Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Investigation of delay cropping on assimilate remobilization, yield components and yield of two safflower cultivars under cutting off irrigation

Fatemeh Bahadori[1] | Ehsan Bijanzadeh[*2] | Ali Behpouri[3]

1. M.Sc. Student, Dept. of Agroecology, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University. E-mail: f.bahadori6262@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Agroecology, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University. E-mail: bijanzd@shirazu.ac.ir
3. Assistant Prof., Dept. of Agroecology, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University. E-mail: ali.behpoori@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 01.07.2020
Revised: 07.06.2020
Accepted: 07.26.2020

Keywords:
Goldasht cultivar,
Number of seeds per capitule,
Remobilization contribution,
Water deficit

ABSTRACT

Background and Objectives: The shortage of oilseeds and the high volume of oil imports in Iran and the limitation of water resources for the many oilseeds production, showed the necessity of identifying species and varieties adapted to these stressful conditions and determining the most sensitive stages. Nowadays, safflower, due to drought resistance, is considered as a plant crop in the Iranian crop rotation. Therefore, with respect to importance of water stress and selection of appropriate planting date in crop production, this research was conducted to investigate the effect of delay cropping and irrigation regime on assimilate remobilization, yield components and yield safflower.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of delay cropping and irrigation regime on assimilate remobilization rate, yield components and yield of safflower , a field experiment was conducted as split factorial in a completely randomized blocks design with three replicates at Agriculture College and Natural Resources of Darab, Shiraz University, during 2018-2019 growing season. Experimental factors consisted of irrigation regimes in three levels included normal irrigation, Cutting of irrigation at flowering and cutting of irrigation at seed filling, three planting dates (6 December, 26 December and 15 January) and two safflower cultivars (Goldasht and local Isfahan). In this research, dry matter remobilization, remobilization contribution and remobilization efficiency, yield components and yield of safflower were determined.

Results: Results showed that the measured traits were affected by irrigation regime, planting date and cultivar, significantly. Cutting of irrigation at flowering reduced number of capitule per plant, number of seeds per capitule, 1000-seed weight and grain yield of safflower cultivars by 21.86%, 23.87%, 28.37% and 33.74%, respectively compared to normal irrigation. The amount of dry matter remobilization, remobilization contribution and remobilization efficiency in cutting of irrigation at flowering increased 30.44%, 37.81% and 25.37%, respectively compared to normal irrigation. Also, delayed third planting date (15 January) reduced dry matter remobilization (44.17%), remobilization contribution (22.72%), remobilization efficiency (17.88%), number of capitule per plant (%). 14.57, number of seeds per capitule (20.65%) and grain yield (13.31%).

Conclusion: Cutting of irrigation at flowering and seed filling treatments decreased 52.32% and 34.54% of grain yield in Isfahan local cultivar at second planting date (26 December) compared to the normal irrigation treatment, respectively. However, seed yield in this treatment did not differ significantly with the treatment of cutting of irrigation at seed filling in planting date on 6 December in Isfahan and Goldasht cultivars which seems to be due to increased assimilate remobilization and remobilization efficiency in cutting of irrigation at seed filling compared to normal irrigation. Therefore, selection of optimum planting date (26 December) compared to early planting date (6 December) and early mature Goldasht cultivar by 12.91% higher yield can be an appropriate strategy to improve and increase safflower seed yield under late season water stress in semi-arid regions.

Cite this article: Bahadori, Fatemeh, Bijanzadeh, Ehsan, Behpouri, Ali. 2022. Investigation of delay cropping on assimilate remobilization, yield components and yield of two safflower cultivars under cutting off irrigation. *Journal of Plant Production Research*, 28 (4), 85-104.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2021.17472.2612
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

بررسی کشت تاخیری بر انتقال مجدد مواد پرورده، اجزای عملکرد و عملکرد دو رقم گلرنگ در شرایط قطع آبیاری

فاطمه بهادری[۱] | احسان بیژن‌زاده*[۲] | علی بهپوری[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد بخش اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز. رایانامه: f.bahadori6262@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار بخش اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز. رایانامه: bijanzd@shirazu.ac.ir
۳. استادیار بخش اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز. رایانامه: ali.behpoori@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۷
تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۰۵

واژه‌های کلیدی:
تعداد دانه در طبق،
رقم گلدشت،
کمبود آب،
مشارکت مواد پرورده

چکیده

سابقه و هدف: کمبود دانه‌های روغنی و حجم بالای واردات روغن در ایران از یک‌سو و محدودیت منابع آبی بر سر راه تولید بسیاری از دانه‌های روغنی از سوی دیگر، ضرورت شناسایی گونه‌ها و ارقام سازگار به این شرایط پرتنش و تعیین حساس‌ترین مراحل رشد گیاه به تنش را آشکار می‌سازد. گلرنگ به واسطه مقاومت به خشکی امروزه به عنوان یک گیاه زراعی در تناوب کشت کشور مطرح است. بنابراین با توجه به این‌که تنش آبی و انتخاب تاریخ کاشت مناسب از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تولید گیاهان زراعی می‌باشد این پژوهش با هدف بررسی کشت تاخیری و رژیم آبیاری بر میزان انتقال مجدد مواد پرورده، اجزای عملکرد و عملکرد دانه گلرنگ انجام شد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی تأثیر کشت تاخیری و رژیم آبیاری بر میزان انتقال مجدد مواد پرورده، اجزای عملکرد و عملکرد دانه گلرنگ پژوهشی مزرعه‌ای به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل رژیم آبیاری در سه سطح آبیاری مطلوب، قطع آبیاری در دو مرحله گلدهی و پر شدن دانه، سه تاریخ کاشت (۱۵ آذر، ۵ دی و ۲۵ دی) و دو رقم گلرنگ (گلدشت و محلی اصفهان) بودند. در این پژوهش انتقال مجدد مواد پرورده، مشارکت مواد پرورده، کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده، اجزای عملکرد و عملکرد ارقام گلرنگ محاسبه شد.

