" نهال و بذر"
جلد ٢٤ ، شماره ٤، سال ١٣٨٧

اثر روش، تراکم و عمق کاشت بر عملکرد و مدت بهره برداری از مزرعه زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) در منطقه اصفهان

Effects of Planting Method, Density and Depth on Yield and Production Period of Saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan Region

محمدرضا نادری درباغشاهی[1] ، سیدمرتضی خواجه‌باشی[2]، سیدعلیرضا بنی‌طباء[3] و سیدمهدی دهدشتی[4]

١- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان
٢- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان
٣- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گلپایگان
٤- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

تاریخ دریافت: ١٣٨٦/٧/٩ تاریخ پذیرش: ١٣٨٧/١/٢٩

چکیده

نادری درباغشاهی، م. ر.، خواجه‌باشی، س. م.، بنی‌طباء، س. ع.، و دهدشتی، س. م. ١٣٨٧. اثر روش، تراکم و عمق کاشت بر عملکرد و مدت بهره برداری از مزرعه زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) در منطقه اصفهان. . **نهال و بذر ٢٤:** ٦٥٧ - ٦٤٣.

به منظور بررسی اثر روش ، تراکم و عمق کاشت بنه زعفران برعملکرد و مدت بهره برداری از زعفران زار زعفران زارعی توده بومی خراسان ،آزمایشی به مدت سه سال متوالی از ١٣٨٠ تا ١٣٨٢ در شرق اصفهان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو روش کاشت کرتی وجوی و پشته‌ای، دوعمق کاشت ١٥ و ٢٠ سانتی‌متر وسه تراکم کاشت ٤٤/٤، ٨٨/٨و ١٧٧/٦ بنه در مترمربع بود که به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح پایه بلوک های کامل تصادفی انجام شد. اطلاعات و آمار یادداشت‌برداری شده در سال‌های دوم وسوم آزمایش مورد بررسی وتجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، بالاترین عملکرد و دوره بهره برداری از بالاترین تراکم (١٧٧/٦ بنه در مترمربع) و عمیق‌ترین عمق کاشت (٢٠ سانتی‌متر) و به میزان ٥/٠٨ کیلوگرم محصول در هکتار در سال سوم بدست آمد، ضمن این‌که در عمق کاشت ٢٠ سانتی‌متر به دلیل افزایش طول لوله گل، برداشت زعفران راحت‌تر بود. در این مطالعه روش کاشت تاثیر معنی‌داری بر صفات زراعی و عملکرد زعفران نداشت.

واژه های کلیدی: زعفران، عملکرد، تراکم کاشت، عمق کاشت، دوره بهره‌برداری

نویسنده مسئول: mnaderi@khuisf.ac.ir

مقدمه

زعفران همچون گیاهان زراعی دیگر برای استفاده حداکثر از پتانسیل محیط، علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب نیاز به مدیریت‌های زراعی بهینه جهت حداکثر عملکرد و افزایش طول دوره بهره‌برداری دارد که دراین رابطه عمق کاشت و تراکم کاشت مطلوب نقش ویژه‌ای دارند. عمق کاشت زعفران یکی از مسائل مهم و قابل بحث زراعت زعفران است . با توجه به این که دوره تولید زعفران در ایران طولانی (معمولاً ۸ سال) است، بنابراین عمق کاشت بایستی به اندازه‌ای باشد که قبل ازاین مدت بنه‌های جدید در اعماق سطحی خاک تشکیل نشوند و به این صورت طول دوره بهره‌برداری زعفران‌زار افزایش می‌یابد. از طرفی عمق کاشت مناسب باعث حفاظت بنه‌ها در زمستان از یخ‌زدگی و در تابستان از گرمازدگی می‌شود. کاشت عمیق‌تر از ۲۰ سانتی‌متر بنه‌ها ممکن است در سبز شدن این گیاه وخروج گل‌ها از خاک اختلال ایجاد کند و باعث افت شدید عملکرد شود. بر این اساس در زراعت زعفران عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متری معمول است (Abrishami, 1997). دراسپانیا عمق کاشت مناسب زعفران ۲۰ سانتی‌متر ولی در ایتالیا که زعفران به عنوان یک محصول یکساله کشت می‌شود، عمق کاشت ۱۰- ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود (Ait-aubahou and El-otmani, 1999؛ Tammaron, 1999).

انتخاب تراکم کاشت مناسب در زعفران ضمن افزایش دوره بهره‌برداری این زراعت سبب افزایش عملکرد وکاهش طول دوره بین کاشت تا اقتصادی شدن عملکرد می‌شود (Abrishami,1997). میزان بنه زعفران با توجه به روش کاشت و اندازه بنه‌ها ۱/۵ تا ۱۰ تن بنه در هکتار گزارش شده است. در زراعت‌های سنتی ایران فاصله ردیف ۳۰ تا ۳۵ سانتی‌متر و فاصله کپه‌ها از یکدیگر۲۵ سانتی‌متر است. در هر کپه ۳ تا ۱۵عدد بنه قرار می‌گیرد به این صورت تراکم کاشت حدوداً بین ۳۷/۵ تا ۱۷۸/۵ بنه در متر مربع است (Mollafilabi, 2000). علوی شهری و همکاران (Alavi Shari *et al.*, 1994) در تحقیقی پنج ساله به منظور بررسی تأثیر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد زعفران در قائن بیرجند دریافتند که با افزایش تراکم کاشت عملکرد زعفران به طور معنی‌داری افزایش یافت و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع با آرایش کاشت ۱۰×۲۰ را توصیه کردند. در این تراکم به حدود ۴ تن در هکتار بنه نیاز خواهد بود . قلاوند و عبدالهیان نوقانی (Ghalavand and AbdollahianNoghani, 1994) در بررسی سازگاری اکولوژیکی و مطالعه اثر فاصله خطوط و روش کاشت بر عملکرد توده‌های زعفران ایران نشان دادند که فاصله خطوط کاشت ۱۰×۳۰ سانتی‌متر از عملکرد بیشتری برخوردار است. با توجه به پژوهش‌های انجام شده در ایران روش کشت ردیفی در

کرت با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و با وزن ۴ تا ۵ تن بنه درشت در هکتار برای تولید حداکثر عملکرد زعفران قابل توصیه است (علوی شهری و همکاران، ۱۹۹۴؛ قلاوند و عبدالهیان نوقانی، ۱۹۹۴).

