اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر صفات رویشی و زایشی زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط آب و هوایی شهرستان ماکو

رستم آقازاده[1*] و اقدس همت‌زاده[1]

چکیده

به منظور بررسی اثرات تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر رشد و محصول دهی زعفران در شرایط آب و هوایی شهرستان ماکو، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماکو در دو سال زراعی ۱۳۸۸و ۱۳۸۹ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل تاریخ کاشت در دو سطح ۲۵ شهریور و ۷ مهر ماه، عمق کاشت در دو سطح ۲۰ و ۲۵ سانتی متر و فاصله کاشت در دو سطح ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر بودند. نتایج نشان داد که تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک کلاله، طول کلاله و سطح برگ گیاه تحت تأثیر سطوح مختلف تاریخ، عمق و فاصله کاشت قرار گرفت، به طوری که شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه مانند وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله در تاریخ کاشت اول (۲۵ شهریور ماه) افزایش یافت. هم‌چنین عمق کاشت و فاصله کاشت بر صفات مورد نظر تأثیر داشته و بیشترین میزان عملکرد در فاصله کاشت کمتر و عمق کاشت کمتر به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: رشد، عملکرد، زعفران، تاریخ کاشت، فاصله کاشت، عمق کاشت.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲٤

۱- اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ماکو، ماکو، ایران.

[*]مسؤول مکاتبات: rustam_aghazadeh@yahoo.com

مقدمه

زعفران (*Corcus sativus*) به عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان، جایگاه ویژه‌ای بین محصولات صنعتی داشته و تنها گیاهی است که به جای واحدهایی مانند کیلوگرم و تن به مثقال و گرم اندازه‌گیری می‌شود. زعفران بومی یونان و مناطق مدیترانه‌ای است، ولی عده‌ای عقیده دارند که رویشگاه اولیه زعفران در دامنه کوه‌های زاگرس و به ویژه ناحیه الوند در ایران می‌باشد (Kafi, 2002). ایران بزرگترین تولید کنندهٔ زعفران در جهان است و بیش از ۹۵/٦ درصد زعفران جهان را تولید می‌کند و تولید سالانه زعفران در ایران ۲۸۰ تن در سال تخمین زده می‌شود (Mollafilabi and Shoorideh, 2009). با توجه به سوابق جغرافیایی و تاریخی کشت زعفران می‌توان گفت که این گیاه از قدرت سازش خوبی برخوردار است (Naderi and Khaje- Bashi, 2008).

در بوم‌نظام‌های زراعی، شناخت عوامل افزایش دهنده کمیت و کیفیت محصول امری الزامی بوده و بایستی جهت دستیابی به عملکرد مطلوب بدان توجه شود (Koocheki *et al*., 1997). عوامل زیادی مانند اقلیم، بیماری‌ها، آبیاری، تاریخ کاشت و انواع کودها در تعیین کیفیت و کمیت زعفران تولیدی نقش به سزایی دارند (Hemmati-Kakhki and Hoseini, 2003).

بهشتی و فراوانی (Beheshti and Faravani, 2003) 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. امیری و بزرگ‌زاده (Amiri and Bozorg-Zadeh, 2006) پداژه‌های زعفران را در سه تاریخ ۱۰ تیر، ۲۰ مرداد و ۱۰ شهریور در شرایط زنجان کشت نموده و نتیجه گرفتند که زمان کاشت بر رشد و دوره زمانی رشد تأثیری نداشته و شروع رشد زعفران در شرایط آب و هوایی زنجان همزمان با اواخر شهریور ماه می‌باشد. بر اساس این نتایج، تاریخ کاشت می‌تواند ساختار و چگونگی گلدهی ساقه را تغییر داده و عملکرد برداشت شده را تغییر دهد. بررسی‌های مختلف طی دو دهه اخیر نشان داده‌اند که کشت زود هنگام زعفران بلافاصله پس از خارج کردن پداژه‌ها از خاک و کشت آن‌ها در خرداد ماه، علاوه بر کاهش هزینه باعث افزایش میزان تولید می‌شود (Mollafilabi, 2009). در اسپانیا کاشت پداژه‌ها از اواخر اردیبهشت ماه تا اواسط خرداد ماه صورت می‌گیرد (Kafi, 2002). صادقی (Sadeghi *et al.,* 2002) در بررسی تاریخ کاشت پداژه در گل‌آوری زعفران طی مدت دو سال نتیجه گرفت که بهترین زمان کاشت و انتقال پداژه زعفران به مزارع جدید، اردیبهشت ماه و به خصوص نیمه اول خرداد، در زمان خواب واقعی پداژه است که موجب افزایش میزان تولید به ۲/۸ کیلوگرم در هر هکتار زعفران خشک می‌شود (Sadeghi *et al.,* 2002). افزایش تراکم کاشت موجب افزایش تعداد گل‌ها در زعفران می‌شود (Gresta *et al*., 2008). کرستا و همکاران (Gresta *et al*., 2008) آزمایشی را در دو مکان با دو تراکم کاشت متفاوت انجام دادند. در این آزمایش، دو تراکم کاشت ۷۵ و ۵۰ بوته در مترمربع بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش تراکم کاشت اثر مثبت بر تعداد گل در واحد سطح دارد و موجب کاهش وزن کلاله می‌شود. محمد آبادی و همکاران (Mohammad-Abadi *et al.,* 2006) نشان دادند که تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد وزن تازه گل وعملکرد کلاله خشک دارد. هم‌چنین وزن تر و خشک برگ در تراکم بالاتر بیشتر می‌شود. نتایج حاصل از بررسی انجام شده در شرایط آب و هوایی ماکو نشان داد که با کاهش تراکم کاشت، وزن تر گل‌ها کاهش یافت، ولی تعداد برگ و وزن تر و خشک آن‌ها بیشتر شد. هم‌چنین نشان داده شد که با افزایش عمق کاشت از ۱۵ به ۲۰ سانتی‌متر، تولید پداژه‌های جدید و عملکرد اندام هوایی و طول و تعداد برگ‌ها کاهش یافته و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متری، بهترین عمق برای افزایش عملکرد نسبت به کاشت سطحی و عمیق می‌باشد (Daneshvar and Hemmatzadeh, 2009). عمق کاشت مناسب باعث حفاظت پداژه‌ها در زمستان از یخ‌زدگی و در تابستان از گرمازدگی می‌شود، اما کاشت عمیق‌تر از ۲۰ سانتی‌متر پداژه‌ها ممکن است در سبز شدن این گیاه از خاک اختلال ایجاد کند (Abrishami, 1997). در اسپانیا نیز عمق کاشت مناسب زعفران را ۲۰ سانتی‌متر عنوان نموده‌اند ولی در ایتالیا، که زعفران به عنوان یک محصول یک‌ساله کشت می‌شود، عمق کاشت را ۸ تا ۱۰ سانتی‌متر در نظر می‌گیرند (Ait-Aubahou and Tammaron, 1999; El-Otmani, 1999).