یافته‌ها: به‌طورکلی نتایج آزمایش نشان داد که صفات اندازه‌گیری‌شده به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر رژیم آبیاری، تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت. قطع آبیاری در گلدهی باعث کاهش تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه و عملکرد دانه ارقام گلرنگ به‌ترتیب به‌میزان ۲۱/۸۶، ۲۳/۸۷، ۲۸/۳۷ و ۳۳/۷۴ درصد نسبت به آبیاری مطلوب شد. میزان انتقال مجدد مواد پرورده، مشارکت مواد پرورده و کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده در شرایط قطع

آبیاری در گلدهی به ترتیب ۳۰/۴۴، ۳۷/۸۱ و۲۵/۳۷ درصد نسبت به شرایط آبیاری مطلوب افزایش داشت. هم‌چنین تاریخ کاشت تاخیری سوم (۲۵ دی) باعث کاهش انتقال مجدد مواد پرورده (۴۴/۱۷ درصد)، مشارکت مواد پرورده (۲۲/۷۲ درصد)، کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده (۱۷/۸۸ درصد)، تعداد طبق در بوته (۱۴/۵۷ درصد)، تعداد دانه در طبق (۲۰/۶۵ درصد) و عملکرد دانه (۱۳/۳۱ درصد) گردید.

نتیجه‌گیری: تیمار قطع آبیاری در گلدهی و پر شدن دانه باعث کاهش به ترتیب ۵۲/۳۲ و ۳۴/۵۴ درصد عملکرد دانه در رقم محلی اصفهان در تاریخ کاشت دوم (۵ دی) نسبت به تیمار آبیاری مطلوب شد. این درحالیست که عملکرد دانه در این تیمار با تیمار قطع آبیاری در پرشدن دانه در تاریخ کاشت ۱۵ آذر در رقم محلی اصفهان و گلدشت اختلاف معنی‌دار نداشت که به‌نظر می‌رسد به دلیل افزایش انتقال مجدد مواد پرورده و کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده در تیمار قطع آبیاری در پر شدن دانه نسبت به آبیاری مطلوب بود. بنابراین انتخاب تاریخ کاشت دیرتر (۵ دی) به دلیل عدم اختلاف معنی‌دار عملکرد آن با تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم زودرس گلدشت با ۱۲/۹۱ درصد عملکرد بیش‌تر، می‌تواند راهکاری مناسب در بهبود و افزایش عملکرد دانه گلرنگ در شرایط تنش آبی آخر فصل در مناطق نیمه خشک باشد.

استناد: بهادری، فاطمه، بیژن‌زاده، احسان، بهپوری، علی (۱۴۰۰). بررسی کشت تاخیری بر انتقال مجدد مواد پرورده، اجزای عملکرد و عملکرد دو رقم گلرنگ در شرایط قطع آبیاری. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۸ (۴)، ۱۰۴-۸۵.
DOI: 10.22069/JOPP.2021.17472.2612

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

با توجه به مشکلات موجود در صنعت روغن‌های نباتی در داخل و این‌که بیش از ۹۳ درصد از نیاز مصرفی به روغن (به‌صورت دانه‌های روغنی و روغن خام) از طریق واردات تأمین می‌شود، لازم است تلاش‌های گسترده‌ای در جهت بهبود شرایط از جمله به‌کار بردن منابع روغنی جدید هم‌چنین اصلاح این منابع روغنی به‌منظور دستیابی به بازدهی و کیفیت مطلوب‌تر از نظر تغذیه‌ای و عملکردی انجام شود (۱). با توجه به معرفی گیاهانی با پتانسیل صنعتی و هم‌چنین متحمل به تنش‌های غیرزیستی در اقلیم گرمسیر، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)، یک گونه دانه روغنی یکساله از خانواده آستراسه، به دلیل تحمل به تنش آبی، ممکن است یک جایگزین در سیستم‌های تولید با تناوب کشت باشد (۱۶). علاوه بر این یک گیاه کم توقع با سیستم ریشه‌ای عمیق است که این امر گسترش آن را در مناطقی از جهان که محدودیت‌های خاک و اقلیمی، باعث جلوگیری از کشت محصولات غذایی و مرسوم می‌شود، تسهیل می‌کند (۱۲).

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده محیطی است که موجب کاهش عملکرد گیاهان زراعی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان می‌شود (۸). محدودیت این نهاده باارزش و ظرفیت‌های مناسب بخش کشاورزی موجب کاهش تولید و عملکرد محصول به ازای میزان آب مصرفی می‌شود. تاریخ کاشت یک عامل مهم مدیریتی در تولید هر محصول است، زیرا همراه با تغییر در تاریخ کاشت، پارامترهای هواشناسی نیز تغییر می‌کنند. دما، نور خورشید و سایر عوامل هواشناسی به شکل منفرد یا همراه با هم رشد و تولید گیاه را متأثر می‌سازند. زمان کشت مراحل فنولوژیکی گیاه و کل تولید زیست‌توده را کنترل می‌کند و در کارایی تبدیل زیست‌توده به عملکرد مؤثر است (۱۴). در حالی‌که در اواخر فصل رشد، گیاهان به دلیل کوتاه‌تر شدن فاز زایشی، تحت‌تأثیر محدودیت‌های دمای آخر فصل، فرصت کافی برای انتقال مواد انباشت شده به دانه را ندارند و اثرات آن به شکل کاهش عملکرد قابل مشاهده است. با کاهش و یا توقف فتوسنتز در تنش آبی یکی از اجزای مهم در بهبود عملکرد، توانایی پرشدن دانه از ذخایر ساقه است که به عنوان یکی از مکانیسم‌های تحمل به تنش کم‌آبی وارد عمل می‌شود که در آن ذخایر از ساقه به دانه منتقل می‌گردد. زیرا معمولاً در دوره رویشی در مناطق با آب و هوایی مدیترانه‌ای گیاهان کم‌تر دچار تنش کم‌آبی می‌شوند. در این مناطق عمده بارندگی در فصل زمستان و بهار اتفاق می‌افتد (۵). به‌طورکلی، سه منبع اصلی در طول دوره پرشدن دانه برای تجمع مواد پرورده در دانه ذکر شده است که از جمله آن می‌توان به فتوسنتز جاری اندام‌های مختلف، انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی قبل از مرحله گرده‌افشانی و انتقال مجدد بخش ناچیزی از مواد پرورده ذخیره شده پس از مرحله گرده‌افشانی اشاره کرد (۳). این درحالی است که همین زمان تقاضا برای مواد فتوسنتزی جهت پر شدن دانه‌ها و تقاضا برای تنفس نگهداری زیست‌توده زنده گیاه نیز افزایش می‌یابد و بنابراین وقوع تنش در هنگام پر شدن دانه‌ها بیش‌ترین تأثیر را بر کاهش وزن و عملکرد آن‌ها دارد (۱۵). لازم به ذکر است حتی در شرایط آبیاری مطلوب (بدون تنش) نیز مواد فتوسنتزی حاصل از فتوسنتز جاری ممکن است جهت پر کردن دانه‌ها کفایت ننماید. بنابراین، نیاز مقصد برای پر کردن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده تأمین می‌گردد (۲۹).