از موارد مطرح دیگر در زراعت زعفران روش کاشت است. در زراعت سنتی ایران زعفران به صورت کرتی کشت می شود در حالی که امروزه در کشورهای پیشرفته کاشت جوی و پشته‌ای آن مطرح و گسترش یافته است(McGipmsey, 1997). قلاوند و عبدالهیان نوقانی (۱۹۹۴) نشان دادند که روش کاشت سنتی به مکانیزه برتری دارد و این امر ممکن است به این دلیل باشد که در روش کشت مکانیزه (کشت روی پشته) احتمال آسیب سرما به بنه بیشتر می‌شود. کافی (Kafi, 2002) نیز معتقد است که بهترین روش کاشت زعفران، کاشت کرتی است و آن را توصیه کرده است ولی رقیمی (Raghimi, 1990) و سعیدی راد (SaeediRad, 2001) با تغییراتی در دستگاه سیب زمینی کارو تبدیل آن به دستگاه بنه کار زعفران توصیه به کاشت زعفران به وسیله این دستگاه و به روش جوی و پشته‌ای کردند. آن‌ها رسیدن عمق کاشت به ۲۵ سانتی‌متر،عدم تشکیل سله برروی ردیف‌های کاشت و سهولت در امر جوانه‌زنی،سهولت در عملیات کاشت و صرفه‌جویی در هزینه کارگر،آسان تر شدن عملیات داشت وجمع‌آوری گل و شیوع کمتر بیماری‌های قارچی به دلیل استفاده از آبیاری نشتی را دلایل بهتر بودن این روش گزارش کردند.

باتوجه به گسترش کشت زعفران در استان اصفهان و عدم انجام تحقیقات جامع جهت پاسخ به سؤالات مطرح در خصوص عمق، روش و تراکم کاشت مناسب، این تحقیق به منظور مقایسه دو روش کاشت کرتی و جوی و پشته‌ای زعفران جهت ارائه روش کاشت مناسب و تأثیر عمق و تراکم کاشت برطول مدت بهره‌وری و عملکرد زعفران در منطقه اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از سال ۱۳۸۰ تا پایان سال ۱۳۸۲ به مدت سه سال در مزرعه تحقیقاتی-آموزشی دانشکده‌کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان واقع در روستای خاتون آباد انجام شد. مزرعه مذکور در فاصله ۱۰ کیلومتری شرق اصفهان در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح تراز دریا ۱۵۵۵ متر و اقلیم منطقه بر اساس تقسیم‌بندی کوپن خشک بسیار گرم با تابستان‌های خشک است. میانگین دراز مدت بارندگی و درجه حرارت سالیانه منطقه به ترتیب ۱۲۰ میلی‌متر و ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. با توجه به نتایج تجزیه فیزیکوشیمیائی خاک ازعمق ۰ تا ۴۰ سانتی‌متری، خاک محل آزمایش دارای بافتی سیلتی لومی، هدایت

الکتریکی ۳/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر، اسیدیته ۷/۸ ، کربن آلی یک درصد ، فسفر قابل جذب۱۶/۵ پی‌پی‌ام، پتاسیم قابل جذب ۲۶۵ پی‌پی‌ام و نیتروژن کل ۰/۱۱۷ درصد بود. در این تحقیق، تأثیر دو روش کاشت کرتی و جوی پشته‌ای، دو عمق کاشت ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر و سه تراکم ۲، ۴ و ۸ عدد بنه در هر کپه بر عملکرد و خصوصیات رشدی زعفران در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل بررسی شد. آزمایش شامل سه فاکتور روش کاشت به صورت کرتی و جوی پشته‌ای که در هر دو روش فواصل بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر و داخل ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود، سه تراکم کاشت ۴۴/۴ ، ۸۸/۸، ۱۷۷/۶ بنه در متر مربع که با کاشت ۲، ۴ و ۸ غده هم اندازه در هرکپه حاصل شد و دو عمق مختلف کاشت ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر در چهار تکرار به صورت فاکتوریل در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول چهار متر در نظر گرفته شد. پس از نمونه‌گیری‌های لازم و ثبت اطلاعات، کلیه داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح آماری ۵ درصد مقایسه شدند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار آماری Excel 2000 استفاده شد.

نتایج و بحث

نظر به این که در سال اول آزمایش گل‌دهی بسیار ناچیز و اطلاعات قابل تجزیه و تحلیل به دست نیامد، ارائه نتایج و بحث بر اساس نتایج سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ است.

