

## اثر آبیاری محدود بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیکی ارقام گلرنگ بهاره

بی بی الهه موسوی فر<sup>۱\*</sup>، محمد علی بهدانی<sup>۲\*</sup>، مجید جامی الاحمدی<sup>۳</sup>، محمد سعید حسینی بجد<sup>۴</sup>

۱. کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، باشگاه پژوهشگران جوان، مشهد؛ ۲ و ۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند؛ ۴. دانشیار گروه شیمی دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۱۵

### چکیده

به منظور بررسی اثر آبیاری محدود بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیکی ارقام گلرنگ، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۳۸۷ انجام شد. سطوح آبیاری (آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله دانه‌بندی، آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی) در کرت‌های اصلی و سه رقم گلرنگ بهاره (محلی اصفهان، اصفهان ۲۸، IL11) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد کاهش در ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه از سطح خاک، تعداد گره در ساقه اصلی و تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد، اما قطر طبق‌های اولیه و ثانویه و عملکرد بیولوژیک در تیمارهای آبیاری کاهش یافت، نوع رقم گلرنگ نیز به طور معنی‌داری بر این صفات تأثیر گذاشت. بیشترین ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه از سطح خاک، تعداد گره در ساقه اصلی و تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه و عملکرد بیولوژیک در رقم محلی اصفهان مشاهده شد که نویددهنده پتانسیل تولید مطلوب این رقم در شرایط خشک و نیمه خشک است. در ارقام افت شدید صفات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد که به نظر می‌رسد حساسترین مرحله به کمبود آب است و تحت این شرایط، با انجام آبیاری در این مرحله می‌توان عملکرد بیولوژیک را به طور قابل توجهی افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، مرحله تکمه‌دهی، مرحله گلدهی، مرحله دانه‌بندی، خصوصیات ظاهری

### مقدمه

روغن یکی از مواد غذایی اصلی مورد نیاز بشر است و حدود ۲۰ درصد کالری مورد نیاز انسان بسته به رژیم‌های غذایی متفاوت توسط روغن تأمین می‌شود. افزایش تقاضای روغن گیاهی در بازارهای جهانی و به دنبال آن افزایش قیمت آن، باعث فشارهای اقتصادی به کشورهای واردکننده روغن از جمله ایران گردیده است. بنابراین با توجه به افزایش جمعیت و مصرف سرانه روغن افزایش سطح زیر کشت دانه‌های روغنی و افزایش عملکرد آنها برای کاهش وابستگی به کشورهای دیگر ضروری است (Kafi and Rostami, 2008).

گلرنگ (*Cartamus thinatorius L.*) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی می‌باشد و به عنوان یک دانه روغنی می‌تواند در توسعه کشت دانه‌های روغنی از آینده نوید بخشی برخوردار باشد. گلرنگ گیاهی متحمل به تنش‌های

خشکی معمولاً به عنوان شایع‌ترین تنش غیرزنده که گیاهان زراعی آن را تجربه می‌کنند شناخته می‌شود. در مناطقی که میزان بارندگی سالانه کاهش یافته و پراکنش آن الگوی مشخصی ندارد، خشکی مهمترین تنش محیطی است که تولید گیاهان را به شدت کاهش می‌دهد. کمبود آب در این مناطق، دمای بالای هوا و بادهای گرم عواملی هستند که در مجموع باعث کاهش شدید عملکرد گیاهان می‌شوند (De Sclaux et al., 2000). ایران نیز به دلیل موقعیت مکانی (در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۳۸ درجه شمالی)، اقلیمی و ساختار طبیعی خود جزء مناطق خشک (۶۵ درصد) تا نیمه خشک (۲۵ درصد) محسوب می‌شود و وسعت این مناطق در ایران حدود ۱/۵ میلیون کیلومتر مربع است که معادل ۳ درصد وسعت مناطق خشک و نیمه خشک جهان است (Koocheki, 2004).

با توجه به اینکه کاهش بارندگی در برخی از سال‌ها در اکثر مناطق ایران منجر به بروز تنش خشکی به خصوص در مراحل انتهایی رشد اکثر گیاهان می‌شود و در نتیجه کاهش عملکرد نهایی در آنها را در بردارد. لذا این تحقیق به بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد زایشی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و نیز عملکرد بیولوژیک سه رقم گلرنگ بهاره پرداخته است.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی) اجرا شد. خاک مزرعه دارای بافت لومی شنی بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با ۴ تکرار انجام گردید. کرت‌های اصلی شامل ۴ سطح آبیاری به ترتیب شامل تیمار آبیاری کامل تا انتهای فصل رشد (شاهد)، آبیاری تا مرحله دانه‌بندی، آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی و کرت‌های فرعی نیز شامل ۳ رقم محلی اصفهان، اصفهان ۲۸ و IL111 بودند.

عملیات تهیه بستر شامل شخم، دیسک، تسطیح و فارو بود. هر کرت آزمایشی نیز شامل ۵ ردیف کاشت به صورت جوی و پشته به طول ۵ متر و با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. کاشت در ۲۷ فروردین ماه ۱۳۸۷ با دست در عمق ۴ تا ۵ سانتی‌متری روی پشته و به صورت متراکم انجام شد. در مرحله ۴ تا ۶ برگی گیاهچه‌ها بر اساس فاصله حدود ۵ سانتی‌متر (تراکم حدود ۴۰ بوته در متر مربع) تنک گردیدند. فواصل آبیاری در تیمار آبیاری کامل هر ۱۰ روز یک بار در طی دوره رشد در نظر گرفته شد. هر سه تیمار قطع آبیاری در زمان رشد زایشی بسته به مرحله نمو گیاه (آبیاری تا ۵۰ درصد تکمه‌دهی، آبیاری تا ۵۰ درصد گلدهی و آبیاری تا دانه‌بندی) اعمال شدند. به منظور اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک در زمان برداشت، ۵ بوته از هر کرت آزمایشی برداشت و سپس ارتفاع بوته، فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک، تعداد گره، طول میانگره، قطر ساقه، قطر طبق‌های اولیه و ثانویه، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه اندازه‌گیری شد. در گلرنگ شاخه اولیه شامل شاخه‌هایی می‌شود که از ساقه اصلی منشعب می‌شوند و شاخه ثانویه به آن شاخه‌هایی اطلاق