با توجه به این که انتخاب ارقام با پتانسیل ژنتیکی و سازگاری اقلیمی مطلوب در منطقه داراب (جنوب استان فارس) و انتخاب زمان مناسب کاشت برای حداکثر بهره‌برداری ازعوامل مؤثر بر رشد، از

مدیریت‌های ضروری جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی به حساب می‌آید. بنابراین جهت افزایش میزان بهره‌برداری از امکانات محیطی به منظور افزایش میزان تولید محصولات زراعی لازم است بهترین زمان کاشت محصول گلرنگ در رژیم‌های مختلف رطوبتی مورد توجه قرار گیرد. در این راستا این پژوهش به‌منظور شناسایی بهترین زمان کشت گلرنگ در مناطق گرم و خشک جنوب استان فارس با توجه به کمبود آب آخر فصل رشد و تأثیر این دو عامل بر انتقال مجدد مواد پرورده در پر شدن دانه ارقام گلرنگ با گروه‌های مختلف رسیدگی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر قطع آبیاری و کشت تاخیری بر میزان انتقال مجدد مواد پرورده، اجزای عملکرد و عملکرد دو رقم گلرنگ (گلدشت و محلی اصفهان)، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، واقع در ۷ کیلومتری شهرستان داراب با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۰ دقیقه و ارتفاع ۱۱۵۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. در شروع پژوهش و قبل از کاشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از خاک محل آزمایش در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر نمونه‌برداری شد (جدول ۱). بعد از عملیات تهیه بستر کاشت، اقدام به کرت‌بندی در ابعاد ۲ متر در ۳ متر شد. فاکتورهای مطالعاتی شامل رژیم آبیاری به‌عنوان فاکتور اصلی در ۳ سطح آبیاری مطلوب، قطع آبیاری در مرحله گلدهی (مرحله ۶۵ مطابق با کدبندی فلممر) و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (مرحله ۸۱ مطابق با کدبندی فلممر) (۱۱) و فاکتورهای فرعی شامل ۲ رقم گلرنگ به نام‌های گلدشت (زودرس، بدون خار، پاکوتاه، طبق بزرگ و مقاوم به خوابیدگی و ریزش) و محلی اصفهان (نسبتاً دیررس، پا بلند، پر محصول، کمی خاردار) و سه تاریخ کاشت ۱۵ آذر، ۵ دی و ۲۵ دی بودند. بذرها در ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر با عمق ۲ سانتی‌متر کشت شد. فاصله بین تکرارها ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. برای کنترل علف‌های هرز در طول فصل رشد عملیات وجین دستی انجام گرفت. همه اصول زراعی برای هر محصول مانند ضدعفونی بذر با استفاده از سم رورال تی‌اس به نسبت ۲ در هزار و کاشت به روش خشکه‌کاری و با دست انجام گرفت. تنها کود مصرفی، کود اوره بود که بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) در سه مرحله (ابتدای جوانه‌زنی، ساقه روی و ابتدای تشکیل طبق) به‌صورت سرک جمعاً به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. در مرحله ۴ برگی تعداد بوته‌های اضافی برای رسیدن به تراکم ۴۰ بوته در هر مترمربع حذف گردیدند. میزان آب مورد نیاز برای هر کرت بر اساس ظرفیت زراعی خاک مزرعه (۲۴/۵ درصد وزنی) محاسبه شد. در این روش ابتدا قطعه زمینی به مساحت ۲ مترمربع مشخص شد و به شکل حوضچه در آمد. سپس این حوضچه به‌طور سنگین آبیاری شد و روی آن با پلاستیک پوشانده شد. پس از قطع آبیاری و فروکش کردن آب، در فواصل زمانی هر ۱۲ ساعت یکبار از عمق ۰ تا ۱ متری توسعه ریشه نمونه‌برداری کرده و مقدار رطوبت آن به روش وزنی اندازه‌گیری شد. این عمل آن قدر ادامه داده شد تا سرانجام مقدار رطوبت در دو اندازه‌گیری پشت سر هم تقریباً با هم برابر شدند که این مقدار رطوبت براساس رابطه زیر برابر با رطوبت ظرفیت زراعی می‌باشد (۷).

(۱) مقداررطوبت = [(وزن خاک تر – وزن خاک خشک)/وزن خاک خشک]×۱۰۰

نیاز آبی گلرنگ به‌صورت روزانه با استفاده از میانگین روزانه داده‌های پارامترهای هواشناسی ایستگاه هواشناسی حسن‌آباد داراب و با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (۷). مراحل محاسبه نیازآبی به‌طور خلاصه به‌شرح ذیل می‌باشد:

۱- تبخیر- تعرق گیاه (ET_c) در مراحل مختلف رشد گلرنگ با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \quad (۲)$$

که در آن، ET_c تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر در روز)، ET_0 تبخیر- تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر در روز) و K_c ضریب گیاهی است. تبخیر- تعرق گیاه مرجع ET_0 با استفاده از داده‌های روزانه پارامترهای هواشناسی ثبت شده در ایستگاه هواشناسی حسن‌آباد داراب به‌دست آمد.

۲- میزان آب آبیاری در هر دور آبیاری با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$IR = ET_c\ (Ea \times LR) \quad (۳)$$

که در آن، IR میزان آب آبیاری، Ea راندمان مصرف آب، LR میزان آبشویی.

پس از اندازه‌گیری میزان آب، آبیاری برای تمام کرت‌ها تا مرحله گلدهی به‌صورت یکسان و به‌صورت نشتی انجام شد. در مرحله گلدهی و پرشدن دانه آبیاری تیمارهای قطع آبیاری در کرت‌های تعیین شده متوقف شد. در مجموع میزان آب مصرفی برای تیمار آبیاری مطلوب با ۱۰ دور آبیاری معادل ۴۹۹۳ مترمکعب در هکتار، برای تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با ۷ دور آبیاری معادل ۳۴۹۵ مترمکعب در هکتار و برای تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه با ۹ دور آبیاری معادل ۴۴۹۱ مترمکعب در هکتار بود. در هنگام رسیدگی فیزیولوژیکی یک مترمربع از بوته‌ها در هر کرت آزمایشی، با حذف اثر حاشیه، از نزدیکی سطح خاک بریده شد و در آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه قرار گرفت. سپس عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه) محاسبه شد. برای تعیین انتقال مجدد مواد پرورده به دانه در دو مرحله گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک تعداد ۶ بوته از هر کرت آزمایش از نزدیکی سطح زمین برداشت شد و سپس در آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. میزان انتقال مجدد مواد پرورده، درصد مشارکت مواد پرورده و کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده با استفاده از روش پیشنهادی پاپاکوستا و گیاناس (۱۹۹۱) و طبق رابطه‌های ۴ تا ۶ محاسبه شد.