طول لوله گل

تأثیر عمق کاشت بر طول لوله گل درسال‌های دوم وسوم آزمایش(۱۳۸۱و۱۳۸۲) در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول‌های ۱و۲)، به طوری که درسال ۱۳۸۱، طول لوله گل در عمق ۲۰ سانتی‌متر با میزان ۳/۳۱۷ سانتی‌متر به طور معنی‌داری از طول لوله گل در تیمار ۱۵ سانتی‌متر با میزان ۲/۹۱۳ سانتی‌متر بیشتر بود (جدول ۳). همچنین در سال ۱۳۸۲ نیز طول لوله گل در تیمار ۲۰ سانتی‌متر عمق با ۳/۰۳ سانتی‌متر به طور معنی‌داری بیشتر از عمق ۱۵ سانتی‌متر با طول لوله گل ۲/۵۶ سانتی‌متر بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد همراه با افزایش عمق کاشت گل‌ها برای رسیدن به سطح خاک مسافت زیادتری را طی کرده و به طور معنی‌داری طول لوله گل زیادتری دارند که با توجه به برداشت راحت‌تر گل‌های با طول لوله گل بیشتر (Abrishami, 1997 ؛Behnia, 1991) این موضوع می‌تواند یک تأثیر مثبت محسوب شود.در این مطالعه تأثیر روش کاشت بر طول دم‌گل در هر دو سال معنی‌دار نشد . همچنین در هر دو سال بین عمق، روش و تراکم کاشت اثر متقابلی از نظر طول لوله گل دیده نشد (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس طول لوله گل و عملکرد کلاله زعفران در سال ۱۳۸۱

Table 1. Analysis of variance for length of flower-tube and yield of saffron stigma in 2002

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS: طول لوله گل Length of flower-tube	میانگین مربعات MS: عملکرد کلاله Yield of stigma
Replication (R)	تکرار	۳	5.271^{**}	1.725^{ns}
Sowing depth (A)	عمق کاشت	۱	1.960^{*}	0.793^{ns}
Sowing method (B)	روش کاشت	۱	0.017^{ns}	0.798^{ns}
A×B	عمق کاشت×روش کاشت	۱	1.017^{ns}	0.083^{ns}
Plant density (C)	تراکم کاشت	۲	1.65^{ns}	7.217^{**}
A×C	عمق کاشت×تراکم کاشت	۲	1.288^{ns}	0.545^{ns}
B×C	روش کاشت×تراکم کاشت	۲	1.383^{ns}	1.914^{ns}
A×B×C	روش کاشت×عمق کاشت×تراکم کاشت	۲	0.640^{ns}	6.184^{**}
Error	خطا	۳۳	0.642	0.774
Total	کل	۴۷	-	-
CV%	ضریب تغییرات	-	21.81	24.99

* and **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطوح آماری ۱ درصد و ۵ درصد.

ns: Not significant.

ns: غیر معنی‌دار.

جدول ۲- تجزیه واریانس وزن خشک برگ، وزن خشک کل، وزن پوشش گل و طول لوله‌گل زعفران در سال ۱۳۸۲

Table 2. Analysis of variance for leaf dry wegiht , total dry weight , flower cover weight and length of flower-tube of saffron in 2003

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS: وزن خشک برگ Leaf dry weight	میانگین مربعات MS: وزن خشک کل اندام هوایی Total dry weight	میانگین مربعات MS: وزن پوشش گل Flower cover weight	میانگین مربعات MS: طول لوله گل Length of flower-tube
Replication (R)	تکرار	۳	67760.407^{*}	7475.933	579.694^{*}	4.859^{**}
Sowing depth (A)	عمق کاشت	۱	660.825^{ns}	75.242^{ns}	244.653^{ns}	2.613^{*}
Sowing method (B)	روش کاشت	۱	998.275^{ns}	322.450^{ns}	26.641^{ns}	0.001^{ns}
A×B	عمق کاشت×روش کاشت	۱	10170.250	7911.314	461.785^{ns}	0.6530^{s}
Plant density (C)	تراکم کاشت	۲	17994.810	20812.473^{**}	1315.932^{**}	1.530^{ns}
A×C	عمق کاشت×تراکم کاشت	۲	166.511^{ns}	377.807^{ns}	46.013^{ns}	1.464^{ns}
B×C	روش کاشت×تراکم کاشت	۲	39.381^{ns}	297.836^{ns}	97.410^{s}	0.450^{ns}
A×B×C	روش کاشت×عمق کاشت×تراکم کاشت	۲	2940.070^{s}	4204.638^{ns}	173.923^{ns}	0.421^{ns}
Error	خطا	۳۳	1600.582	1715.737	174.650	0.450
Total	کل	۴۷	-	-	-	-
CV%	ضریب تغییرات	-	22.1	22.3	25.2	18.9

* and **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطوح آماری ۱ درصد و ۵ درصد.

ns: Not significant.

ns: غیر معنی‌دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های ساده طول لوله گل و عملکرد کلاله زعفران در تیمارهای مختلف در سال ۱۳۸۱

Table 3. Means comparison of length of flower-tube and stigma yield of saffron in different treatments in 2002

Treatment	تیمار	طول لوله گل Length flower-tube (cm)	عملکرد کلاله Stigma yield ($kgha^{-1}$)
Sowing depth (cm)	**عمق کاشت**		
15		2.913 b	2.127 a
20		3.318 a	2.385 a
Sowing method	**روش کاشت**		
Plot cropping	کرتی	3.313 a	2.127 a
Furrow cropping	جوی پشته	3.096 a	2.385 a
Number of corms	**تعداد بنه در هر کپه**		
2		2.787 a	1.521 b
4		3.263 a	2.411 a
8		3.294 a	2.837 a

میانگین‌ها با حروف مشترک درهرستون براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن درسطح۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level, according to Duncan`s multiple range test.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های ساده وزن خشک برگ، وزن خشک کل اندام هوائی، وزن خشک، پوشش گل و طول لوله گل زعفران در سال ۱۳۸۲

Table 4. Means comparison of leaf dry weight, total dry weight, flower cover weight and length of flower-tube of saffron in 2003

Treatment	تیمار	وزن خشک برگ Leaf dry weight (gm^{-2})	وزن خشک کل اندام هوائی Total dry weight (gm^{-2})	وزن خشک پوشش گل Flower cover weight ($kgha^{-1}$)	طول لوله گل Length of flower-tube (cm)
Sowing depth (cm)	**عمق کاشت**				
15		113.60 a	116.64 a	27.84 a	2.56 b
20		120.88 a	120.46 a	32.36 a	3.03 a
Sowing method	**روش کاشت**				
Plot cropping	کرتی	112.61 a	115.95 a	29.36 a	2.87 a
Furrow cropping	جوی پشته	121.73 a	121.14 a	30.85 a	2.79 a
Number of corms	**تعداد بنه در هر کپه**				
2		93.69 b	90.09 b	21.30 b	2.52 a
4		102.20 b	99.69 b	29.60 b	2.84 a
8		155.60 a	160.10 a	39.41 a	3.03 a

میانگین‌ها با حروف مشترک درهرستون براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن درسطح۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level, according to Duncan`s multiple range test.