شوری و خشکی بوده و لذا به عنوان یکی از گزینه‌های مناسب سرمایه‌گذاری برای مناطق خشک و نیمه خشک مطرح است (Mousavifar et al., 2009). این گیاه بومی ایران بوده و از تنوع ژنتیکی بالایی برخوردار است که می‌تواند بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد بیولوژیک آن تأثیرگذار باشد (Kahjehpoor, 2004). در مطالعات دیگر محققین نیز توده‌های بومی و محلی در مقایسه با ارقام خارجی، از ارتفاع بوته، فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک و عملکرد بیولوژیک بیشتری برخوردار بودند (Rashed Mohasel & Behdani, 1994; Kafi and Rostami, 2008; Behdani & Jami Al-Ahmadi, 2009; Mousavifar et al., 2009). علاوه بر آن در پژوهش‌های مختلف، کمبود آب رشد این گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به طوری که با افزایش شدت تنش خشکی کاهش در اکثر صفات مورفولوژیکی از قبیل ارتفاع، فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک، تعداد شاخه فرعی و میزان ماده خشک گیاهی مشاهده شده است (Abel, 1976; Kafi and Rostami, 2008; Mousavifar et al., 2009). کاهش وزن خشک گیاه در اثر تنش خشکی عمدتاً ناشی از کاهش تشعشع جذب شده توسط سایه‌انداز گیاه و یا کاهش بازده استفاده از تابش و یا ترکیبی از این دو می‌باشد افزایش یا کاهش این دو عامل تأثیر مستقیمی بر میزان رشد و عملکرد نهایی دارد. کاهش بازده استفاده از تابش عمدتاً با کاهش ظرفیت فتوسنتزی برگ همراه است و کاهش فتوسنتز برگ و همچنین کاهش انتقال مواد پرورده به بخش‌های مختلف اجزای گیاه سبب کاهش ماده خشک هر بوته می‌گردد (Tesfay et al., 2006).

یکی از عمده‌ترین دلایل پایین بودن سطح زیرکشت گلرنگ، کم بودن عملکرد و عدم توان رقابت آن با سایر گیاهان روغنی و غلات است. شناخت بهتر اختلاف بین ارقام و چگونگی روابط این تفاوت‌ها با عملکرد بالقوه آنها، در افزایش بیشتر عملکرد در برنامه‌های به‌زراعی آبی اهمیت بسیار دارد. در حال حاضر معیارها و روش‌های جدید انتخاب مانند بهره‌گیری از خصوصیات مورفولوژیک به کمک روش‌های رایج در اصلاح نباتات آمده است و امید آن می‌رود که از این طریق بتوان در آینده به پیشرفت‌های بیشتری دست یافت.

(2009) و Mousavifar et al. (2009) نیز رقم محلی اصفهان بلندترین ارتفاع را در بین ارقام مورد بررسی دارا بود. اثر متقابل آبیاری و رقم نیز در ارتفاع بوته معنی دار بود (جدول ۱). کمترین ارتفاع بوته در رقم IL111 و در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی به دست آمد و رقم محلی اصفهان نیز در تمام تیمارهای قطع آبیاری به جز تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی از بیشترین ارتفاع بوته برخوردار بود (جدول ۳). به طور کلی تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، قطع آبیاری از طریق کاهش سرعت رشد گیاه باعث کاهش ارتفاع هر سه رقم شد که درصد کاهش در رقم اصفهان ۲۸ نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود و هر چه زمان اعمال قطع آبیاری به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیکتر شد، تنش تأثیر معنی‌داری از لحاظ آماری بر ارتفاع ارقام نداشت (جدول ۳).

فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک: سطوح آبیاری اثر معنی‌داری بر فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک داشت (جدول ۱). تنها تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی باعث کاهش فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک شد (جدول ۲). به نظر می‌رسد کاهش محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک، به دلیل کاهش ارتفاع ساقه اصلی بوده است، زیرا بین ارتفاع بوته با فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک، همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $r=0/99^{**}$ ) مشاهده شد (جدول ۴). Willmont et al. (1989) نیز در سویا، همبستگی معنی‌داری بین محل تشکیل اولین انشعاب از سطح خاک و ارتفاع بوته مشاهده کردند.

