معنی‌داری نداشت. نادری-دریاغشاهی و همکاران (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008) آزمایشی را به منظور بررسی اثر روش، تراکم و عمق کاشت بنه زعفران بر عملکرد و مدت بهره‌برداری به مدت سه سال در شرق اصفهان انجام دادند. نتایج تحقیق نامبردگان نشان داد که بالاترین عملکرد و دوره بهره‌برداری از بالاترین تراکم (177/6 بنه در متر مربع) و عمیق ترین عمق کاشت (20سانتیمتر) در سال سوم بدست آمد.

جدول 3- اثر متقابل سال زراعی، عمق کاشت و تراکم بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی زعفران

Table 3- Interaction effects of year, planting depth and density on some of physiological and morphological characteristics of saffron

سال زراعی Growing season	عمق کاشت (سانتی‌متر) Planting depth (cm)	تراکم بنه Corm density ($t.ha^{-1}$)	تعداد گل (در مترمربع) Flower number (per m^2)	وزن خشک گلبرگ (گرم بر متر مربع) Petal dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله (گرم بر متر مربع) Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
1387-1388 2008-2009	10	8	6.997	0.227	0.027
		11	5.663	0.160	0.023
		13	7.223	0.247	0.027
		16	8.667	0.270	0.030
		19	6.777	0.210	0.023
		21	5.220	0.177	0.023
	15	8	7.557	0.243	0.030
		11	10.557	0.353	0.040
		13	8.443	0.310	0.033
		16	11.337	0.370	0.043
		19	12.333	0.473	0.050
		21	12.443	0.443	0.060
	20	8	16.337	0.473	0.053
		11	15.223	0.597	0.070
		13	7.780	0.263	0.030
		16	11.890	0.327	0.040
		19	13.667	0.427	0.050
		21	15.223	0.510	0.047
1388-1389 2009-2010	10	8	4.443	0.137	0.017
		11	4.713	0.240	0.030
		13	8.000	0.230	0.037
		16	4.267	0.127	0.017
		19	20.000	0.753	0.153
		21	34.757	0.530	0.130
	15	8	21.067	0.640	0.117
		11	19.910	0.630	0.080
		13	47.380	1.767	0.203
		16	36.000	1.070	0.140
		19	93.600	2.960	0.283
		21	73.600	2.250	0.273
	20	8	29.200	0.883	0.120
		11	18.670	0.627	0.073
		13	13.330	0.560	0.083
		16	73.730	2.437	0.267
		19	33.467	1.033	0.180
		21	38.667	1.450	0.170
		LSD	5.956	0.256	0.052

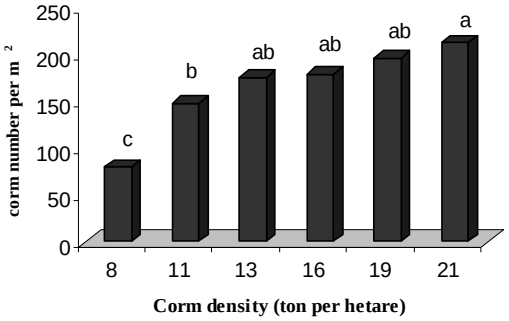
* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمونLSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means that their differences are more than the figure shown by related LSD are significantly different at α =0.05.

نامبردگان اظهار داشتند در عمق کاشت 20 سانتیمتر به دلیل افزایش طول لوله گل، برداشت زعفران راحتتر بود. دی- جوان و همکاران (de-Juan et al., 2009) نیز با مطالعه اثر آبیاری (آبیاری و عدم آبیاری)، اندازه بنه (متوسط (3-2/25) و کوچک (2/25>))، عمق کاشت (10 و 20 سانتیمتر) و تراکم (51 و 69 بنه در متر مربع) در یک دوره سه ساله دریافتند که بیشترین وزن تر گل و کلاله در تیمار ترکیبی آبیاری+ سایز متوسط بنه+عمق کاشت 10سانتیمتر +تراکم 69 بنه در متر مربع بدست آمد. بهنیا (Behnia, 2008) نیز آزمایشی را به منظور بررسی اثر روش کاشت (کپه‌ای و ردیفی) و تراکم (کم، متوسط و زیاد) بر عملکرد کمی زعفران در یک دوره چهارساله انجام دادند. نامبردگان اظهار داشتند که تیمار کشت ردیفی با تراکم متوسط بنه و تیمار کشت کپه‌ای با تراکم زیاد بنه، بیشترین عملکرد را داشتند.