(۴) ماده خشک برگ و ساقه و کاه در هنگام رسیدگی - ماده خشک گیاه در هنگام گلدهی = انتقال مجدد مواد پرورده (گرم در بوته)

(۵) ۱۰۰ × (عملکرد دانه در هنگام رسیدگی/ ماده خشک گیاه در هنگام گلدهی) = مشارکت مواد پرورده (درصد)

(۶) ۱۰۰ × (مقدار ماده خشک کل گیاه در هنگام گلدهی/ انتقال مجدد مواد پرورده) = کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده (درصد)

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) انجام شد و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. از نرم‌افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۳) نیز برای ترسیم شکل‌ها استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

Table 1. Physical and chemical properties of the experimental soil.

عمق خاک Soil depth (cm)	شن Sand (%)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	کربن آلی O.C (%)	اشباع بازی BS (%)	قابلیت هدایت الکتریکی ECe (dS $m^{-1)}$	پی اچ pH
0-15	38.12	17.18	44	0.977	8.88	1.092	7.42
15-30	38.16	17.26	44	0.970	8.93	1.090	7.54
عمق خاک Soil depth (cm)	نیتروژن N (%)	فسفر P (mg kg^{-1})	پتاسیم K (mg kg^{-1})	آهن Fe (mg kg^{-1})	مس Cu (mg kg^{-1})	روی Zn (mg kg^{-1})	منگنز Mn (mg kg^{-1})
0-15	0.084	54	320	5.104	1.61	0.564	14.8
15-30	0.084	58	300	7.30	1.63	0.540	14.8

نتایج و بحث

میزان انتقال مجدد مواد پرورده: نتایج تجزیه واریانس میزان انتقال مجدد مواد پرورده نشان داد که برهمکنش رژیم آبیاری در تاریخ کاشت در سطح احتمال ۵ درصد و برهمکنش تاریخ کاشت در رقم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). انتقال مجدد مواد پرورده در شرایط قطع آبیاری در گلدهی و پر شدن دانه (بدون اختلاف معنی‌دار با هم) نسبت به شرایط آبیاری مطلوب ۳۰/۴۴ درصد افزایش داشت. در شرایط آبیاری مطلوب عمده مواد پرورده مورد نیاز برای پرکردن دانه از مواد فتوسنتزی جاری گیاه تامین می‌شود و نیاز گیاه برای انتقال مجدد مواد پرورده به دانه‌ها کم‌تر می‌شود ولی هنگامی‌که ظرفیت فتوسنتزی گیاه بر اثر تنش و گرمای بعد از گلدهی کاهش می‌یابد پر شدن دانه به‌طور قابل‌توجهی وابسته به انتقال مجدد ذخایر ساقه است (۲۹). بنابراین قطع آبیاری در مرحله گلدهی از طریق کاهش سطح برگ و فتوسنتز جاری گیاه منجر به کاهش میزان تولید و ذخیره مواد پرورده و در نتیجه افزایش انتقال مجدد مواد پرورده از ساقه و شاخه‌ها به اندام‌های زایشی می‌شود. این نتایج توسط طالب‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) مبنی بر افزایش انتقال مجدد مواد پرورده تحت شرایط تنش آبی نیز گزارش شده است که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. هم‌چنین میزان انتقال مجدد مواد پرورده در تاریخ کاشت اول (۱۵ آذر) نسبت به تاریخ کاشت دوم (۵ دی) ۲۵/۳۹ درصد و در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت سوم (۲۵ دی) ۴۴/۱۷ درصد افزایش داشت. به نظر می‌رسد با تاخیر در کاشت و افزایش درجه حرارت، نمو فنولوژیک تسریع می‌یابد و انتقال سریع از یک مرحله نموی به مرحله نموی دیگر، باعث کاهش حجم و اندازه گیاه می‌شود و در نتیجه وزن خشک گیاه نیز کاهش می‌یابد. بیش‌ترین میزان انتقال مجدد با ۳۸/۳۳ گرم در بوته در شرایط قطع

آبیاری در مرحله گلدهی در تاریخ کاشت اول (۱۵ آذر) و کم‌ترین میزان این صفت با ۱۲/۵۰ گرم در بوته در شرایط آبیاری مطلوب در تاریخ کاشت سوم (۲۵ دی) به‌دست آمد (شکل ۱) که این می‌تواند به این دلیل باشد که هرچه تجمع ماده خشک در اندام‌های رویشی در اثر طولانی بودن فصل رشد بیش‌تر می‌باشد، در واقع مواد پرورده ذخیره‌ای بیش‌تری وجود دارد که از طریق فرآیند انتقال مجدد به دانه منتقل می‌شود. رقم محلی اصفهان در تاریخ کاشت اول (۱۵ آذر) با ۳۷/۲۲ گرم در بوته بیش‌ترین و رقم گلدشت در تاریخ کاشت سوم (۲۵ دی) با ۱۲ گرم در بوته کم‌ترین میزان انتقال مجدد را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۲). علت این امر را می‌توان به تفاوت کارایی ژنوتیپ های گلرنگ، از نظر انتقال مجدد نسبت داد و نشان‌دهنده این است که انتخاب ژنوتیپ‌هایی که مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای بیش‌تری را به دانه منتقل می‌کنند دارای اهمیت هستند.