اثر رقم نیز بر فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک معنی‌دار بود (جدول ۱)، به طوری که بیشترین و کمترین فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک به ترتیب در ارقام محلی اصفهان و IL111 مشاهده شد (جدول ۲). در مطالعه Behdani and Jami Al-Ahmadi (2009) نیز فاصله اولین انشعاب شاخه از سطح خاک در رقم محلی اصفهان نسبت به ارقام دیگر بیشترین بود و بنا به عقیده این محققین بیشتر بودن این صفت در یک رقم نشانگر طولانی‌تر بودن دوره رشد آن نسبت به دیگر ارقام می‌باشد. اثر متقابل قطع آبیاری و رقم نیز بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). اولین انشعاب شاخه‌ها

می‌گردد که از شاخه‌های اولیه خارج می‌شوند. به منظور محاسبه عملکرد بیولوژیک در واحد سطح، از ردیف‌های وسط با رعایت اثر حاشیه، ۳ متر مربع از هر کرت برداشت و توزین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم-افزار Genstat 9.0 صورت گرفت و در صورت معنی‌داری اثر تیمارهای آزمایشی، از آزمون FLSD در سطح ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

## نتایج و بحث

**ارتفاع بوته:** بین تیمارهای قطع آبیاری از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱). در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، کاهش در ارتفاع بوته مشاهده شد، در حالی که تیمارهای دیگر اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشتند (جدول ۲). در طول مرحله تکمه‌دهی ( $R_1$ ) و شاخه‌دهی تکمیلی ( $R_2$ )، رشد طولی گلرنگ ادامه دارد و در انتهای مرحله شاخه‌دهی تکمیلی ( $R_2$ ) و با آغاز مرحله گلدهی ( $R_3$ )، گیاه به حداکثر ارتفاع خود می‌رسد (Kahjehpoor, 2004)؛ بنابراین بدیهی است که تنها در کرت‌هایی که تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی اعمال شده بود، کاهش در ارتفاع گیاهان مشاهده شد. تنش خشکی، با اختلال در فرآیندهای فتوسنتزی و کاهش تولید مواد پرورده جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد، مانع از دستیابی به پتانسیل ژنتیکی کامل گیاه می‌گردد. بعلاوه افزایش تنش خشکی در زمان ارتفاع‌گیری گیاه سبب می‌شود رقابت برای جذب آب بین بخش هوایی و زمینی در بوته افزایش یابد و در این رقابت، گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص دهد و در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به بخش هوایی از جمله ساقه رسیده، که این امر باعث کاهش ارتفاع بوته می‌شود (Kafi and Rostami, 2008). Chanbdracar et al., (1994) نیز گزارش کردند در هر دو سال اجرای آزمایش، قطع آبیاری در مرحله تکمه‌دهی از ارتفاع بوته‌های گلرنگ کاست و این محققین، کاهش ارتفاع بوته را از بارزترین علایم تنش خشکی دانسته‌اند.

ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری در بین ارقام داشت (جدول ۱)، به طوری که ارقام محلی اصفهان و IL111 به ترتیب، بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۲). در مطالعه Behdani and Jami Al-Ahmadi

جدول ۱. میانگین مبرعات برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد بیولوژیک سه رقم گلرنگ بهاره تحت شرایط سطوح مختلف آبیاری

**Table 1. Mean squares of morphological characteristics and biological yield in three spring safflower cultivars under different irrigation levels**

منابع تغییر	S.O.V	df	ارتفاع بوته	ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک	ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک	طول میانگره در ساقه اصلی	طول ساقه اصلی	تعداد گره در ساقه اصلی	قطر ساقه	قطر اولیه	قطر ثانویه	تعداد شاخه‌های اولیه در بوته	تعداد شاخه‌های ثانویه در بوته	تعداد شاخه‌های بیولوژیک	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
تکرار	replication	3	0.40	0.37	0.010	1.20	0.006	0.0008	0.0010	0.05	0.11	0.11	0.11	2791.26	7318626.68**
آبیاری	irrigation	3	94.84**	73.83**	0.036**	44.28**	0.440**	0.5341**	1.9795**	7.36**	7.53**	7.53**	7.53**	2004.22**	440771163.70**
خطا (آبیاری)	error a (irrigation)	9	0.73	0.38	0.037	0.57	0.005	0.0020	0.0069	0.14	0.21	0.21	0.21	2004.22**	440771163.70**
رقم	cultivar	2	1958.99**	1596.51**	0.482**	236.74**	0.706**	1.3344**	1.6568**	20.00**	334.40**	334.40**	334.40**	440771163.70**	4396.91 <sup>ns</sup>
رقم × آبیاری	irrigation × cultivar	6	2.25**	1.51**	0.005 <sup>ns</sup>	1.02*	0.002 <sup>ns</sup>	0.0042*	0.0045**	0.11 <sup>ns</sup>	0.18**	0.18**	0.18**	4396.91 <sup>ns</sup>	1558.43
خطا (رقم)	error b (cultivar)	24	0.57	0.15	0.002	0.31	0.002	0.0012	0.0036	0.06	0.05	0.05	0.05	1558.43	1558.43

ns, \* and \*\* are non-significant, and significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, respectively. ns, \* and \*\* are non-significant, and significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح آبیاری و رقم بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد بیولوژیکی گلرنگ بهاره

**Table 2. Mean compression of main effects irrigation levels and cultivar on morphological characteristics and biological yield of spring safflower**