اثر تراکم‌های مختلف بنه زعفران بر تعداد بنه های تولیدی در طی دو سال آزمایش در شکل 10 نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین تعداد بنه در تراکم 21 و 8 تن در هکتار به ترتیب با 213/17 و 80/22 بنه در متر مربع دیده شد. نادری-باغشاهی و همکاران (Naderi- et al., 2008) Darbaghshahi نیز با مطالعه اثر تراکم‌های مختلف کاشت (44/4، 88/8 و 176/6 بنه در متر مربع)، عمق کاشت (10 و 15 سانتیمتر) و روش کاشت (کرتی و جوی پشته) بر تعداد بنه‌های تولید شده دریافتند که بیشترین بنه‌های تولیدی در تراکم 176/6 بنه در متر مربع و روش کاشت جوی و پشته وجود داشت. نامبردگان اظهار داشتند که اثر عمق کاشت بر تعداد بنه‌های تولید شده، معنی‌دار نبود، با این وجود تعداد بنه‌های تولید شده در عمق کاشت 20 سانتیمتر بیش از 15 سانتیمتر بود.

اثر تراکم‌های مختلف بنه بر وزن خشک بنه‌ها در دو سال زراعی از نظر آماری معنی‌دار بود. همانگونه که ملاحظه می‌شود، بیشترین وزن خشک بنه در تیمارهای 11 و 13 تن در هکتار به ترتیب با 195/1 و 182/25 گرم در متر مربع دیده شد. کمترین وزن خشک بنه نیز در تیمار 8 تن در هکتار به ترتیب با 123/38 گرم در متر مربع بدست آمد.

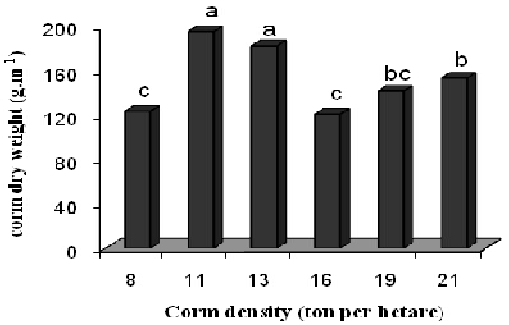


شکل10- اثر تراکم‌های مختلف بنه بر تعداد بنه‌ها در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 10- The effect of plan density on corm number of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.



شکل 11- اثر تراکم‌های مختلف بنه بر وزن خشک بنه‌ها در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 11- The effect of corm density on corm dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

بررسی شکل‌های 10 و 11 نشان می‌دهد که با افزایش تعداد بنهٔ تولید شده در تیمارهای کشت پرتراکم‌تر، وزن خشک بنه کاهش یافت. این امر نشان می‌دهد که علیرغم افزایش عملکرد کلاله زعفران در تیمارهای کشت پرتراکم، بنه‌های تولید شده، از کیفیت خوبی برخوردار نباشند.

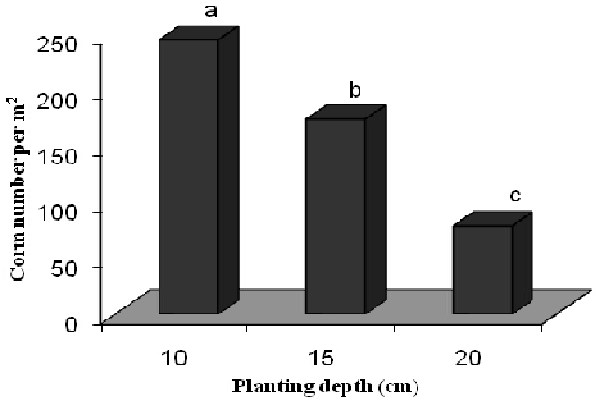
اثر عمق‌های کاشت بنه زعفران بر تعداد بنه‌های تولیدی در طی دو سال آزمایش در شکل 12 نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود بیشترین تعداد بنه در عمق کاشت 10 سانتیمتر و کمترین آن نیز در عمق کاشت 20 سانتیمتر وجود داشت (شکل 12)، اما نتایج مربوط به اثر عمق‌های کاشت بر وزن خشک بنه‌ها از روند متفاوتی تبعیت کرد و بیشترین و کمترین وزن خشک بنه در عمق کاشت 20 سانتیمتر و 10 سانتیمتر به ترتیب با 164/07 و 147/33 گرم در متر مربع بدست آمد (شکل 13). از آنجا که بین اندازه بنه و عملکرد کلاله زعفران همبستگی بالایی وجود دارد (Koocheki et al., 2006)، چنین بنظر می‌رسد که بنه‌های تولید شده در عمق کاشت 10 سانتیمتر، علیرغم کمیت بالاتر، کیفیت خوبی نداشته باشند. از آنجا تعداد بنه‌های تولید شده در عمق کاشت 15 سانتیمتر (173/97 بنه در متر مربع) در مقایسه با عمق کاشت 20 سانتیمتر (78/81 بنه در متر مربع) بیشتر بود و بین این دو عمق کاشت، اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک بنه‌ها وجود نداشت، می‌توان انتظار داشت که بنه‌های تولید شده در عمق کاشت 15 سانتیمتر، از کمیت و کیفیت خوبی برخوردار باشند.