عملکرد کلاله

اثر عمق کاشت بر عملکرد کلاله در سال دوم و سوم معنی‌دار نبود (جدول‌های ۱ و ۲). بنابراین با توجه به این‌که در اغلب منابع (Abrishami, 1997؛ Khajepour, 1998؛ Behnia, 1991) مزایای کشت عمیق در رابطه با کاهش تأثیر یخبندان زمستان ودرجه حرارت بالای تابستان و افزایش دوره بهره‌برداری زعفران‌زار گزارش شده است، بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه نیز کشت عمیق قابل توصیه است. تأثیر روش کاشت نیز بر عملکرد کلاله در سال دوم و سوم معنی‌دار نبود (جدول‌های ۱ و ۲)، نتایج تحقیقات قلاوند و عبداالهیان نوقانی (۱۹۹۴) بیانگر مزیت روش کرتی بر روش جوی و پشته‌ای بوده است ولی به نظر می‌رسد میزان بالای مواد آلی خاک به واسطه مصرف ۵۰ تن در هکتار کود حیوانی در خاک قبل از کاشت در این آزمایش باعث شد تفاوت چندانی بین دو روش کرتی و جوی و پشته‌ای از نظر سبز شدن، رشد و عملکرد زعفران وجود نداشته باشد. اثر تراکم کاشت (تعداد بنه در هرکپه) بر عملکرد کلاله در سطح یک درصددر سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ معنی‌دار شد (جدول‌های ۱ و ۲). به نظر می‌رسد کشت زعفران با تراکم بالا باعث شروع زودتر بهره‌برداری از زعفران‌زار شود. این موضوع از نظر اقتصادی می‌تواند در بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان زعفران کار و بازگشت سرمایه بسیار مفید باشد. علوی شهری و همکاران (۱۹۹۴) نیز در مطالعه پنج ساله خود به این نتیجه رسیدند که کشت زعفران با تراکم بالا بر تراکم پائین از نظر عملکرد مزیت دارد.در این مطالعه، در سال ۱۳۸۱ اثر متقابل عمق کاشت × روش کاشت و همچنین عمق کاشت × تراکم کاشت و روش کاشت × تراکم کاشت بر عملکرد کلاله معنی‌دار نبود ولی اثر متقابل عمق کاشت × روش کاشت × تراکم کاشت بر عملکرد کلاله معنی‌دار شد(جدول۱). به نظر می‌رسد در روش کرتی، با افزایش تراکم همراه با افزایش عمق کاشت فضای بیشتری در خاک برای رشد ریشه‌ها و تغذیه بنه‌ها، ایجاد می‌شود که باعث افزایش رشد و توسعه ریشه‌های بنه‌ها و نهایتاً باعث افزایش عملکرد کلاله می‌شود. در دو تراکم پائین‌تر شاید به علت وجود فضای کافی برای رشد و توسعه ریشه‌های بنه‌ها، افزایش عمق مزیتی را از این نظر ایجاد نکرد (جدول ۵).

وزن خشک برگ

وزن خشک برگ تولید شده در تیمارهای مختلف در اواخردوره رشد سال سوم آزمایش مورد اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله نشان داد که این صفت تحت تأثیر عمق کاشت و تراکم کاشت قرار نگرفته است ولی اثر تراکم کاشت بر وزن خشک برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج بیانگر این مطلب است که عمق کاشت و روش کاشت نتوانسته است هیچ تأثیر خاصی بر روند رشد اندام هوائی زعفران داشته باشد. به نظر می‌رسد با توجه به این که در هر سال قبل از

سبز شدن بوته‌ها در سطح هر کرت آزمایشی مقدار قابل توجهی کود حیوانی با خاک سطحی مخلوط می‌شده است لذا خاک کرت‌های آزمایشی دارای مقدار قابل توجهی مواد آلی بوده و چون برگ‌های اولیه زعفران از درون لوله چمچه از خاک خارج می‌شود به این دلیل با افزایش عمق کاشت در تیمار ۲۰ سانتی‌متر ، مقاومت قابل توجهی در مقابل خروج برگ‌ها از خاک نسبت به عمق ۱۵ سانتی‌متر ایجاد نشده است، لذا عمل خروج برگ‌ها از خاک و به دنبال آن رشد برگ‌ها در دو تیمار عمق کاشت ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر مشابه هم بوده و از نظر وزن خشک برگ‌ها هیچ تفاوتی بین این دو تیمار ایجاد نشده است. به همین دلائل، با وجود این‌که وضعیت زمین در تیمار کشت کرتی نامناسب‌تر از کشت جوی و پشته‌ای بوده است ولی خروج برگ‌ها از خاک و رشد برگ‌ها در دو روش کرتی و جوی و پشته‌ای نیز مشابه بود و تفاوت معنی‌داری بین این دو روش از نظر وزن خشک برگ وجود نداشت. در مقابل با افزایش تراکم بنه‌ها به دلیل افزایش تعداد بنه که هر بنه هم قاعدتاً تعدادی برگ تولید می‌کند وزن خشک برگ افزایش پیدا کرده است. در این مطالعه اثر متقابل عمق کاشت × تراکم کاشت، روش کاشت × تراکم کاشت و روش کاشت × عمق کاشت بر وزن خشک برگ معنی‌دار نبود ولی اثر متقابل عمق و روش کاشت براین صفت معنی‌دار شد به طوری که با افزایش عمق کاشت، روش جوی و پشته‌ای نسبت به روش کرتی از نظر این صفت برتری نشان داد. به نظر می‌رسد علیرغم کیفیت مناسب خاک زمانی که عمق کاشت بنه‌ها افزایش یافته است به دلیل ایجاد سله سطحی مختصری در سطح خاک در روش کرتی، خروج برگ‌ها از خاک و متعاقب آن رشد برگ‌ها با مشکل کمی مواجه شده است به طوری که وزن خشک برگ‌ها در روش جوی و پشته‌ای که مشکل سله سطحی خاک وجود نداشته است به طور معنی‌داری بیشتر بوده است. در عمق کشت ۱۵ سانتی‌متری به دلیل عمق کمتر کاشت بنه‌ها، سله نتوانسته است مشکلی برای خروج برگ‌ها در روش کرتی ایجاد کند و تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک برگ‌ها در این دو روش مشاهده نشد (جدول ۲ وشکل ۱).