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک (سانتی‌متر)	طول میانگره (سانتی‌متر)	تعداد گره در ساقه اصلی	قطر ساقه (میلی‌متر)	قطر طبق ثانویه (میلی‌متر)	تعداد شاخه‌های اولیه	تعداد شاخه‌های ثانویه در بوته	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
Treatments	plant height (cm)	height of the first branch (cm)	length of the internodes (cm)	number of node in main stem	stem diameter (mm)	secondary head diameter (mm)	number of primary branches	number of secondary branches	biological yield (kg/ha)
سطوح آبیاری (Irrigation regimes)									
(full irrigation)	62.77 <sup>a</sup>	39.58 <sup>a</sup>	2.39 <sup>a</sup>	22.56 <sup>a</sup>	5.27 <sup>a</sup>	1.85 <sup>a</sup>	8.12 <sup>a</sup>	6.45 <sup>a</sup>	8705.40 <sup>a</sup>
(Irr. until grain filling)	62.16 <sup>a</sup>	39.35 <sup>a</sup>	2.39 <sup>a</sup>	22.43 <sup>a</sup>	5.22 <sup>a</sup>	1.66 <sup>b</sup>	8.03 <sup>a</sup>	6.44 <sup>a</sup>	8439.56 <sup>b</sup>
(Irr. until flowering)	62.19 <sup>a</sup>	39.43 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>	22.33 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	1.27 <sup>c</sup>	8.00 <sup>a</sup>	6.28 <sup>a</sup>	7736.85 <sup>c</sup>
(Irr. Until heading – bud)	56.78 <sup>b</sup>	34.50 <sup>b</sup>	2.29 <sup>b</sup>	18.60 <sup>b</sup>	4.85 <sup>b</sup>	0.94 <sup>d</sup>	6.49 <sup>b</sup>	4.81 <sup>b</sup>	6962.87 <sup>d</sup>
(Cultivars)									
IL111	48.29 <sup>c</sup>	26.76 <sup>c</sup>	2.17 <sup>b</sup>	17.14 <sup>c</sup>	5.37 <sup>a</sup>	1.76 <sup>a</sup>	6.46 <sup>c</sup>	0.85 <sup>c</sup>	6101.82 <sup>c</sup>
اصفهان ۲۸ (Maha)	66.00 <sup>b</sup>	42.74 <sup>b</sup>	2.48 <sup>a</sup>	22.83 <sup>b</sup>	4.97 <sup>c</sup>	1.14 <sup>c</sup>	7.85 <sup>b</sup>	7.53 <sup>b</sup>	8488.91 <sup>b</sup>
محلی اصفهان (Mahal)	68.44 <sup>a</sup>	45.13 <sup>a</sup>	2.46 <sup>a</sup>	24.47 <sup>a</sup>	5.05 <sup>b</sup>	1.38 <sup>b</sup>	8.67 <sup>a</sup>	9.60 <sup>a</sup>	9292.79 <sup>a</sup>

I. Mean compression has done by FLS test (P = 0.05).  
 ۱. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون FLS در سطح احتمال ۵ درصد انجام شده است.

جدول ۳. مقایسه میانگین برخی خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره تحت ۴ سطح آبیاری

Table 3-Mean compression of morphological characteristics and biological yield of three spring safflower cultivars under 4 irrigation levels

تعداد شاخه- های ثانویه	قطر طبق ثانویه (میلی متر)	قطر طبق اولیه (میلی متر)	تعداد گره در ساقه اصلی	ارتفاع محل اولین		تعداد شاخه- های ثانویه		
				ارتفاع بوته (سانتی متر)	انشعاب از خاک (سانتی متر)			
irrigation regimes	cultivar	plant height (cm)	height of the first branch (cm)	node no. in main stem	primary head diameter (mm)	secondary head diameter (mm)	secondary branches no.	
full irrigation	آبیاری کامل	IL111	49.80 <sup>e</sup>	27.66 <sup>e</sup>	17.72 <sup>e</sup>	3.02 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>	1.07 <sup>d</sup>
		Isfahan 28	68.10 <sup>b</sup>	44.59 <sup>b</sup>	24.03 <sup>b</sup>	2.46 <sup>e</sup>	1.47 <sup>e</sup>	7.92 <sup>b</sup>
		Mahali Isfahan	70.40 <sup>a</sup>	46.50 <sup>a</sup>	25.94 <sup>a</sup>	2.54 <sup>d</sup>	1.79 <sup>c</sup>	10.35 <sup>a</sup>
irrigation till grain filling	آبیاری تا دانه بندی	IL111	49.0 <sup>e</sup>	27.72 <sup>e</sup>	17.97 <sup>e</sup>	2.86 <sup>b</sup>	2.06 <sup>b</sup>	1.05 <sup>d</sup>
		Isfahan 28	67.20 <sup>b</sup>	44.05 <sup>b</sup>	23.67 <sup>b</sup>	2.30 <sup>g</sup>	1.31 <sup>f</sup>	7.92 <sup>b</sup>
		Mahali Isfahan	70.20 <sup>a</sup>	46.27 <sup>a</sup>	25.65 <sup>a</sup>	2.40 <sup>f</sup>	1.61 <sup>d</sup>	10.35 <sup>a</sup>
irrigation until flowering	آبیاری تا گلدهی	IL111	49.10 <sup>e</sup>	27.75 <sup>e</sup>	17.89 <sup>e</sup>	2.68 <sup>c</sup>	1.55 <sup>de</sup>	0.91 <sup>d</sup>
		Isfahan 28	67.71 <sup>b</sup>	44.25 <sup>b</sup>	23.72 <sup>b</sup>	2.09 <sup>i</sup>	1.07 <sup>h</sup>	7.90 <sup>b</sup>
		Mahali Isfahan	69.70 <sup>a</sup>	46.30 <sup>a</sup>	25.40 <sup>a</sup>	2.22 <sup>h</sup>	1.20 <sup>g</sup>	10.05 <sup>a</sup>
irrigation till heading-bud	آبیاری تا تکمه دهی	IL111	45.31 <sup>f</sup>	23.92 <sup>f</sup>	15.00 <sup>f</sup>	2.47 <sup>e</sup>	1.21 <sup>g</sup>	0.38 <sup>e</sup>
		Isfahan 28	60.93 <sup>d</sup>	38.10 <sup>d</sup>	19.92 <sup>d</sup>	2.00 <sup>j</sup>	0.70 <sup>j</sup>	6.39 <sup>c</sup>
		Mahali Isfahan	64.13 <sup>c</sup>	41.47 <sup>c</sup>	20.90 <sup>c</sup>	2.11 <sup>i</sup>	0.90 <sup>i</sup>	7.66 <sup>b</sup>

۱. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون FLSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شده است (P=۰/۰۵).