مشارکت مواد پرورده: نتایج تجزیه واریانس داده‌های مشارکت مواد پرورده نشان داد که برهمکنش رژیم آبیاری در تاریخ کاشت در سطح احتمال ۱ درصد و برهمکنش رژیم آبیاری و رقم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین نشان‌دهنده افزایش میزان مشارکت مواد پرورده در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی نسبت به دو رژیم آبیاری دیگر و در رقم محلی اصفهان بیش‌ترین میزان مشارکت مواد پرورده مشاهده شد. در شرایط قطع آبیاری درگلدهی در تاریخ کاشت ۱۵ آذر میزان مشارکت مواد فتوسنتزی ۴۳/۲۳ درصد بیش‌ترین و در شرایط آبیاری مطلوب در تاریخ کاشت ۵ دی کم‌ترین میزان این صفت با ۱۷/۹۵درصد مشاهده شد و هم‌چنین رقم محلی اصفهان در قطع آبیاری در مرحله گلدهی با میزان ۳۹/۷۰ درصد و رقم گلدشت در قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه با میزان ۲۰/۵۹ درصد به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مشارکت مواد پرورده را داشتند (شکل‌های ۳ و ۴). حرکت مواد پرورده از مبدأ به مقصد یا محل‌های مصرف مبتنی بر تولید مواد پرورده مبدأ از یک طرف و ظرفیت مقصد از طرف دیگر است که در صورت عدم تعادل بین آن‌ها عملکرد کاهش می‌یابد. هنگامی که قدرت مبدأ در تولید مواد پرورده کاهش می‌یابد، سهم مواد پرورده‌ای که مجدداً به حرکت در آمده و به دانه منتقل می‌شوند افزایش می‌یابد، لذا قطع آبیاری در مرحله گلدهی نقش مهمی در بالا رفتن سهم انتقال مجدد در تأمین مواد پرورده دانه داشته است. رضایی مرادعلی و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که تشدید تنش کم‌آبی سهم انتقال مجدد در پرشدن دانه را تا ۲۳ درصد افزایش داد که این میزان در پژوهش حاضر ۳۷/۸۱ درصد بود.

کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده: بر همکنش رژیم آبیاری در تاریخ کاشت در رقم بر کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین میزان کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده با مقدار ۴۴/۷۴ درصد مربوط به رقم محلی اصفهان در قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه در تاریخ کاشت ۲۵ دی و کم‌ترین میزان این صفت با ۱۳/۲۱ درصد در شرایط آبیاری مطلوب به‌دست آمد (جدول ۳).

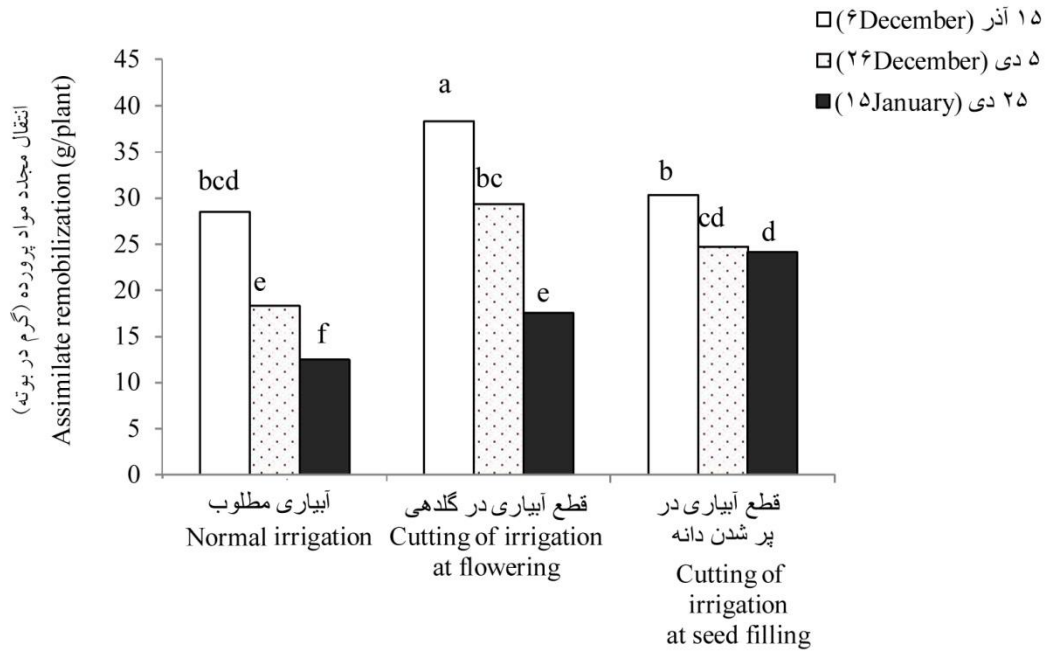
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده دو رقم گلرنگ در شرایط رژیم آبیاری و تاریخ کاشت.

Table 2. Analysis variance of measured traits in two safflower cultivars under irrigation regime and planhing date.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS						
		انتقال مجدد مواد پرورده Assimilate remobilization	مشارکت مواد پرورده Remobilization contribution	کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده Remobilization efficiency	تعداد طبق در بوته No. of Capitule per plant	تعداد دانه در طبق No. of Seed in capitule	وزن هزاردانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	2	37.08^{ns}	1.17^{ns}	39.02^{ns}	0.01٦^{ns}	8.87^{ns}	9.33^{ns}	3272.22^{ns}
رژیم آبیاری Irrigation regime (I)	2	369.2**	1014.4**	415.5**	26.37**	600.34**	610.8**	1382616.6**
خطای کرت اصلی Main Plot Error	4	18.22	4.49	22.27	0.31	10.15	3.164	847.222
تاریخ کاشت Planhing date (D)	2	927.6**	272.74**	184.6**	13.34**	455.59**	6.075^{ns}	146405.55**
رقم Cultivar (C)	1	271.2**	320.08**	430.3**	8.23**	5767.8**	3557**	378340.74**
رژیم آبیاری × تاریخ کاشت I×D	4	92.49**	74.32**	201.4**	11.25**	42.89**	37.32**	120605.55**
رژیم آبیاری × رقم I×C	2	53.29^{ns}	51.79*	92.7*	4.33**	917.62**	0.962^{ns}	68457.47**
تاریخ کاشت × رقم D×C	2	565.9**	22.96^{ns}	814.9**	7.27**	332.86**	83.14**	120535.18**
رژیم آبیاری × تاریخ کاشت × رقم I×D×C	4	43.27^{ns}	20.57^{ns}	105.2*	1.79**	134.28**	7.42^{ns}	98551.85**
خطای کرت فرعی Subplot Error	30	17.43	10.56	27.6	0.26	9.39	8.43	625.18
ضریب تغییرات (درصد) CV%		16.78	12.03	16.56	5.22	7.19	8.66	8.27

^{ns}، * و ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی‌دار و اثر معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد.