وزن خشک کل اندام هوائی

وزن خشک کل اندام هوائی شامل مجموع وزن خشک برگ و گل‌های کامل که در سال سوم آزمایش اندازه‌گیری شد تحت تأثیر عمق کاشت و روش کاشت قرار نگرفت (جدول ۴)، ولی اثر تراکم کاشت بر این صفت معنی‌دارشد (جدول۲). با توجه به این که بخش اعظم وزن خشک اندام هوائی زعفران را برگ‌ها تشکیل می‌دهند روند تغییرات یاد شده دقیقاً مشابه تغییرات وزن خشک برگ‌ها بود یعنی باتوجه به مواد آلی بالای خاک روند خروج برگ‌ها و رشد اندام هوائی و همچنین خروج گل‌ها از خاک در دو تیمار عمق کاشت ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر و در دو روش کرتی و جوی و پشته‌ای

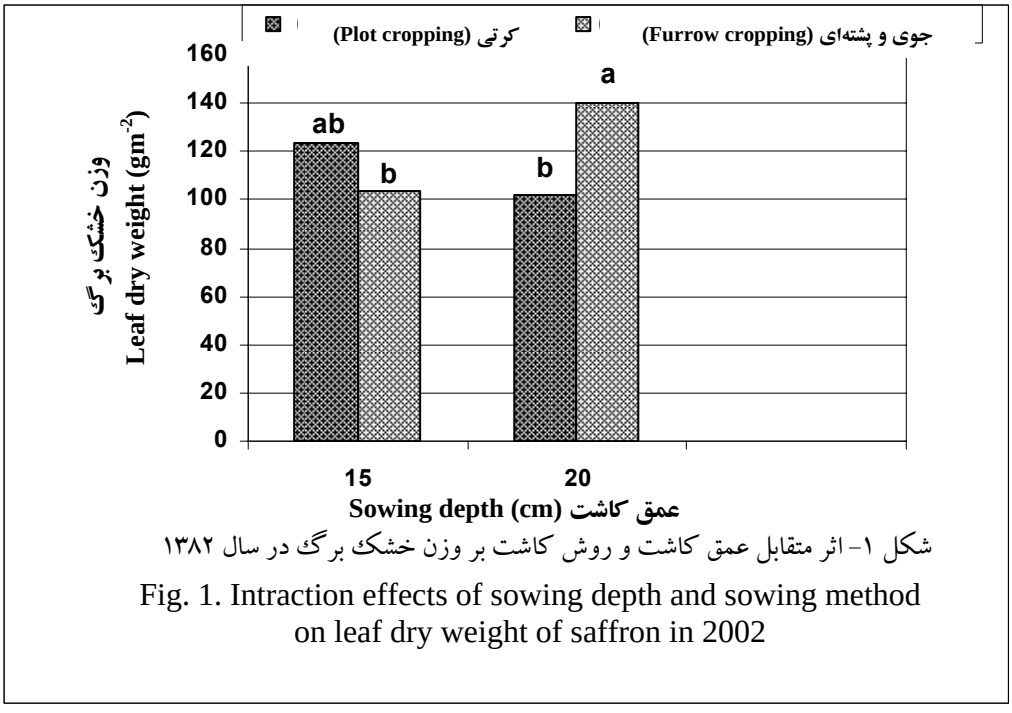
جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل عمق، روش و تراکم کاشت بر عملکرد کلاله زعفران (کیلوگرم در هکتار) در سال ۱۳۸۱

Table 5. Mean comparison of intraction effects of depth , method and plant density on the stigma yield ($kgha^{-1}$) of saffron in 2002

Treatment تیمار	Sowing depth (cm) عمق کاشت			
	15		20	
	کرتی Plot cropping	جوی پشته‌ای Furrow cropping	کرتی Plot cropping	جوی پشته‌ای Furrow cropping
Plant density تراکم (بنه در کپه)				
2	1.88 cd	1.315 d	1.360 d	1.528 d
4	2.85 abc	1.608 d	2.053 bcd	3.132 a
8	1.39 d	3.723 a	3.230 a	3.005 ab

میانگین‌ها با حروف مشترک درهرستون براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن درسطح۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level, according to Duncan`s multiple range test.