۲. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ هستند (P>۰/۰۵).

1. Mean compression has done by FLSD test (P = 0.05).

2. Means in the same column by the same letter do not differ significantly according to the FLSD test (P> 0.05).

al. (1985). نیز اختلاف معنی‌داری در تعداد گره تیمار آبیاری در زمان گلدهی تا تشکیل غلاف نسبت به تیمار بدون آبیاری در این مرحله، در سویا مشاهده کردند. تعداد گره در ساقه گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا تعداد برگ در گیاه را تعیین می‌کند و باعث افزایش جذب نور و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه می‌شود (Reddy et al., 1997). (al., 2000). De Sclaux et al. با بررسی اثر تنش خشکی بر سویا، تعداد گره و ارتفاع گیاه را برای تشخیص حساسیت به تنش‌های جزئی قبل از گلدهی مفید دانستند.

اثر رقم بر تعداد گره در ساقه اصلی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). رقم محلی اصفهان دارای بیشترین و رقم IL111 دارای کمترین تعداد گره در ساقه اصلی بودند (جدول ۲). (Reddy et al. (1997). بیان کردند که هر چه میزان فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک و تعداد گره در ساقه اصلی در رقمی بیشتر باشد، نشانگر طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی در آن رقم است. این قضیه در مورد رقم محلی اصفهان مصداق عینی داشت (جدول ۲ و ۳). اثر متقابل قطع آبیاری و رقم نیز بر تعداد

بیشترین فاصله از سطح خاک را در تیمار آبیاری کامل، آبیاری تا دانه‌بندی و آبیاری تا گلدهی در رقم محلی اصفهان دارا بود. به تعویق افتادن زمان اعمال قطع آبیاری باعث شد که گیاهان از طول دوره رشد طولانی‌تری بهره برده و بنابراین اولین انشعاب شاخه‌ها بیشترین فاصله از سطح خاک را در هر سه رقم دارا باشد. کمترین فاصله اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک نیز در شرایط آبیاری تا تکمه‌دهی و در رقم IL111 مشاهده شد (جدول ۳). به طور کلی کاهش طول ساقه گیاهانی که در مرحله تکمه-دهی با قطع آبیاری مواجه شدند باعث شد که اولین شاخه جانبی در هر سه رقم در ارتفاع پایینتری از سطح زمین تشکیل شود.

تعداد گره در ساقه اصلی: نتایج حاصل نشان داد که بین تیمارهای قطع آبیاری از لحاظ تعداد گره در ساقه اصلی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی کمترین تعداد گره در ساقه اصلی مشاهده شد و بقیه تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در این صفت با یکدیگر نداشتند (جدول ۲). Kadhem et

اثر رقم بر طول میانگره نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین طول میانگره به ترتیب در ارقام اصفهان ۲۸ و IL111 مشاهده شد و بین ارقام اصفهان ۲۸ و محلی اصفهان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). (Behdani & Jami Al-Ahmadi (2009) نیز در ارقام مورد مطالعه، تفاوت طول میانگره را مشاهده کردند و آن را با طول دوره رشد گیاه و زودرسی مرتبط دانستند. در این مطالعه نیز رقم IL111 به دلیل دوره رشد کوتاهتر نسبت به دو رقم دیگر، از طول میانگره کمتر نیز برخوردار بود (جدول ۲). اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم در این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱).

گره در ساقه اصلی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). رقم محلی اصفهان در تیمارهای آبیاری به جز آبیاری تا تکمه‌دهی بیشترین تعداد گره در ساقه اصلی را دارا بود. کمترین تعداد گره در ساقه اصلی نیز تحت شرایط آبیاری تا تکمه‌دهی و در رقم IL111 مشاهده شد (جدول ۳).

**طول میانگره:** سطوح آبیاری بر طول میانگره تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند (جدول ۱). کاهش در طول میانگره، تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد (جدول ۲). (Zabet et al. (2003 علت کاهش طول میانگره در ساقه ماش را به دلیل اثر تنش خشکی بر کاهش تقسیم سلولی بیان کردند.

جدول ۴. ضرایب همبستگی برخی خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیک

Table 4. Correlations between morphological characteristics and biological yield

عملکرد بیولوژیک biological yield	طول میانگره length of internodes	تعداد گره node no.	فاصله پایینترین انشعاب height of the first branch	ارتفاع بوته plant height	قطر طبق ثانویه secondary head diameter	قطر طبق اولیه primary head diameter	تعداد شاخه ثانویه secondary branches no.	تعداد شاخه اولیه primary branches no.	قطر ساقه stem diameter	متغیرها parameters
									1	قطر ساقه stem diameter
									-0.06 <sup>ns</sup>	تعداد شاخه اولیه primary branches no.
							1	0.86**	-0.50**	تعداد شاخه ثانویه secondary branches no.
						1	0.99**	0.91**	-0.41**	قطر طبق اولیه primary head diameter
					1	-0.54**	-0.62**	-0.34*	0.89**	قطر طبق ثانویه secondary head diameter
				1	0.93**	-0.26 <sup>ns</sup>	-0.35*	0.03 <sup>ns</sup>	0.87**	ارتفاع بوته plant height
			1	-0.32*	-0.59**	0.98**	0.98**	0.88**	-0.46**	ارتفاع پایینترین انشعاب height of the first branch
		1	0.99**	-0.33*	-0.60**	0.98**	0.98**	0.88**	-0.47**	تعداد گره number of node
	1	0.95**	0.95**	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.41**	0.96**	0.94**	0.95**	-0.25 <sup>ns</sup>	طول میانگره length of internodes
1	0.82**	0.92**	0.90**	-0.31*	-0.55**	0.87**	0.87**	0.79**	-0.41**	عملکرد بیولوژیک biological yield

ns, \* و \*\* به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری اثر عامل آزمایشی در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns, \* and \*\* are non-significant and significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

اولیه و ثانویه با قطر ساقه (به ترتیب،  $r=0/87$  و  $r=0/89$ ) این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد (جدول ۴).