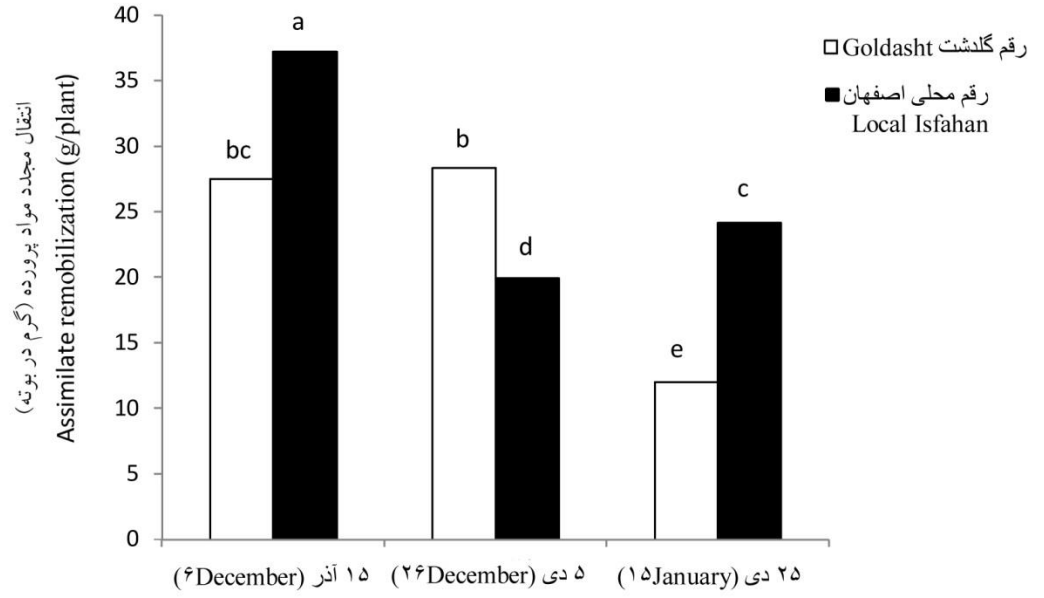
^{ns}, * and ** are Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



شکل ۱- بر همکنش اثر رژیم آبیاری و تاریخ کاشت بر انتقال مجدد مواد پرورده گلرنگ

(میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

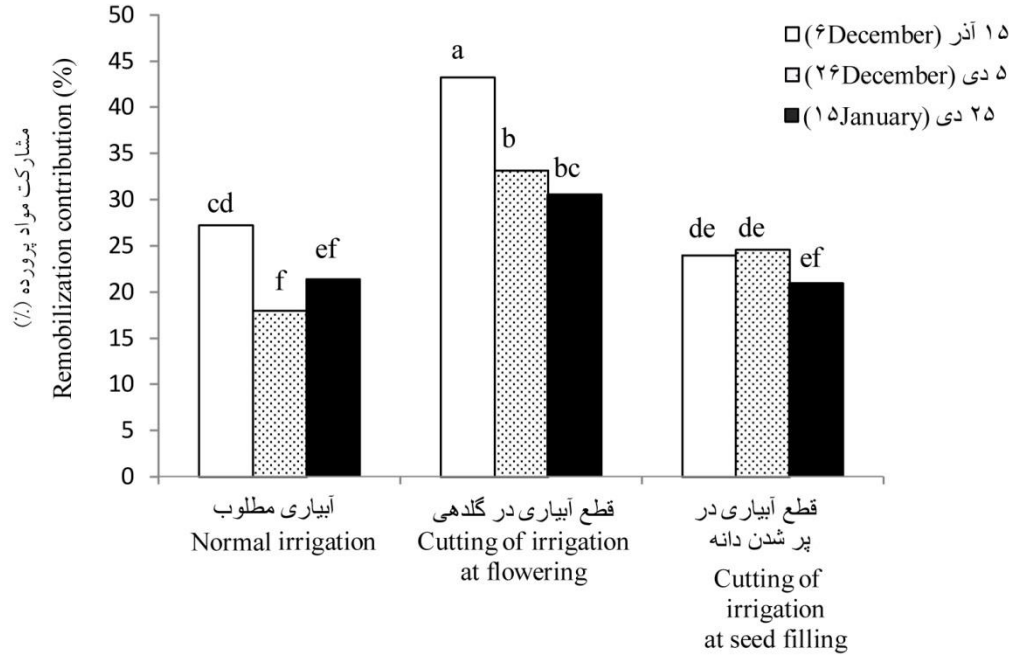
Fig. 1. Interaction effect of irrigation regime and planting date on safflower assimilate remobilization (Means with similar letters are not significantly different based on LSD test at 1% probability levels).



شکل ۲- بر همکنش اثرتاریخ کاشت و رقم بر انتقال مجدد مواد پرورده گلرنگ

(میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

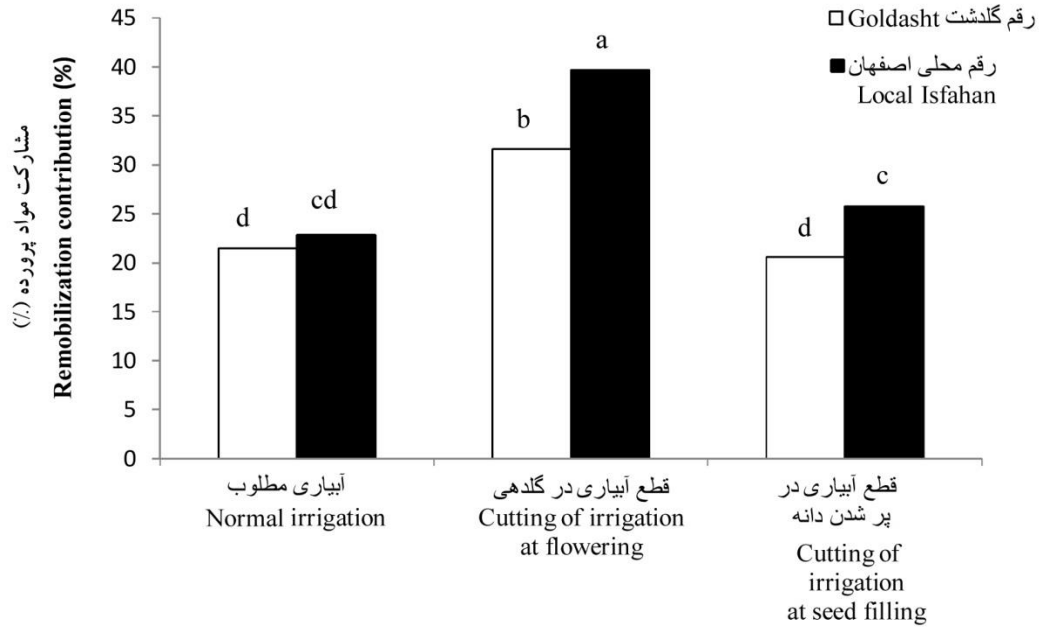
Fig. 2. Interaction effect of irrigation regime and cultivar on safflower assimilate remobilization (Means with similar letters are not significantly different based on LSD test at 1% probability levels).