شکل ۱- اثر متقابل عمق کاشت و روش کاشت بر وزن خشک برگ در سال ۱۳۸۲

Fig. 1. Intraction effects of sowing depth and sowing method on leaf dry weight of saffron in 2002

مشابه بود تفاوت معنی‌داری بین وزن خشک کل اندام هوائی در تیمارهای فوق مشاهده نشد. در این مطالعه از بین اثرهای متقابل تنها اثر متقابل عمق و روش کاشت در سطح ۵ درصد بر این صفت معنی‌دار شد به طوری که در عمق ۱۵ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری بین روش کرتی و جوی و پشته‌ای از نظر وزن خشک کل اندام هوائی وجود نداشت ولی با افزایش عمق کاشت به ۲۰ سانتی‌متر، این صفت در روش جوی و پشته‌ای به طور معنی‌داری زیادتر از روش کرتی بود که می‌توان دلیل آن را وضعیت مناسب‌تر خاک سطحی برای خروج گل‌ها و برگ‌ها از سطح خاک در شرایط کشت جوی و پشته‌ای در وضعیت کشت عمیق دانست (جدول ۲ و شکل ۲).

وزن خشک پوشش‌های گل

یکی از موارد مصرف زعفران پوشش‌های گل آن است که شامل مجموع کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌های گل است. در این مطالعه اثر تیمارهای آزمایشی بر این صفت نیز اندازه‌گیری گردید که نتایج بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار عمق کاشت و روش کاشت بر این صفت بود، ولی تأثیر تراکم کاشت بر این صفت بسیار معنی‌دار شد (جدول ۲). به نظر می‌رسد کیفیت بالای خاک از نظر مواد آلی و خروج گل‌ها از درون لوله چمچه باعث شده است که مقاومت خاک در مقابل خروج گل‌ها از خاک در دو عمق کاشت و دو روش کاشت مشابه باشد و با توجه به این که بقیه شرایط موثر در رشد گل‌ها نظیر حاصلخیزی خاک، رطوبت خاک و درجه حرارت خاک و هوا در تمام تیمارها مشابه بوده است، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای عمق و روش کاشت از نظر وزن خشک پوشش‌های گل وجود نداشته است، ولی همراه با افزایش تراکم به موازات افزایش تعدادگل‌ها، وزن خشک پوشش‌های گل در واحد سطح نیز افزایش یافته است که امری بدیهی است (جدول ۴).

در این مطالعه بین عمق کاشت و روش کاشت و همچنین بین تراکم و عمق کاشت و روش و تراکم کاشت اثر متقابل معنی‌داری در مورد این صفت مشاهده نشد (جدول ۲).

شاخص برداشت

نتایج بیانگر این مطلب بود که عمق کاشت و روش کاشت نتوانسته است تغییری در نسبت وزن خشک کلاله به وزن خشک کل اندام هوائی (شاخص برداشت) ایجاد کند ولی تراکم کاشت توانسته است در سطح ۵ درصد این نسبت را تغییر دهد (جدول ۶). به نظر می‌رسدبا توجه به مواد آلی بالای خاک و خروج گل‌ها و برگ‌ها از درون لوله چمچه، مقاومت خاک در مقابل خروج گل‌ها و برگ‌ها از خاک در تیمارهای عمق و روش کاشت مشابه بوده است و میزان وزن خشک کلاله و میزان وزن خشک کل در تیمارهای فوق تفاوت نداشته و به تبع آن تفاوتی از نظر نسبت بین وزن خشک کلاله گل‌ها به وزن خشک کل اندام هوائی (شاخص برداشت) ایجاد نشده است. در تیمارهای تراکم، زمانی که

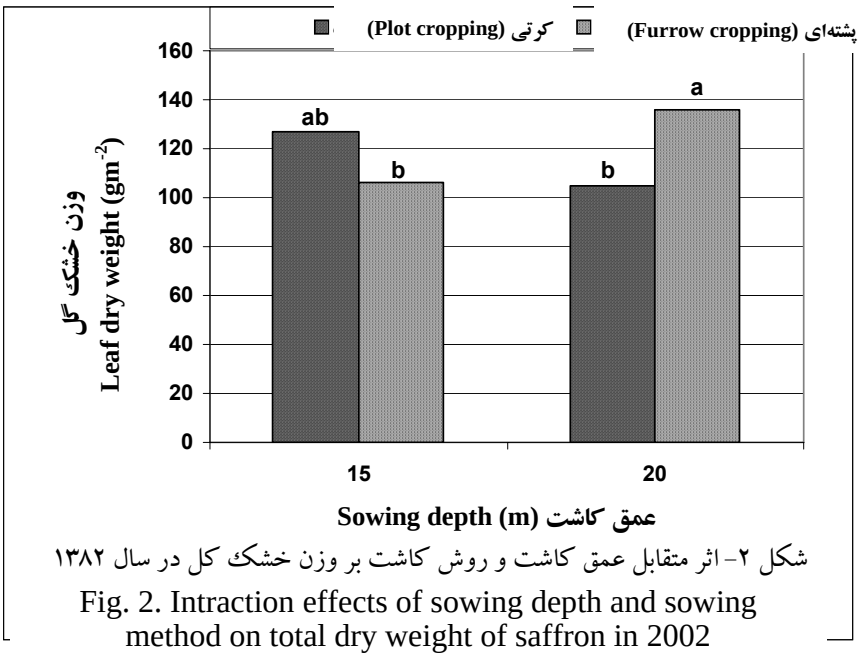
جدول۶- تجزیه واریانس عملکرد کلاله، شاخص برداشت، فاصله جدیدترین بنه تا سطح خاک و تعداد بنه زعفران در واحد سطح در سال ۱۳۸۲

Table 6. Analysis of variance for stigma yield, harvest index, distance of new corm to land surface(DNCLS) and number of corms in 2003