بین ارقام نیز از نظر قطر طبق‌های اولیه و ثانویه اختلاف بسیار معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین میزان قطر طبق‌های اولیه و ثانویه به ترتیب در ارقام IL111 و اصفهان ۲۸ مشاهده شد (جدول ۲). (Karimzadeh Asl et al. (2003) نیز تفاوت معنی‌داری از نظر قطر طبق در ارقام آفتابگردان مشاهده کردند. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین قطر ساقه و قطر طبق‌های اولیه و ثانویه (به ترتیب،  $r=0/87$  و  $r=0/89$ ) باعث شد تا رقم IL111 با وجود قطر ساقه بیشتر (جدول ۲)، ماده خشک بیشتری نیز به طبق‌های خود اختصاص دهد. بعلاوه قطر طبق‌های اولیه با تعداد شاخه‌های اولیه ( $r=0/34$ ) و ثانویه ( $r=0/62$ ) همبستگی منفی و معنی‌دار داشت و لذا رقم IL111 با تعداد شاخه کمتر و نیز توان ژنتیکی بالاتر در تولید طبق‌های بزرگتر نسبت به ارقام دیگر، در این صفت برتری داشت (جدول ۴). با توجه به وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین قطر طبق ثانویه با تعداد شاخه ثانویه ( $r=0/35$ ) می‌توان نتیجه گرفت که تعداد شاخه‌های ثانویه بیشتر در ارقام اصفهان ۲۸ و محلی اصفهان، علت کاهش قطر طبق ثانویه در این دو رقم بوده است (جدول ۴). بعلاوه با وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین قطر طبق‌های اولیه و ثانویه با ارتفاع (جدول ۴)، کاهش این صفات در ارقام محلی اصفهان و اصفهان ۲۸ قابل توجیه است، زیرا با تصور ارتفاع گیاه به عنوان شاخصی از حجم رشد رویشی گیاه، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که ارقام دارای ارتفاع بلندتر به دلیل ظرفیت و توان تولیدی بالاتر خود، گل‌های بیشتری را بارور ساخته و تعداد دانه بیشتری را تشکیل و با مواد فتوسنتزی تأمین کردند، اما از طرفی تعداد طبق و تعداد دانه بیشتر در این ارقام باعث می‌شود سهم هر طبق و هر دانه کاهش یافته و در نتیجه قطر طبق‌ها و وزن هزار دانه کاهش یابد.

اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم بر قطر طبق‌های اولیه و ثانویه نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). رقم IL111 تحت شرایط آبیاری کامل، بیشترین و رقم اصفهان ۲۸ در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، کمترین قطر طبق‌های اولیه و ثانویه را دارا بودند (جدول ۳). به طور کلی در تمامی ارقام بیشترین قطر طبق‌های اولیه و ثانویه در شرایط آبیاری کامل حاصل شد و با افزایش مدت زمان قطع آبیاری به

قطر ساقه: سطوح آبیاری اثر معنی‌داری بر قطر ساقه داشتند (جدول ۱) و تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی کاهش ضخامت ساقه مشاهده شد (جدول ۲). (Hashim and Schinter و Kahjehpoor (2004) نیز بیان کردند کاهش قطر ساقه در گیاهان می‌تواند به دلیل تراکم، ژنوتیپ و شرایط محیطی نظیر تنش خشکی و گرما و در نتیجه کاهش آب قابل دسترس برای گیاه باشد. به نظر می‌رسد گیاهانی که از قطر ساقه بیشتری برخوردار هستند، قادر به تأمین تعداد واحد زایشی بیشتر بوده و ماده خشک بیشتری نیز به این واحدها تخصیص می‌دهند.

بین ارقام نیز از نظر قطر ساقه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). رقم IL111 بیشترین ضخامت ساقه و کمترین ارتفاع بوته را نسبت به دو رقم دیگر دارا بود (جدول ۲). با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و قطر ساقه ( $r=0/46^{**}$ )، این نتیجه بدیهی است. اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم بر قطر ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

**قطر طبق‌های اولیه و ثانویه:** قطر طبق‌های اولیه و ثانویه تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری قرار گرفتند (جدول ۱). بیشترین مقدار در این صفات تحت شرایط آبیاری کامل مشاهده شد و با افزایش مدت زمان قطع آبیاری در دیگر تیمارها، از میزان این دو صفت کاسته شد (جدول ۲). به طوری که در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی قطر طبق‌های اولیه و ثانویه به ترتیب، ۱۸ و ۴۹ درصد نسبت به شرایط آبیاری کامل کاهش یافت (جدول ۲). در مطالعات Jaafarzadeh-Kenarsari, Cox and Julliof (1986) and Postini (1998) و Mozafari et al. (1996) نیز با افزایش شدت تنش خشکی در آفتابگردان، از قطر طبق کاسته شد. با افزایش مدت زمان قطع آبیاری، کاهش در میزان شاخص سطح برگ و فتوسنتز جاری در گیاه مشاهده شد و در نتیجه میزان مواد فتوسنتزی تخصیص یافته به اندام‌های زایشی (طبق) و اندام‌های ذخیره‌ای نظیر ساقه کاهش یافت. کاهش در قطر ساقه منجر به کاهش انتقال مجدد ذخایر فتوسنتزی آن به اندام‌های زایشی شد و در نتیجه از قطر طبق‌های اولیه و ثانویه کاسته شد که با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین قطر طبق‌های

(جدول ۱). رقم محلی اصفهان در کلیه سطوح آبیاری به جز آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، از بیشترین تعداد شاخه ثانویه برخوردار بود، در حالی که کمترین میزان آن در رقم IL111 و تحت شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی حاصل شد (جدول ۳). به طور کلی در هر سه رقم، کاهش در تعداد شاخه ثانویه، تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد (جدول ۳).