شکل ۳- برهمکنش رژیم آبیاری و تاریخ کاشت بر مشارکت مواد پرورده گلرنگ

(میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

Fig. 3. Interaction effect of irrigation regime and planting date on safflower remobilization contribution (Means with similar letters are not significantly different based on LSD test at 1% probability levels).



شکل ۴- برهمکنش رژیم آبیاری و رقم بر مشارکت مواد پرورده گلرنگ

(میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

Fig. 4. Interaction effect of irrigation regime and cultivar on safflower remobilization contribution (Means with similar letters are not significantly different based on LSD test at 1% probability levels).

با توجه به این‌که قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه‌ها باعث کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش فتوسنتز می‌گردد، بنابراین نیاز مقصدی برای پرکردن دانه از طریق انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده تأمین می‌شود. در نتیجه این امر، انتقال مواد پرورده به‌منظور پرکردن دانه‌ها اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. مطابق با نتایج این پژوهش، ما و همکاران (۲۰۱۳) بر روی گندم و مادح خاکسار و همکاران (۲۰۱۵) بر روی ذرت دانه‌ای نیز بیان کردند که تنش آبی باعث افزایش کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده ذخایر از ساقه به دانه شد. اگرچه انتقال مجدد مواد فتوسنزی یک جز مهم عملکرد محسوب می‌شود، اما فتوسنتزی که در طول پرشدن دانه‌ها انجام می‌گیرد معمولاً مهم‌ترین مبدأ تشکیل‌دهنده وزن دانه و عملکرد دانه می‌باشد، زیرا اغلب مواد فتوسنتزی قبل از پرشدن دانه در رشد رویشی یا گلدهی مورد استفاده قرار می‌گیرد در حالی‌که در طول پرشدن دانه اغلب مواد فتوسنتزی به فرآیند پرشدن دانه اختصاص می‌یابد (۱۵). به نظر می‌رسد کارایی استفاده از ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های هوایی می‌تواند در ارتباط با ترکیبات مواد پرورده انتقال یافته و ساختار آن‌ها باشد. از طرفی محدودیت مقصد در استفاده از مواد پرورده وارد شده به آن‌ها می‌تواند بر میزان کارایی مقصد اثرگذار باشد.

به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد میزان انتقال مجدد مواد پرورده و مشارکت انتقال مجدد مواد پرورده در شرایط قطع آبیاری درگلدهی در تاریخ کاشت اول (۱۵ آذر) به‌ترتیب ۲۵/۷۲ و ۳۸/۰۸ درصد نسبت به شرایط آبیاری مطلوب افزایش داشت. هم‌چنین افزایش کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده در شرایط قطع آبیاری در پر شدن دانه در تاریخ کاشت سوم (۲۵ دی) در رقم محلی اصفهان ۳۴/۶۸ درصد نسبت به شرایط آبیاری مطلوب مشاهده شد. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، باقری‌کیا و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که پیری زودرس در اثر قطع آبیاری می‌تواند باعث افزایش انتقال مجدد مواد پرورده از ساقه شود. مدحج و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی شش ژنوتیپ گندم در دو تاریخ کاشت مناسب و تاخیری، افزایش ۲۴ درصدی کارایی توزیع مجدد ماده خشک را در شرایط گرمای انتهای فصل نسبت به شرایط بهینه گزارش کردند. سهم ذخایر ساقه در رشد دانه نیز در شرایط گرمای انتهای فصل در همه ژنوتیپ‌ها افزایش یافت، ولی این افزایش در ژنوتیپ‌های دیررس بیش‌تر بود که با نتایج این پژوهش مبنی بر افزایش ۱۶/۵۲ درصدی میزان انتقال مجدد مواد پرورده در رقم محلی اصفهان که نسبت به رقم گلدشت دیررس بود، در یک راستا بود.

تعداد طبق در بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار رژیم آبیاری، تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد طبق در بوته می‌باشد. هم‌چنین برهمکنش تنش آبیاری و تاریخ کاشت و برهمکنش تاریخ کاشت و رقم و هم‌چنین برهمکنش سه عامل در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار شدند (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد طبق تولید شده در گیاه مربوط به رقم محلی اصفهان در تیمار آبیاری مطلوب در تاریخ کاشت ۵ دی (تاریخ کاشت دوم) به میزان ۱۲/۶۶ عدد با ۲۰/۶۱ درصد افزایش نسبت تیمار قطع آبیاری در گلدهی بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که هر عاملی مانند آبیاری یا دوره رشد طولانی‌تر که فرصت رشد بیش‌تری در اختیار گیاه قرار دهد، موجب شکل‌گیری مکان‌های بالقوه بیش‌تری جهت تولید طبق در روی گیاه از طریق انشعابات جانبی خواهد شد. جان‌محمدی و همکاران (۲۰۱۷) و شیراسماعیلی و همکاران (۲۰۱۷) نیز در پژوهشی گزارش کردند که تنش کم‌آبی باعث کاهش در تعداد طبق در بوته گلرنگ می‌شود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. بر اساس نتایج

به‌دست آمده از پژوهش حاضر تاخیر در زمان کاشت باعث کاهش معنی‌دار در تعداد طبق در گیاه شد که این امر می‌تواند به دلیل کاهش دوره رویشی و مواجه شدن بوته و هم‌چنین شاخه‌های فرعی در مقابل دمای بالا باشد. در این راستا پاسبان اسلام (۲۰۱۸) نیز در بررسی‌های خود روی گلرنگ، روند کاهشی تعداد طبق در بوته را با تاخیر در تاریخ کاشت گزارش کردند که نتایج پژوهش حاضر نیز با یافته‌های ایشان مطابقت دارد. علت اثر منفی تاخیر تاریخ کاشت و تنش آبی در مرحله گلدهی بر تعداد طبق را می‌توان به کوتاه شدن دوره رشد و نبود شرایط مناسب جهت رشد و نمو برای گیاه دانست.