از سوی دیگر، با توجه به اینکه در مزارع تحت کشت زعفران، در هر سال بنه‌های دختری روی بنه‌های مادری تشکیل می‌شوند (Abrishami, 1997)، هر سال که از عمر مزرعه بگذرد، فاصله بنه‌ها تا سطح خاک کاهش می‌یابد تا اینکه زمانی فرا می‌رسد که فاصله بنه‌ها تا سطح خاک بسیار کم شده و امکان عملیات داشت نظیر سله شکنی و کنترل علف‌های هرز وجود ندارد. بر این اساس در کاشت‌های عمیق‌تر، چون فاصله آخرین بنه‌های دختری تا سطح خاک زیادتر است، می‌توان انتظار داشت مدت بهره برداری از این اراضی طولانی‌تر باشد (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008).

البته باید توجه داشت که عمق کاشت تابعی از وزن بنه، شرایط محیطی (به ویژه دماهای حداقل و حداکثر تابستان و زمستان) و بافت خاک می‌باشد. به نحوی که در مناطق سرد به دلیل احتمال آسیب دیدن بنه‌های دختری از سرما، نباید عمق کاشت، کمتر از عمق یخبندان باشد و در تابستان‌های گرم مناطق جنوب خراسان نیز عمق کم کاشت، باعث خسارت به بنه‌ها می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش عمق کاشت تا دستیابی به عمق کاشت مطلوب، عملکرد گل و کلاله زعفران روند افزایشی داشت. همچنین مشخص گردید که استفاده از تراکم‌های بالا نیز می‌تواند در افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح تأثیر فراوانی داشته باشد. هر چند استفاده از این الگوی کاشت، تا حدودی باعث کاهش کیفیت بنه‌های تولید شده خواهد شد.

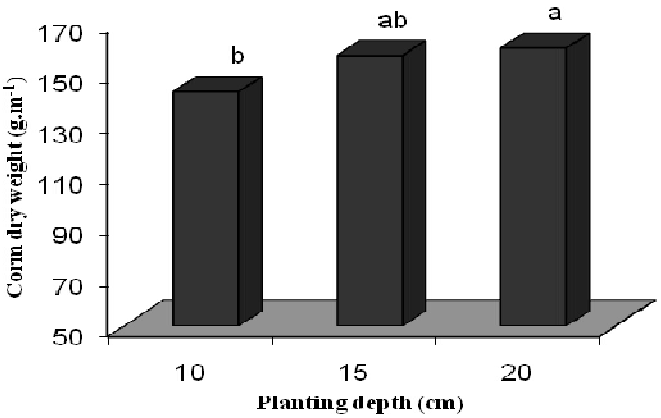


شکل 12- اثر عمق‌های کاشت بر تعداد بنه‌ها در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 12- Effect of planting depth on corm number of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 5% probability.



شکل 13- اثر عمق‌های کاشت بر وزن خشک بنه‌ها در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388

Fig. 13- The effect of planting depth on corm dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگینهای با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 5% probability.

با توجه به نتایج ارائه شده در این آزمایش، عمق کاشت 10 سانتیمتر نسبت به دو عمق دیگر کارایی بیشتری در افزایش عملکرد زعفران داشت. تراکم‌های 19 و 21 تن بنه در هکتار نیز در مقایسه با سایر تراکم‌های آزمایشی عملکرد بیشتری داشتند. از اینرو، به منظور صرفه‌جویی در هزینه کشاورزان، تراکم 19 تن بنه در هکتار همراه با کشت در عمق 10 سانتیمتری خاک را می‌توان با اطمینان به کشاورزان منطقه توصیه نمود. از آنجاکه که یکی از اهداف نوین کشت و کار زعفران، کاهش سن مزارع تحت کشت تا چهار سال می‌باشد، استفاده از الگوی کاشت پیشنهادی، علاوه بر حصول عملکرد بالاتر در سال زراعی اول در مقایسه با تراکم‌های متداول در منطقه، برای کشاورزان منطقه سودآوری قابل ملاحظه‌تری داشته باشد.