**عملکرد بیولوژیک:** سطوح مختلف آبیاری از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱). بیشترین میزان ماده خشک در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد (جدول ۲). کمترین میزان تجمع ماده خشک نیز در شرایط آبیاری تا تکمه‌دهی حاصل شد (جدول ۲). تیمار آبیاری تا دانه‌بندی برتری محسوسی از نظر میزان تجمع ماده خشک نسبت به تیمار آبیاری تا گلدهی و آبیاری تا تکمه‌دهی داشت (جدول ۲). Cox and Jullof (1986) نیز با ارزیابی صفات در سویا و آفتابگردان و در شرایط کمبود رطوبت خاک مشاهده کردند که تجمع ماده خشک در شرایط تنش رطوبتی در هر دو گیاه کاهش یافت. بنا بر گزارش Eglı et al. (1983) تنش رطوبتی در طول فصل رشد باعث کاهش شدید در وزن خشک اندام هوایی سویا در مرحله پر شدن دانه شد. در مطالعه Abel (1976) نیز میزان وزن خشک گلرنگ با افزایش سطح تنش خشکی کاهش یافت و تأثیر تنش خشکی در مرحله زایشی بر بخش زایشی (دانه) بیشتر از بخش رویشی بود که دلالت بر اهمیت فتوسنتز جاری در گلرنگ در تعیین میزان عملکرد دارد.

تفاوت بسیار معنی‌داری بین ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک در واحد سطح وجود داشت (جدول ۱)، به طوری که وزن خشک در رقم محلی اصفهان بیشتر از دو رقم دیگر بود که نشان می‌دهد این رقم برتری محسوسی نسبت به ارقام اصفهان ۲۸ و IL111 در بهره‌برداری از منابع دارد (جدول ۲)، زیرا از ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه بیشتری نسبت به دو رقم دیگر برخوردار بود و با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این صفات با عملکرد بیولوژیک، این نتیجه دور از انتظار نبود (جدول ۴). تفاوت بین ارقام گلرنگ از نظر وزن خشک توسط دیگر پژوهشگران نیز بیان شده است (Abel, 1976; Mohasel and Behdani, 1994; Behdani and Jami

علت کاهش شاخص سطح برگ و زودرسی از میزان تولید مواد فتوسنتزی کاسته شد که در نهایت منجر به تخصیص کمتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و ذخیره‌ای و در نتیجه کاهش قطر طبق‌های اولیه و ثانویه در ارقام شد که این کاهش در قطر طبق‌های ثانویه به علت تشکیل در مراحل دیرتری از دوره رشد گیاه و در نتیجه بهره‌مندی از مواد فتوسنتزی کمتر به علت شاخص سطح برگ کمتر و نیز مواجه با شرایط محیطی نامساعدتر به مراتب بیشتر بود.

**تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در بوته:** بین تیمارهای سطوح آبیاری از نظر تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در بوته اختلاف بسیار معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱)، به طوری که در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، میزان شاخه‌دهی اولیه و ثانویه کاهش یافت و در بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد (جدول ۲). زیرا در مرحله شاخه‌دهی تکمیلی (مرحله پس از تکمه‌دهی)، تنها گیاهان تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی با کمبود آب مواجه شدند. در مطالعه Sirus Mehr et al. (2008) نیز تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، موجب کاهش تعداد شاخه اولیه در گلرنگ پاییزه شد.

در بین ارقام نیز از نظر تعداد شاخه اولیه و ثانویه اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۱). بعد از رقم محلی اصفهان، رقم اصفهان ۲۸ و رقم IL111 به ترتیب، در رتبه دوم و سوم از نظر تعداد شاخه ثانویه در بوته قرار گرفتند (جدول ۲). در مطالعه Haidarizadeh and Kahjehpoor (2007) و Behdani and Jami Al-Ahmadi (2009) نیز رقم محلی اصفهان بیشترین تعداد شاخه اولیه و ثانویه را دارا بود. در ضمن همبستگی مثبت و معنی‌داری ( $r=0/86^{***}$ ) بین تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه نیز مشاهده شد (جدول ۴). این همبستگی نشان می‌دهد که با افزایش تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد شاخه‌های ثانویه نیز افزایش می‌یابد. (Haidarizadeh and Kahjehpoor (2007) نیز همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری ( $r=0/71$ ) بین تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه مشاهده کردند.

برخلاف عدم معنی‌داری اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم در تعداد شاخه‌های اولیه، اثر متقابل آبیاری و رقم در تعداد شاخه‌های ثانویه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود



همچنین آبیاری کاهش در بسیاری از صفات مورد اندازه-گیری در ارقام گلرنگ بهاره را در برداشت که به کاهش معنی‌دار در عملکرد بیولوژیک منجر شد. بعلاوه در هر سه رقم افت شدید عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد، که به نظر می‌رسد این مرحله رشدی گیاه یکی از حساسترین مراحل رشد گلرنگ به تنش خشکی باشد. زیرا تنش در این مرحله نمودی از طریق کاهش معنی‌دار در تعداد شاخه تولیدی که بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد بیولوژیک دارد، به کاهش عملکرد نهایی منجر می‌شود. لذا استفاده از آبیاری تکمیلی در مرحله تکمه‌دهی جهت ممانعت از افت شدید عملکرد بیولوژیک ضروری به نظر می‌رسد.