هدف از این پژوهش تعیین بهترین تاریخ، فاصله و عمق کاشت بر خصوصیات رویشی و زایشی پداژه زعفران در شرایط ماکو بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال متوالی زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی ماکو به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. شهرستان ماکو در عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی وطول جغرافیایی ٤٤ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱٤۱۱ متر می‌باشد و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. این آزمایش در قطعه زمینی به مساحت ۲۰۰ مترمربع انجام شد. برای بهبود بافت خاک، مقدار نه کیلوگرم کود حیوانی پوسیده به هر کرت اضافه شد. زمین پس از شخم به کرت‌هایی به مساحت سه متر مربع (ابعاد کرت ۳×۱ متر) تقسیم شد. پداژه‌های زعفران تهیه شده از شهرستان مرند از اول شهریور به سردخانه منتقل و در دمای ٥-٤ درجه سلسیوس به مدت سه هفته نگهداری شدند.

عملیات کاشت بلافاصله پس از برداشت پداژه‌های سال قبل در تاریخ ۲۵ شهریور و۷ مهرماه به ترتیب در سال ۸۷ و ۸۸ صورت گرفت. در هر کرت با رعایت فاصله۲۰ سانتی‌متر از حاشیه کرت و ۱۰ سانتی متر بین هر ردیف کاشت، ۲۲ ردیف و با در نظر گرفتن فاصله‌های کاشت مختلف ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر، پداژه‌ها در هر ردیف کشت شدند. پداژه‌های قبل از کاشت به مدت نیم ساعت با قارچ‌کش بنومیل ۱/۵ در هزار ضدعفونی شدند. بلافاصله بعد از کاشت پداژه‌ها، آبیاری انجام شد. در سال دوم اولین آبیاری در اواسط مهر ماه قبل از شروع گلدهی انجام گرفت. سایر مراقبت‌های زراعی مانند وجین علف‌های هرز و سله‌شکنی در طول دوره رشد گیاه انجام شد. اولین گل‌ها تقریباً یک ماه بعد از اولین تاریخ کاشت و در سال دوم نیز یک ماه بعد از اولین آبیاری ظاهر شدند. گل‌ها هر روز صبح به صورت غنچه جمع‌آوری شده و صفات وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک کلاله، طول کلاله گیاهان اندازه‌گیری شد. سپس کلاله‌های جدا شده به مدت سه روز (Kafi, 2002) در دمای اتاق و در سایه روی پارچه سفید خشک شده و وزن آن‌ها تعیین شد. برای تعیین وزن گل کامل، از تیمارهای مختلف، نمونه‌های گل به صورت تصادفی برداشت شده و در داخل کیسه های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس وزن تر گل همراه با مادگی و پرچم اندازه‌گیری شد و نمونه‌های مورد نظر به صورت گل کامل به مدت پنج روز در دمای اتاق خشک و وزن خشک آن‌ها نیز تعیین شد (Kafi, 2002). هم‌چنین در طی دوره رشد رویشی گیاه، هر ۱۵ روز نمونه‌برداری برگ‌ها از تیمارها و تکرارهای مختلف صورت گرفت (Kafi, 2002) و صفات وزن تر و خشک برگ و سطح برگ آن‌ها اندازه گیری شد. برای تعیین سطح برگ، ابتدا طول و عرض برگ‌های نمونه، اندازه‌گیری شده و میانگین تعیین گردید. سپس از با استفاده از رابطه Radford سطح برگ گیاه تعیین شد (Sarmadnia *et al*., 1996).

$$LA= a+b\ (L*W)$$

که در آن، LA: سطح برگ، a: ضریب گیاهی، b : شیب، L: طول برگ و W: عرض برگ بود.

برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزارMSTATC و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تاریخ کاشت بر صفات رویشی و زایشی زعفران

بیشترین تعداد برگ در تاریخ کاشت اول (۲۵ شهریور) بوده و با تأخیر در زمان کاشت تعداد برگ کاهش یافت. چنین به نظر می رسد که رژیم نور و دما اثر مثبتی بر مدت زمان سبز شدن قسمت‌های هوایی دارد (Gresta *et al*., 2008). با افزایش تعداد برگ در تاریخ کاشت زودهنگام، میزان فتوسنتز افزایش یافته و در نتیجه عملکرد گل و میزان پداژه‌ها افزایش می‌یابد (Tammaro, 1999; Molina *et al*., 2005; Tareghian, 2006). مشایخی و همکاران (Mashayekhi *et al*., 2006) و کوچکی (Koocheki, 2006) نیز با بررسی اثر تاریخ کاشت دریافتند که تعداد برگ در تاریخ کاشت زودهنگام بیشتر می‌شود. هم‌چنین بر اساس یافته‌های توکالو و همکاران (Tookalloo *et al*., 2007) تاریخ کاشت زودهنگام باعث افزایش عملکرد در زعفران می‌شود.

هم‌چنین اثر تاریخ کاشت بر وزن تر و خشک برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). در کاشت زودهنگام وزن برگ افزایش یافته و با تأخیر در زمان کاشت، وزن تر و خشک برگ نیز کاهش یافت. میزان رشد اندام هوایی گیاه به طور مستقیم بر تجمع مواد غذایی در پداژه‌ها، افزایش تعداد پداژه‌ها و عملکردگیاه در سال بعد تأثیر خواهد داشت که این کاهش در رشد و وزن برگ با کوتاه شدن دوره رشد گیاه رابطه دارد (Hoseini *et al*., 2009).

نتایج به دست آمده از این آزمایش، مطابق با نتایج امیری و بزرگزاده (Amiri and Bozorgzade, 2006) می‌باشد که از یک آزمایش سه ساله نتیجه گرفتند که رشد رویشی و زایشی گیاه در کاشت زودهنگام افزایش می‌یابد.

در تاریخ کاشت اول (۲۵ شهریور) طول کلاله به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳ و ٤). کمترین طول کلاله از تاریخ کاشت دوم (۷ مهر) بدست آمد. چنین به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت دوم، دوره رشد گیاه کوتاه‌تر می‌شود و باعث کاهش فتوسنتز و میزان مواد غذایی ذخیره‌ای شده و سبب کاهش طول کلاله و عملکرد آن می‌شود (Adams, 2000).

بین وزن تر و خشک کلاله در هر دو تاریخ کاشت اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). بیشترین میزان وزن تر و خشک کلاله در تاریخ کاشت اول بود (جدول ۳ و ٤) که دلیل آن وجود شرایط محیطی مناسب و سازگاری بهتر پداژه‌ها با محیط کاشت و در نتیجه افزایش عملکرد می‌باشد. بررسی‌های امیری و بزرگ‌زاده (Amiri and Bozorgzade, 2006)، کرستا و همکاران (Gresta *et al*., 2009) و مولینا و همکاران (Molina *et al*., 2005) روی کاشت پداژه‌های زعفران نیز بیانگر همین نتیجه می‌باشد.

تفاوت آماری معنی‌داری بین تاریخ های مختلف کاشت از نظر تأثیر بر عملکرد گل وجود داشت (جدول۲) و بیشترین میزان وزن تر و خشک گل از تاریخ کاشت اول (۲۵ شهریور) به دست آمد. بررسی‌های توکالدو و همکاران (Tookalloo *et al*., 2007) در سه تاریخ مختلف نشان داد که تعداد گل و عملکرد وزن تر و خشک زعفران در تاریخ کاشت اول بیشتر بوده است که به دلیل تأثیر درجه حرارت حداقل ماهانه در زمان ظهورگل می‌باشد (Hoseini *et al*., 2009). میزان رشد اندام هوایی گیاه به طور مستقیم بر تجمع مواد غذایی در پداژه‌ها و عملکرد گیاه در سال بعد تأثیر دارد.

بیشترین میزان سطح برگ در تاریخ کاشت اول به دست آمد (جدول ۳ و٤). این یافته‌ها با نتایج حاصل از بررسی‌های دانشور و همت زاده (Daneshvar and Hemmatzadeh, 2009) مطابقت دارد که بیشترین میزان سطح برگ را از تاریخ کاشت زودهنگام بدست آوردند.

اثر متقابل سال و تاریخ‌های کاشت بر وزن تر و خشک کلاله و وزن تر و خشک گل معنی‌دار بود (جدول ۲). در هر دو تاریخ کاشت، وزن تر و خشک کلاله در سال اول در مقایسه با سال دوم کمتر بود. از آنجا که اغلب، گل زعفران قبل از هر اندام هوایی دیگر ظاهر می شود، تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی در پداژه زعفران در سال زراعی قبل است. به همین دلیل گیاه زعفران در هر سال زراعی مازاد مواد فتوسنتزی خود را جهت تشکیل پداژه های جدید و هم‌چنین آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌کند (Kafi, 2002). از این رو طبیعی است که با افزایش سن زمین تحت کشت زعفران، به دلیل افزایش تعداد پداژه‌های دختری، عملکرد نیز افزایش می‌یابد. تمپرینی و همکاران (Temperini *et al*., 2009) نیز با بررسی سن مزارع زعفران (یک‌ساله، دوساله و سه‌ساله) دریافتند که بیشترین عملکرد در سال دوم و سوم به دست می‌آید.