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS			
			عملکرد کلاله Stigma yield	شاخص برداشت Harvest index	فاصله جدیدترین بنه تا سطح خاک DNCLS	تعداد بنه در واحد سطح Number corn
Replication (R)	تکرار	3	2.494 ns	0.124 ns	0.519 ns	5807.028 ns
Sowing depth (A)	عمق کاشت	1	17.268 ns	0.013 ns	35.880 *	2700.000 ns
Sowing method (B)	روش کاشت	1	6.954 ns	0.004 ns	2.755 ns	39905.330 *
A×B	عمق کاشت×روش کاشت	1	12.824 ns	0.009 ns	6.380 ns	7056.075 ns
Plant density (C)	تراکم کاشت	2	49.350 **	0.167 *	18.411 ns	202561.896 **
A×C	عمق کاشت×تراکم کاشت	2	3.160 ns	0.003 ns	19.411 ns	6675.813 ns
B×C	روش کاشت×تراکم کاشت	2	1.387 ns	0.040 ns	25.755 ns	6674.646 ns
A×B×C	روش کاشت×عمق کاشت×تراکم کاشت	2	3.300 ns	0.112 ns	2.130 ns	2105.063 ns
Error	خطا	33	4.641	0.043	6.023	9266.240
Total	کل	47	-	-	-	-
CV%	ضریب تغییرات	-	25.1	26.3	19.2	20.5

* and **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.
ns: Not significant.

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطوح آماری ۱ درصد و ۵ درصد.
ns: غیر معنی‌دار.



شکل ۲- اثر متقابل عمق کاشت و روش کاشت بر وزن خشک کل در سال ۱۳۸۲

Fig. 2. Intraction effects of sowing depth and sowing method on total dry weight of saffron in 2002

تعداد بنه‌ها در هر کپه و در واحد سطح افزایش یافته تعداد گل در واحد سطح به موازات افزایش تعداد بنه در واحد سطح افزایش یافته بود ولی همراه با افزایش تراکم، به خاطر افزایش رقابت بین بوته‌ها، افزایش وزن خشک برگ‌ها در واحد سطح به موازات افزایش تعداد بنه افزایش نیافته بود. با توجه به این موضوع همراه با افزایش تراکم بنه‌ها در واحد سطح، شاخص برداشت افزایش یافته است.

در این مطالعه بین تیمارهای آزمایشی از نظر شاخص برداشت اثر متقابل معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

فاصله جدیدترین بنه‌ها تا سطح خاک

یکی از اهداف این طرح تعیین طول مدت بهره‌برداری زعفران‌زار بود که به واسطه عدم امکان ادامه مطالعه تا انتهای دوره بهره‌برداری زعفران‌زار مورد مطالعه، از پارامتر فاصله جدیدترین بنه تا سطح خاک به عنوان صفتی که می‌تواند تخمینی از طول مدت دوام زعفران‌زار باشد استفاده شد.در این مطالعه عمق کاشت به‌طور معنی‌داری این خصوصیت را تحت تاثیر قرارداد به طوری که این خصوصیت به میزان ۱۱/۲ سانتی‌متر در تیمار ۲۰ سانتی‌متر به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار ۱۵ سانتی‌متر به میزان ۹/۵ سانتی‌متر بود (جدول‌های ۶ و۷). با توجه به این که در زعفران‌زار در هر سال بنه‌های دختری بر روی بنه‌های مادری تشکیل می‌شوند (Abrishami, 1997; Behnia, 1991)، هر سال که از عمر زعفران‌زار بگذرد فاصله بنه‌ها تا سطح خاک کاهش می‌یابد تا این که زمانی فرا می‌رسد که فاصله بنه‌ها تا سطح خاک بسیار کم شده به صورتی که دیگر امکان عملیات داشت نظیر سله‌شکنی و کنترل علف‌های هرز وجود ندارد. بر این اساس در کاشت عمیق‌تر ۲۰ سانتی‌متر چون فاصله آخرین بنه‌های دختری تا سطح خاک زیادتر است پس می‌توان انتظار داشت که مدت بهره‌برداری در این تیمار بیشتر از تیمار با عمق ۱۵ سانتی‌متر شود، بنابراین با توجه به این که عملکرد کلاله در سال سوم در عمق ۲۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری با عمق ۱۵ سانتی‌متر نداشت و حتی مختصری هم زیادتر بود می‌توان نتیجه گرفت که مدت بهره‌وری در تیمار ۲۰ سانتی‌متر بیشتر از تیمار ۱۵ سانتی‌متر خواهد بود. اثر روش و تراکم کاشت برفاصله جدیدترین بنه تا سطح خاک معنی‌دار نشد (جدول ۶). به نظر می‌رسد با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار این صفت بین تراکم‌های مختلف و از طرفی بیشتر بودن عملکرد کلاله سال سوم در بالاترین تراکم کاشت (جدول۷)، دوره بهره‌برداری در تراکم بالاتر این مطالعه زودتر شروع شد و همزمان با تراکم‌های دیگر خاتمه می‌یابد و به این صورت می‌توان انتظار داشت که دوره بهره‌برداری و میزان بهره‌برداری در تراکم بالاتر ۱۷۷/۶ نسبت به دو تراکم ۸۸/۷ و ۴۴/۴ بوته در مترمربع بالاتر باشد. در این مطالعه اثر متقابل بین تیمارهای آزمایشی روی فاصله جدیدترین بنه تا سطح خاک معنی‌دار نشد (جدول ۶).