Al-Ahmadi, 2009). اثر متقابل آبیاری و رقم در این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱).

### نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که عکس‌العمل ارقام گلرنگ مورد کاشت نسبت به تیمارهای آبیاری متفاوت بود و رقم محلی اصفهان از نظر بیشتر صفات در شرایط تنش آبی نسبت به دو رقم دیگر برتری معنی‌داری نشان داد، زیرا این رقم که از توده‌های بومی ایران است، با تنش‌های محیطی رایج در کشور، نظیر خشکی و شوری با گذشت زمان تطابق یافته و برتری قابل ملاحظه‌ای از نظر صفات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیک نشان می‌دهد.

### منابع

- Abel, G.H., 1976. Effects of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels, and spacing on safflower cultivar. *Agron. J.* 68, 448-451.
- Ashley, D.A., Ethridge, W.J., 1978. Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybean cultivars. *Agron. J.* 70, 467-471.
- Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., 2008. Evaluation of growth and yield safflower cultivars in different planting dates. *Iranian J. Field Crops Res.* 6(2), 245-254. [In Persian with English summary].
- Chanbdracar, B.L., Sechar, N., Tuteja, S.S., Tripathi, R.S., 1994. Effect of irrigation and nitrogen of growth and yield of summer sesame (*Sesamum indicum*) *Indean. J. Agron.* 39, 701-702.
- Cox, W.J. and Julliof, G.D., 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under water deficiency. *Agron. J.* 78, 226-230.
- De Sclaux, D., Huynh, T.T., Roumet, P., 2000. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop Sci.* 40: 716-722.
- Egli, D.B., Meckel, L., Phillips, R.E., Radeliffe, D., Legett, J.E., 1983. Moisture stress and N redistribution in soybean. *Agron. J.* 75, 1027-1031.
- Haidarizadeh, P., Kahjehpoor, M.R., 2007. Response of safflower Koose genotypes on plant date. *J. Agric. Sci. Nat. Resour.* 42, 69-80. [In Persian with English summary].
- Hashim, R.M., Schinter, A.A., 1988. Semidwarf and conventional height sunflower performance at five plant population. *Agron. J.* 80, 821-829.
- Jaafarzadeh-Kenarsari, M., Postini, K., 1998. Investigating the effect of drought stress at different growth stages on some morphological characteristics and yield components of sunflower (cv.Record). *Iranian J. Agric. Sci.* 29 (2), 353-362. [In Persian with English summary].
- Kadhem, F.A., Specht, J.E., Williams, J.H., 1985. Soybean irrigation serially timed during stages R<sub>1</sub> to R<sub>6</sub>. I. Agronomic responses. *Agron. J.* 77, 297-298.

- Kafi, M., Rostami, M., 2008. Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield and components yield and oil content three safflower cultivars in irrigation with salty water conditions. *Iranian J. Field Crops Res.* 5(1), 121-131. [In Persian with English summary].
- Kahjehpoor, M.R., 2004. *Industrial Plants*. Jahadeh Daneshgahi Publisher, Isfahan Industrial University. [In Persian].
- Karimzadeh Asl, Kh., Mazaheri, D., Paighambari, S.A., 2003. Effect of four irrigation intervals on yield and quality characteristics of three sunflower cultivars. *Iranian J. Agric. Sci.* 34(2), 293-301. [In Persian with English summary].
- Koocheki, A., 2004. *Agronomy in drought region*. Jahade Daneshgahi Publisher, Mashhad [In Persian].
- Mousavifar, B.E., Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., 2009. Response of spring safflower cultivars to different irrigation intervals in Birjand condition. *Proceedings of Regional Congress on Water Crisis and Drought*. Rasht, Iran, pp. 670-675.
- Mozafari, K., Arshi, Y., and Zainali Khanghah, H., 1996. Evaluation of effect of drought stress on some morpho-physiological characteristics and yield components of sunflower. *Seed Plant J.* 12(3), 24-33. [In Persian with English summary].
- Purdad, S.S., 2007. *Safflower*. Center of Mehr Publisher [In Persian].
- Rashed Mohasel, M.H., Behdani, M.A., 1994. Evaluation of the effect of cultivar and density on yield and components yield safflower plant. *Agric. Sci. Technol. J.* 8(2), 110-122. [In Persian with English summary].
- Reddy, R.K., Hodges, H.F., Mckinion, J.M., 1997. Modeling temperature effect on cotton internode and leaf growth. *Crop Sci.* 37, 503-509.
- Sirus Mehr, A.R., Shakiba, M.R., Alyari, H., Tourchi, M., Dabagh Mohammadi Nasab, A., 2008. Effect of drought stress and density on yield and some morphological characteristics of autumn safflower cultivars. *Res. Agron. Hort.* 78, 80-87.
- Tesfay, K., Walker, S., Tsubo, M., 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in semi-arid conditions. *Europ. J. Agron.* 25, 60-70.
- Willmont, D.B., Pepeer, G.E., Nafziger, E.D., 1989. Random stand deficiency and replanting delay effects on soybean yield and yield components: canopy and morphological responses. *Agron. J.* 81, 423-430.
- Zabet, M., Hosainzadeh, A., Ahmadi, A., Khialparst, F., 2003. Study of effects of drought stress on different parameters and evaluation of best resist index to drought in *Vigna radiate(L.)*. *Iranian J. Agric. Sci.* 4(34), 889-899. [In Persian with English summary].