اثر عمق کاشت بر صفات رویشی و زایشی زعفران

با توجه به جدول ۳ و ٤ اثر عمق‌های مختلف کاشت بر تعداد برگ در هر دو سال زراعی معنی‌دار بوده و تعداد برگ بیشتر از عمق کاشت کمتر (۲۰ سانتی‌متر) بدست آمد. به نظر می رسد که با افزایش عمق کاشت از ۲۰ به ۲۵ سانتی متر، برای رسیدن برگ به سطح خاک، انرژی بیشتری مصرف شده و به تبع آن تعداد برگ کاهش می‌یابد. کوچکی و همکاران (Koochaki *et al*., 2011) در یک آزمایش دو ساله، اثر عمق کاشت را بر تعداد برگ زعفران بررسی نموده و نتیجه گرفتند که با افزایش عمق کاشت از حد مطلوب، تعداد برگ‌های گیاه کاهش می‌یابد.

اثر عمق کاشت بر وزن تر و خشک برگ نیز معنی دار بود (جدول ۱). در هر دو سال زراعی، وزن تر و خشک برگ با افزایش عمق کاشت از ۲۰ به ۲۵ سانتی‌متر، کاهش یافت (جدول ۳ و ٤). کاشت عمیق‌تر از ۲۰ سانتی‌متر پداژه‌ها ممکن است در سبز شدن و خروج این گیاه از خاک اختلال ایجاد کند و باعث افت شدید عملکرد شود. بر این اساس در زراعت زعفران عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر معمول است (Abrishami, 1997).

تأثیر عمق کاشت بر طول کلاله در هر دو سال زراعی معنی‌دار بود، به طوری که طول کلاله در عمق ۲۰ سانتی‌متر به طور معنی‌داری از طول کلاله در عمق ۲۵ سانتی‌متر بیشتر بود. این نتایج با یافته‌های دانشور و همت‌زاده (Daneshvar and Hemmatzadeh, 2009) و نادری و خواجه‌باشی

(Naderi and Khaje-Bashi, 2008) مطابقت دارد که گزارش کردند با افزایش عمق کاشت از ۱۰ به ۱۵ سانتی‌متر و از ۱۵ به ۲۰ سانتی‌متر طول کلاله گل بیشتر می‌شود. به نظر می‌رسد همراه با افزایش عمق کاشت، گل‌ها برای رسیدن به سطح خاک مسافت زیادتری را طی کرده و طول لوله گل و در نتیجه طول کلاله بیشتری دارند (Abrishami, 1997).

اثر عمق‌های مختلف کاشت بر وزن تر و خشک کلاله زعفران در دو سال زراعی در جدول ۳ و ٤ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشترین میزان وزن تر و خشک کلاله در عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر بدست آمد. ابریشمی (Abrishami, 1997) نیز اظهار داشت که کاشت عمیق‌تر از ۲۰ سانتی‌متر پداژه‌های زعفران، ممکن است در سبز شدن این گیاه و خروج گل‌ها از خاک اختلال ایجاد کند. هم‌چنین اکثر مطالعات انجام شده عمق کاشت مطلوب برای پداژه‌های زعفران را ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر گزارش کرده‌اند (Mokhtarian and Rahimi, 2006; Vafabakhsh *et al*., 2009).

وزن تر و خشک گل در عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر در هر دو سال زراعی افزایش یافت (جدول ۳ و ٤). وفابخش و همکاران (Vafabakhsh *et al*., 2009) نیز در یک آزمایش هفت ساله، اثر عمق کاشت (۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر) را بر عملکرد زعفران مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد.

هم‌چنین در هر دو سال زراعی با افزایش عمق کاشت از ۲۰ به ۲۵ سانتی‌متر، از سطح برگ گیاه کاسته شد. با توجه به نتایج 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 برگ کاسته شده است (Gresta *et al*., 2009).

با توجه به جدول (۱) اثر متقابل تاریخ و عمق‌های مختلف کاشت بر تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و وزن تر و خشک کلاله معنی‌دار بود. در هر دو عمق کاشت، میزان صفات مورد نظر در تاریخ کاشت اول بیشتر بود.

اثر فاصله کاشت بر صفات رویشی و زایشی زعفران

بر اساس نتایج به دست آمده، در طی دو سال متوالی رشد گیاه، اثرات فاصله کاشت بر تعداد برگ معنی‌دار بوده و بیشترین تعداد برگ در فاصله کاشت اول مشاهده شد. محمدآبادی (Mohammad Abadi, 2006) بیان کردند که تفاوت‌های قابل توجهی بین فاصله ردیف‌ها و فاصله گیاهان از نظر عملکرد تازه برگ وجود داشت.