منابع

1- Abrishami, M.H. 1997. Saffron in Iran. Toos Publications. 320 pp (In Persian).
2- Ait-aubahou, A., and El-otmani, M. 1999. Saffron Cultivation in Morocco. Harwood. Academic Publications Amesterdum, The Nederlands.
3- amirghasemi, T. 2001. Saffron, Red Gold of Iran. Nashr- Ayandegan Publications (In Persian).
4- beheshti, A., and Faravani, M. 2003. Investigation the effect of different planting proportions and densities on yield and yield components of saffron and Caraway mixed cropping. 3th National Congress of Saffron, Mashhad, Iran, 2-3 December.
5- Behnia, M.R. 2008. Investigation the effects of planting method and corm density on yield of saffron in Damavand Region. Pajuhesh va Sazandegi 79: 101-108. (In Persian with English Summary)
6- Behnia, M.R., and Mokhtari, M. 2009. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.). 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
7- De-Juan, J.A., Cŕcoles, H.L., Munoz, R.M., and Picornell, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30: 212–219
8- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Scientia Horticulturae 119: 320–324.
9- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems, a review. Agronomy Sustainable Development 28: 95–112.
10- Hemmati-Kakhki, A., and Hoseini, M. 2003. A Review on Saffron Researches in Institute of Research for Developing Technology, Khorasan. Ferdowsi University of Mashhad (In Persian).
11- Kafi, M. 2002. Saffron, Production and Processing. Zaban va Adab Publications. 276 pp (In Persian).

12- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., Mohammad-Abadi, A.A., and Jahan, M. 2009b. Effects of biofertilizer and inorganic fertilizer on generative growth and yield of saffron under high corm density. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
13- Koocheki, A., Nassiri-Mahalati M., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2006. Effects of corm size with and without storage on allocation of assimilate in different parts of saffron plant. 2rd International Symposium on Saffron Biology and Technology. 28-30 October, Mashhad, Iran.
14- Koocheki, A., Nassiri-Mahalati, M., Azizi, G., and Siah-Marguee, 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)
15- Koocheki, A., Soltani, A., and Azizi, M. 1997. Plant Ecophysiology. Iranian Academic Center for Education, Culture and Research, Mashhad. (In Persian)
16- Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad-Abadi, A.A., and Mahdavi Damghani, A. 2009a. Peformance of saffron (*Crocus sativus* L.) under different planting patterns and high corm density. 3rd International Symposium on Saffron . Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
17- latifi, N., and Mashayekhi, K.1996. Investigation effect of corm weight on flowering of saffron. 4th Agronomy and Plant Breeding Congress, Esfahan, Iran, 26-29 August.
18- Mohamad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghadam, P., and Sabori, A. 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron in Mashhad conditions. Acta Horticulturae (ISHS) 739: 151-153.
19- Mokhtarian, A., and Rahimi, H. 2006. Investigation on influence of depth planting and summer irrigation on saffron yield and population variation of *Rhizoglyphus robini* in Gonabad. Final report. 913/85. Khorasan Razavi.
20- Mollafilabi, A., and Shoorideh, H. 2009. The new methods of saffron production. 4th National Festival of Saffron, Khorasan- Razavi, Iran, 27-28 October.
21- Naderi-Darbaghshahi, M.R., Khajeh-Bashi, S.M., bani-Ateba, S.A.R., and Deh-Dashti, S.M. 2008. The effects of planting method, density and depth on yield and exploitation period of saffron field (C*rocus sativus* L.) in Isfahan. Seed and Plant Journal 24: 643-657.
22- Saeedi-rad, M.H. 2000. Designing, making and evaluation corm sower of saffron. Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center Publications. (In Persian)
23- Tammaron, F. 1999. Saffron in Italy. Harwood Academic. Publications Amsterdam, the Netherlands. 154 pp.
24- Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Food, Agriculture and Environment 7(1): 19-23
25- Vafabakhsh, J., Ahmadiyan, J., Mokhtariyan, A.A. 2009. Investigation of correlation between saffron flowering pattern and climatological parameters under planting depth and summer irrigation treatments. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.