جدول۷- مقایسه میانگین‌های ساده عملکرد کلاله، شاخص برداشت، فاصله جدیدترین بنه تا سطح خاک وتعداد بنه زعفران در واحدسطح در سال ۱۳۸۲

Table 7. Means comparison of stigma yield, Harvest index, distance of new corm to land surface(DNCLS) and number of corm of saffarn in 2003

Treatment	تیمار	عملکرد کلاله Stigma yield ($kgha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	فاصله جدیدترین بنه تا سطح خاک DNCLS (cm)	تعداد بنه Number $corm/m^2$
Planting depth (cm)	**عمق کاشت**				
15		3.88 a	0.36 a	9.46 b	355.5 a
20		5.08 a	0.40 a	11.19 a	370.5 a
Sowing method	**روش کاشت**				
Plot cropping	کرتی	4.09 a	0.37 a	10.56 a	334.1 b
Furrow copping	جوی پشته‌ای	4.09 a	0.39 a	10.08 a	391.8 a
Number of corm	**تعداد بنه در هر کپه**				
2		2.73 c	0.27 b	9.50 a	257.8 c
4		4.43 b	0.45 a	11.13 a	349.4 b
8		6.25 a	0.44 a	10.81 a	481.6 a

میانگین‌ها با حروف مشترک درهرستون براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن درسطح۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level, according to Duncan`s multiple range test.

تعداد بنه در متر مربع

براساس فرضیات این مطالعه در خصوص تراکم، هر چه تعداد بنه در واحد سطح یا حجم خاک زیادتر باشد عملکرد کلاله سال آتی زیادتر خواهد بود و مدت بهره‌داری بیشتر می‌شود. در این مطالعه تعداد بنه در واحد سطح کرت‌های آزمایشی در اواخر دوران رشد سال سوم اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله بیانگر عدم‌تاثیر عمق‌کاشت براین خصوصیت بود. ولی اثر روش کاشت و تراکم کاشت بر تعداد بنه در واحد سطح معنی‌دار شد (جدول ۶). تعداد بنه در روش جوی و پشته‌ای با ۳۹۱/۸ بنه در متر مربع به طور معنی‌داری از تعداد بنه در روش کرتی با ۳۳۴/۱ بنه در مترمربع بیشتر بود (جدول ۷) که شاید تعداد بنه زیادتر در این روش کاشت به واسطه تراکم کمتر خاک در اطراف بنه‌های مادری و امکان رشد بهتر بنه‌ها و افزایش تعداد بنه قابل شمارش بوده است که این مزیت می‌تواند بر عملکرد سال‌های بعدی زعفران‌زار تاثیر مثبتی داشته باشد. دراین مطالعه بین تیمارهای آزمایشی در رابطه با تعداد بنه در واحد سطح اثر متقابل معنی‌داری مشاهده نشد(جدول ۶).

به طور کلی نتایج حاصله از این تحقیق نشان داد که در شرایط اقلیمی و خاکی منطقه اصفهان بالاترین عملکرد و دوره بهره‌برداری از یک زعفران‌زار را می‌توان در بالاترین تراکم این مطالعه (۱۷۷/۶ بنه در مترمربع) و عمیق‌ترین

عمق کاشت (۲۰ سانتی‌متر) به دست آورد، ضمن این که در عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر به واسطه افزایش طول لوله گل، برداشت زعفران راحت‌تر می‌شود. از نظر روش کاشت دراین مطالعه تفاوت معنی‌داری بین صفات مورد بررسی مخصوصاً عملکرد و دوره بهره‌برداری مشاهده نشد لذا در صورت امکان کشت جوی و پشته‌ای زعفران به صورت مکانیزه و به واسطه کاهش شدید هزینه‌های کاشت و مراقبت‌های زراعی زعفران‌زار در این روش (Raghimi, 1990; Saeedi-Rad, 2001) و براین اساس که تجدید کشت زعفران در دوره‌های کوتاه‌تر از طریق کشت باحداکثر تراکم، منجر به بهره برداری بیشتر از زعفران‌زار می‌شود، توصیه کشت به روش جوی و پشته‌ای منطقی به نظر می‌رسد

سپاسگزاری

بدینوسیله از هیأت رئیسه دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان به ویژه آقایان دکتر احمد علی فروغی و دکتر ابراهیم بهداد و همچنین آقایان مهندس امید لطفی‌فر و مهندس سلمان راطبی به خاطر فراهم کردن امکانات و همکاری در اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Abrishami, M. H. 1997. Saffron of Iran. Toss Publications, Tehran, Iran. 320 pp .

Ait-aubahou. A., and EI-otmani, M. 1999. Saffron Cultivation in Morocco. Harwood Academic publications Amesterdum, The Nederlands.

Alavi Shari, J., Mohajeri, H., and Falaki, M. A. 1994. Effect of plant density on saffron yield. Proceedings of the Second Conference of Saffron and Medical Plants Cultivation. Gonabad, Iran.

Behnia, M. R. 1991. Saffron Cultivation. Tehran University Publications, Tehran, Iran. 260 pp.

Ghalavand, A., and Abdollahian Noghani, M. 1994. Study ecological adaption and effect of plant density and planting method on yield of native saffron bulks of Iran. Proceedings of the Second Conference of Saffron and Medical Plants Cultivation. Gonabad, Iran.

Kafi, M. 2002. Saffron(Technology, Production and to processing). Zaban and Adab Publications, Iran. 276 pp**.**

Khajepoure, M. R. 1998. Saffron Cultivation. Isfahan University of Technology Publications Isfahan, Iran. 30 pp.

McGipmsey, J. A. 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 25: 159-168.

Mollafilabi, A. 2000. Production and Modern Cultivation of Saffron. Iranian Industrial and Scientific Research Organization Publications. Khorasan Center, Mashhad, Iran.

Raghimi, G. 1990. Mechanization of Planting and Cultivation of Saffron. Publications of College of Agriculture, Birjand University, Iran.

Saeedi Rad, M. Kh. 2001. Designing, Constraction and Evaluation of Saffron Corm Planting Machine. Publication of Agricultural Research Center of Birjand University, Iran.

Tammaron, F. 1999. Saffron in Italy. Harwood Academic. Publications Amesterdam, the Netherlands. 154 pp..