اثر تیمارهای فاصله کاشت بر وزن تر و خشک برگ در هر دو سال آزمایش معنی دار بود(جدول ۱) و فاصله کاشت ۲۰ سانتی متر بیشترین میزان وزن تر و خشک را داشته است (جدول ۳ و ٤) و با افزایش فاصله کاشت، میزان آن کاهش یافت که به دلیل وجود تعداد بوته کمتر در واحد سطح بود. هم‌چنین بر اساس نتایج حاصل از بررسی‌های محمدآبادی (Mohammad Abadi, 2006)، میزان عملکرد تر و خشک برگ با کاهش فاصله کاشت، بیشتر می‌شود. نادری و همکاران (Naderi and Khage - Bashi, 2008) نیز نتیجه گرفتند که تراکم کاشت پداژه زعفران بر وزن خشک برگ مؤثر می‌باشد به طوری که با افزایش تراکم به دلیل افزایش تعداد پداژه، قاعدتاً تعدادی برگ تولید کرده و وزن خشک برگ افزایش می‌یابد.

فاصله کاشت بر طول کلاله در هر دو سال رشد مؤثر بوده و طول کلاله با افزایش فاصله کاشت، کاهش یافت (جدول ۳ و ٤). به طوری که بلندترین طول کلاله از فاصله کاشت کمتر به دست آمد. محمدآبادی (Mohammad Abadi, 2006) نیز اظهار داشتند که تفاوت معنی‌داری در بین تراکم‌های مختلف کاشت از نظر عملکرد و طول کلاله وجود داشت و با افزایش فاصله کاشت، کاهش یافت.

با کاهش فاصله کاشت، وزن تر و خشک کلاله افزایش یافت. با افزایش تراکم، وزن تر و خشک کلاله در واحد سطح روند افزایشی داشت (جدول ۳ و ٤). تمپرینی و همکاران (Tempperini e*t al*., 2009) نیز با بررسی تراکم‌های مختلف پداژه زعفران شامل تراکم کم، تراکم متوسط و تراکم زیاد دریافتند که بیشترین وزن خشک کلاله در تیمارهایی با تراکم متوسط بدست آمد.

فاصله کاشت بر وزن تر و خشک گل در واحد بوته معنی‌دار بود (جدول۲) و در فاصله کاشت کمتر، بیشترین وزن تر و خشک گل در هر دو سال زراعی مشاهده شد (جدول ۳ و ٤). رستمی و همکاران (Rostami *et al*., 2011) در بررسی تراکم کاشت پداژه بر عملکرد زعفران نتیجه گرفتند که بین تراکم کاشت پداژه، تعداد گل و عملکرد زعفران رابطه مستقیم وجود داشت. هم‌چنین کوچکی و همکاران (Koocheki *et al*., 2006) بیان کردند که اثر تیمارهای مختلف تراکم بر تعداد گل

و وزن تر و خشک گل معنی‌دار بود و بیشترین میزان وزن تر و خشک گل از تراکم متوسط هشت تن پداژه در هکتار بدست آمد. به نظر می رسد که با افزایش تراکم پداژه‌ها به دلیل فاصله کاشت کمتر، هر پداژه تولید گل می‌کند که وزن تر و خشک تیمار فاصله کاشت کمتر افزایش می‌یابد (Naderi and Khaje-Bashi, 2008) ولی با افزایش تراکم پداژه در واحد سطح و از طرف دیگر افزوده شدن پداژه‌های دختری در هر سال، تراکم‌های موجود، زمینه ایجاد رقابت در بهره‌برداری از فضای مناسب جهت رشد و توسعه ریشه و کسب منابع موجود افزایش یافته است که متعاقباً زمینه ساز افزایش عملکرد زعفران در سال‌های آخر رشد گیاه خواهد شد (Koocheki *et al*., 2006).

سطح برگ در تیمارهای مختلف فاصله کاشت، متفاوت بوده و بیشترین سطح برگ در فاصله کاشت کمتر (تعداد پداژه بیشتر) در هر دو سال متوالی به دست آمد (جدول ۳ و ٤). علوی شهری و همکاران (Alavi Shari *et al*., 1989) در یک تحققیق پنج ساله، به منظور بررسی تأثیر تراکم بوته و آرایش کاشت بر میزان برگ زعفران دریافتند که با افزایش تراکم کاشت، تعداد برگ و سطح برگ به طور معنی داری افزایش می‌یابد.

اثر متقابل تاریخ در فاصله کاشت بر تعداد برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). به طوری که بیشترین تعداد برگ در تاریخ کاشت اول و فاصله کاشت کمتر بدست آمد که به دلیل ایجاد شرایط مناسب جهت سبز شدن گیاه و افزایش تعداد بوته در واحد سطح بوده است. هم‌چنین اثر متقابل عمق در فاصله کاشت بر وزن تر و خشک گل معنی دار بوده و بیشترین میزان وزن تر و خشک گل در عمق و فاصله کاشت کمتر بدست آمد. اثر متقابل سه تیمار تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر طول کلاله نیز معنی‌دار بود و بیشترین طول کلاله از تاریخ کاشت اول، عمق کاشت کمتر و فاصله کاشت کمتر بدست آمد (جدول ۲).

تمام صفات رویشی و زایشی زعفران در سال دوم زراعی در مقایسه با سال زراعی اول افزایش یافت (جدول ۳ و ٤). طبیعی است که در گیاهان چند ساله، 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*., 2006). از آنجا که 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 پداژه زعفران در سال زراعی قبل است. به همین دلیل گیاه زعفران در هر سال زراعی مازاد مواد فتوسنتزی خود را جهت تشکیل پداژه‌های جدید و نیز آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌کند (Kafi, 2002). از این رو طبیعی است که با افزایش سن زمین تحت کشت زعفران، به دلیل افزایش تعداد پداژه‌های دختری، عملکرد نیز تا حدی افزایش یابد. تمپرینی و همکاران (Timmer *et al*., 1983) نیز با بررسی سن مزارع زعفران دریافتند که بیشترین عملکرد در سال دوم و سوم کاشت بدست می‌آید.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثر متقابل تاریخ کاشت و سال‌های زراعی بر صفات رویشی و زایشی زعفران معنی‌دار بود و در هر دو تاریخ کاشت، صفات مورد نظر در سال اول کمتر از سال دوم بود (جدول ۳ و ٤) که به دلیل افزایش ذخیره مواد فتوسنتزی و استقرار مناسب گیاه می‌باشد (Temperini *et al*., 2009; Kafi, 2002). از نظر عملکرد گیاه و وزن تر و خشک گل نیز، اثر متقابل فاصله کاشت در سال های زراعی معنی‌دار بوده و بیشترین وزن تر وخشک گل در فاصله کاشت کمتر و سال زراعی دوم بدست آمد. هم‌چنین اثر متقابل سه تیمار عمق، فاصله کاشت و سال زراعی بر صفات رویشی گیاه معنی‌دار بوده و بیشترین میزان این صفات رویشی از عمق کاشت کمتر، فاصله کاشت کمتر و سال زراعی دوم بدست آمد. این نتایج با یافته‌های کوچکی و همکاران (Koocheki e*t al*., 2006) مطابقت دارد. نادری و خواجه باشی (Naderi and Khaje- Bashi, 2008) نیز نشان دادند که بالاترین عملکرد و دوره بهره برداری از بالاترین تراکم (۱۷۷ پداژه در متر مربع) و عمیق‌ترین کاشت (۲۰ سانتی‌متر) در سال سوم بدست آمد.

سپاسگزاری

هزینه این تحقیق از محل بودجه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماکو تأمین شده است. بدینوسیله نگارندگان مراتب قدردانی وتشکر را به عمل می‌آورند.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر صفات رویشی زعفران

Table 1. Multiple variance analysis of planting date, depth and distance effects on vegetative characteristics of saffron

S.O.V.	D.F.	Mean squares			
		Leaf number	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	Leaf area
Replication	2	3.27^{ns}	3.70^{**}	0.204^{**}	37.50^{*}
Planting date	1	10.08^{*}	0.003^{*}	0.090^{*}	41.43^{*}
Planting depth	1	0.083^{*}	0.077^{*}	0.29^{*}	37.10^{*}
Date × depth	1	8.33^{*}	0.001^{*}	0.013^{*}	1.65^{ns}
Planting distance	1	75.6^{*}	26.0^{*}	0.001^{*}	11.08^{*}
Date × distance	1	8.33^{*}	0.024^{ns}	0.014^{ns}	0.029^{ns}
Depth × distance	1	3.00^{ns}	0.001^{ns}	0.019^{ns}	0.055^{ns}
Date × depth×distance	1	4.08^{ns}	0.39^{ns}	0.093^{ns}	98.50^{ns}
Planting year	1	12.00^{*}	0.141^{*}	0.009^{*}	39.11^{*}
Date × year	1	4.08^{ns}	0.001^{ns}	0.010^{ns}	70.3^{ns}
Depth × year	1	4.08^{ns}	0.046^{ns}	0.002^{ns}	17.6^{ns}
Date×depth×year	1	3.00^{ns}	1.51^{ns}	0.056^{ns}	19.46^{ns}
Distance × year	1	0.75^{ns}	0.003^{ns}	0.012^{ns}	11.1^{ns}
Date × distance × year	1	0.33^{ns}	0.004^{ns}	0.005^{ns}	0.15^{ns}
Depth × distance × year	1	8.33^{ns}	0.06^{*}	0.001^{ns}	49.6^{*}
Date × depth × distance × year	1	6.75^{ns}	0.72^{ns}	0.021^{ns}	0.84^{ns}
Error	30	2.80	0.339	0.026	22.8
C.V. (%)	-	17.94	22.30	19.45	22.36

*and**: significant at the probability levels of 1% and 5%, respectively and ^{ns}: non significant.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر صفات زایشی زعفران

Table 2. Multiple variance analysis of planting date, depth and distance effects on generative characteristics of saffron

S.O.V.	D.F.	Mean squares				
		Flower fresh weight	Flower dry weight	Stigma fresh weight	Stigma dry weight	Stigma length
Replication	2	0.013^{ns}	0.009^{ns}	0.0001^{*}	0.002^{*}	$0.0.16^{ns}$
Planting date	1	0.003^{*}	0.044^{*}	0.0002^{*}	0.001^{*}	0.008^{*}
Planting depth	1	0.017^{*}	0.056^{*}	0.0001^{*}	0.001^{*}	0.030^{*}
Date × depth	1	0.006^{ns}	3.29^{ns}	0.004^{*}	0.005^{*}	0.213^{ns}
Planting distance	1	0.006^{*}	0.109^{*}	0.007^{*}	0.001^{*}	0.188^{*}
Date × distance	1	0.003^{ns}	0.081^{ns}	0.008^{ns}	0.0077^{ns}	0.001^{ns}
Depth × distance	1	0.056^{**}	3.72^{*}	0.007^{ns}	0.066^{ns}	0.083^{*}
Date × depth × distance	1	0.006^{ns}	1.72^{ns}	0.004^{ns}	0.005^{ns}	0.403^{*}
Planting year	1	0.092^{**}	0.002^{*}	0.003^{*}	0.0055^{**}	4.68^{*}
Date × year	1	0.001^{*}	0.052^{*}	0.008^{*}	0.0001^{*}	0.021^{*}
Depth × year	1	0.069^{**}	0.068^{*}	0.001^{*}	0.032^{ns}	0.013^{ns}
Date × depth × year	1	0.014^{ns}	0.021^{ns}	0.0019^{ns}	0.038^{ns}	0.083^{ns}
Distance × year	1	0.019^{*}	0.058^{*}	0.0034^{ns}	0.004^{ns}	0.007^{ns}
Date × distance × year	1	0.005^{ns}	0.031^{ns}	0.0042^{ns}	0.007^{ns}	0.067^{ns}
Depth×distance×year	1	0.007^{ns}	0.013^{ns}	0.007^{ns}	0.077^{ns}	0.120^{ns}
Date × depth × distance × year	1	0.015^{ns}	0.004^{ns}	0.009^{ns}	0.069^{ns}	0.013^{ns}
Error	30	0.005	0.003	0.001	0.001	0.066
C.V. (%)	-	-	16.93	23.48	20.85	19.52

*and**: significant at the probability levels of 1% and 5%, respectively and ^{ns}: non sigtnificant.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت برصفات رشد رویشی و زایشی زعفران در سال اول

Table 3. Means comparison of planting date, depth and distance effects on vegetative and generative characteristics of saffron in the first year (2009)

Factors	Levels	Leaf number	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g)	Leaf area (cm^2)	Flower fresh weight (g)	Flower dry weight (g)	Stigma fresh weight (g)	Stigma dry weight (g)	Stigma length (cm)
Planting date	16th September	9.91[a]	1.73[a]	0.79[a]	12.46[a]	0.402[a]	0.006[a]	0.057[a]	0.05[a]	3.30[a]
	29th September	8.51[b]	1.54[b]	0.46[b]	10.52[b]	0.202[b]	0.004[b]	0.031[b]	0.03[b]	2.91[b]
Planting depth	20 cm	8.33[a]	1.81[a]	0,64[a]	12.01[a]	0.440[a]	0.032[a]	0.060[a]	0.04[a]	3.07[a]
	25 cm	8.08[b]	1.53[b]	0.42[b]	10.99[b]	0.350[b]	0.022[b]	0.040[b]	0.03[b]	2.05[b]
Planting distance	20 cm	9.57[a]	1.68[a]	0.68[a]	12.79[a]	0.500[a]	0.038[a]	0.060[a]	0.04[a]	3.24[a]
	25 cm	7.33[b]	1.22[b]	0.47[b]	11.20[b]	0.040[b]	0.017[b]	0.050[b]	0.02[b]	2.98[b]

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

جدول ٤ - مقایسه میانگین اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت برصفات رشد رویشی و زایشی زعفران در سال دوم

Table 4. Means comparison of planting date, depth and distance effects on vegetative and generative characteristics of saffron in the second year (2010)

Factors	Levels	Leaf number	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g)	Leaf area (cm^2)	Flower fresh weight (g)	Flower dry weight (g)	Stigma fresh weight (g)	Stigma dry weight (g)	Stigma length (cm)
Planting date	16th September	10.08[a]	2.56[a]	1.29[a]	15.40[a]	0.65[a]	0.008[a]	0.065[a]	0.061[a]	4.23[a]
	29th September	8.91[b]	2.18[b]	0.87[b]	12.26[b]	0.39[b]	0.005[b]	0.042[b]	0.040[b]	3.42[b]
Planting depth	20 cm	10.58[a]	2.42[a]	1.17[a]	15.40[a]	0.64[a]	0.060[a]	0.067[a]	0.050[a]	4.20[a]
	25 cm	9.08[b]	2.09[b]	0.92[b]	12.63[b]	0.50[b]	0.040[b]	0.058[b]	0.040[b]	3.46[b]
Planting distance	20 cm	11.08[a]	2.56[a]	1.29[a]	15.53[a]	0.66[a]	0.066[a]	0.067[a]	0.048[a]	4.15[a]
	25 cm	10.58[b]	2.18[b]	0.85[b]	12.74[b]	0.49[b]	0.047[b]	0.047[b]	0.040[b]	3.50[b]

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

References

Abrishami MH (1997) Saffron in Iran. Toos Publications. 320 pp. [In Persian with English Abstract].

Adams RM (2000) Climate variability and climate change: Implications for agriculture. IRI Proceeding. Oregon State University, USA.

Ait- Aubahou A, El-Otmani M (1999) Saffron cultivation in Morocco. Harwood Academic Publication Amesterdum, The Nederlands. pp. 19-21.

Alavi- Shahri H (1989) The effect of method and density of saffron planting. Journal of Research Seed 15:135-145. [In Persian with English Abstract].

Amiri ME, Bozorgzadeh E (2006) Effect of N, P and Mg on yield of saffron. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology, 28 -30 October 2006. Mashhad, Iran. pp. 26-34. [In Persian with English Abstract].

Amiri ME, Bozorgzadeh E (2006) Biomass and harvest index of saffron under Zanjancondition: Effect of corm size on saffron yield. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology, 28-30 October 2006. Mashhad, Iran. pp. 29-37. [In Persian with English Abstract].

Beheshti A, Faravani M (2003) The effect of different planting proportions and densities on yield and yield component of saffron and caraway mixed cropping. 3rd National Congress of Saffron, 2-3 December, Mashhad, Iran. Pp. 27-31.

Daneshvar MH, Hemmatzadeh A (2009) Effect of planting distance and depth on growth and flowering of saffron in Maku condition. 3rd International Symposium on saffron Forthcoming Challenges in Cultivation Research and Economics. 20-23 May 2009, Krokos, Kozani, Greece. pp. 35-37.

Gresta F, Avola G, Lombardo GM, Siracusa L (2008) Analysis of flowering, stigmas yields and qualitative traits of saffron as affected by environmental conditions. Scientia Horticuture 25: 102-106.

Hemmati-Kakhki A, Hoseini M (2003) A review on saffron. Institute of Reresearch for Developing Technology. pp. 27-29. [In Persian with English Abstract].

Hoseini M, Mollafibi A, Nasiri Mahallati M (2009) The effect of temperature and raining on saffron yield. Journal of Iranian Agricultural Reseaerch 6: 79-88. [In Persian with English Abstract].

Kafi M (2002) Saffron, production and processing. Zaban va Adab Publications. 276 pp.

Koocheki A, Siyahmargoei A (2011) The effect of plant density and plant depth on agricultural characteristics of saffron. Journal of Agroecology 3: 36-49.

Koocheki A, Soltani A (1997) Plant ecophysiology. Iranian Academic Center for Education, Culture and Reserch, Mashhad. pp. 32-38.

Koocheki A (2006) Effect of corm size with and without storage on allocation of assimilate in different parts of saffron plant. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology, 28-30 October 2006. Mashhad, Iran. pp. 39-42.

Mashayekhi M, Soltani K, Kasmkar B (2006) The relationship between corm weight and total flower and leaf number in saffron. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology, 28-30 October 2006. Mashhad, Iran. pp. 42-46.

Mohammad Abadi AA (2006) Effect of row spacing and plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology, 28-30 October 2006. Mashhad, Iran. pp. 47-52.

Mokhtaria A, Rahimi H (2006) Investigation on influence of planting depth and summer irrigation on saffron yield and population variation of *Rhizoglyphus robini* in Gonabad. Final Report, Ferdoosi University, pp. 63-85. [In Persian with English Abstract].

Molina RV, Valero M, Navarro Y (2005) Temperature effects on flower formation in saffron. Scintia Horticulture 103: 361-379.

Mollafilabi A, Shoorideh H (2009) The new method of saffron production. 4th National Festival of Saffron, 27-28 October, Iran. pp. 38.

Naderi MR, Khaje-Bashi A (2008) The effect of planting method, density and depth on yield and exploition period of saffron. Isfahan seed and Plant Journal 24: 643-657. [In Persian with English Abstract].

Rostami M, Ahmadi A (2011) Effect of corm density and first irrigation date on saffron yield. Tropentag, October, 5-7: 112-116. [In Persian with English Abstract].

Sadeghi B, Negari K (2002) The effect of planting date on flowering of saffron. 3rdNational Congress of Saffron,2-3 December, Mashhad, Iran. pp. 48-56.

Sarmadnia A, Koocheki A (1996) Physiology of agricultural plants. Ferdowsi Mashhad University Publications, 467 pp. [In Persian with English Abstract].

Tammaro F (1999) Saffronin in Italy. Harwood Academic Publications:Amsterdam.154 pp.

Tareghian M (2006) Allelopathic effects of saffron leaves and corms extracts on germination and growth of its several dominant weeds. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology, 28-30 October, 2006. Mashhad, Iran.

Temperini O, Rea R (2009) Evaluation of saffron production in Italy: Effects of the age of saffron field and plant density. Food, Agriculture and Environment 7(1): 19- 23.

Timmer MJG, Vandervalk G (1983) Effect of planting density on the number and weight of tulip daughters bulb. Scientia Horticulturae 1: 193- 260.

Tookalloo MR, Rashed-Mohassel MH, Mollafilabi A (2007) The effect of planting date, corm weight and gibberllin concentration on quantity and quality characteristics of saffron. ISHS Acta Horticulture 850. pp. 233- 236.

Vafabakhsh J, Ahmadiyan J (2009) Investigation of correlation between saffron flowering pattern and climatological parameters under planting depth and summer irrigation treatments. 3rd International Symposium on Saffron. Research and Economics, 20-23 May, Korokos, Kozani, Gerrce. pp. 55-61. [In Persian with English Abstract].