تعداد دانه در طبق: نتایج جدول تجزیه واریانس تعداد دانه در طبق در جدول ۲ نشان داد که اثر سه گانه رژیم آبیاری در تاریخ کاشت در رقم در سطح ۱ درصد دارای اختلاف آماری معنی‌داری می‌باشد. در این مطالعه رقم محلی اصفهان با میانگین ۷۲/۳۸ دانه در تاریخ کاشت اول (۱۵ آذر) با تیمار آبیاری مطلوب با ۳۶/۹۱ درصد افزایش نسبت به تیمار تنش آبیاری درگلدهی و ۸/۵۱ درصد افزایش نسبت به قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بیش‌ترین و رقم گلدشت با میانگین ۲۳/۲۵ دانه در تاریخ کاشت سوم و تیمار تنش آبیاری در مرحله گلدهی کم‌ترین میزان دانه در طبق را به خود اختصاص دادند که اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر داشتند (جدول ۳). این گونه افزایش‌های تعداد دانه در طبق در کاشت‌های زود هنگام را می‌توان به انجام گرده‌افشانی به موقع و کافی و طولانی بودن دوره رشد و پر شدن دانه نسبت داد از طرف دیگر تنش آبی باعث کاهش لقاح می‌گردد و هرچه زمان وقوع تنش آبی با مرحله گلدهی نزدیک‌تر باشد کاهش تعداد دانه در طبق بیش‌تر خواهد بود هم‌چنین وجود اختلاف ژنتیکی، قابلیت سازگاری با محیط و استفاده بهینه از شرایط مساعد محیطی می‌تواند دلیل خوبی برای واکنش متفاوت ارقام مختلف نسبت به تولید تعداد دانه در هر طبق باشد. بورتولهیرو و سیلوا (۲۰۱۷) گزارش نمودند که وجود عوامل محدودکننده فتوسنتز در طی دوره گلدهی باعث کاهش تعداد دانه در اندام زایشی می‌شود. کاهش جریان فرآورده‌های فتوسنتزی به تخمک‌های لقاح یافته در اواخر مرحله گلدهی که از نظر نیاز آبی بحرانی می‌باشد، باعث سقط جنین دانه‌ها و افت تعداد دانه در اندام زایشی می‌گردد. پاسبان اسلام (۲۰۱۸) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بهاره در تبریز به این نتیجه رسیدند که تعداد دانه در هر طبق به طور معنی‌داری در تاریخ کاشت دیرهنگام کاهش یافت که نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های ایشان مطابقت دارد.

وزن هزاردانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده رژیم آبیاری و رقم در سطح ۱ درصد، برهمکنش رژیم آبیاری و تاریخ کاشت و برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال ۱ درصد اختلافات معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است تیمار قطع آبیاری در گلدهی کم‌ترین وزن هزاردانه داشت که در این تیمار، تاریخ کاشت ۲۵ دی‌ماه (تاریخ کاشت سوم) با میانگین وزن هزاردانه ۲۲/۸۸ گرم با ۴۰/۶۴ درصد کاهش، کم‌ترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص داد ولی سایر رژیم‌های آبیاری از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. به نظر می‌رسد کاهش فتوسنتز و عدم توزیع مناسب مواد ذخیره‌ای، عوامل کاهش‌دهنده وزن هزاردانه در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی باشد که با نتایج فتحیان و احسان‌زاده (۲۰۱۳) مبنی بر این که تنش آبی در گلدهی گلرنگ موجب کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه می‌شود مطابقت دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی دو رقم گلرنگ در شرایط رژیم آبیاری و تاریخ کاشت.

Table 3. Mean comparison of plant traits in two safflower cultivars under irrigation regime conditions and planting date.

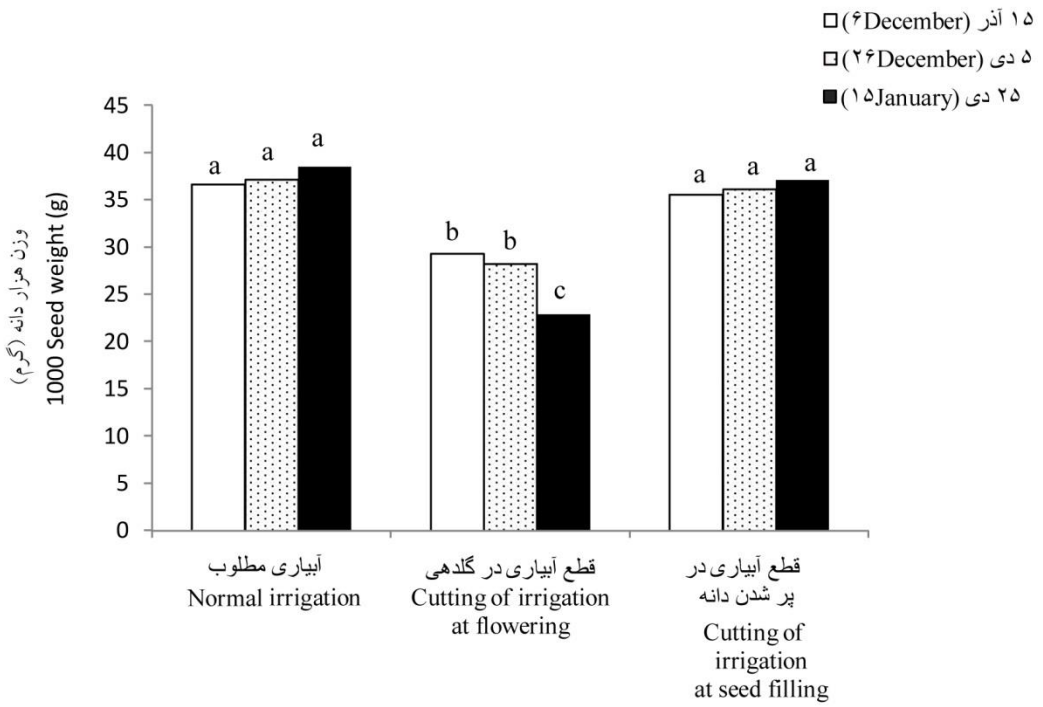
رژیم آبیاری Irrigation regime	تاریخ کاشت Planting date	ارقام cultivars	کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده (درصد) Remobilization efficiency (%)	تعداد طبق در بوته No. of Capitule per plant	تعداد دانه در طبق No. of Seed in capitule	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg . ha^{-1})
آبیاری مطلوب Normal irrigation	۱۵ آذر (6 Decdmber)	گلدشت (Goldasht)	25.43^{fg}	9.94^{e}	31.38^{hij}	1350^{e}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	35.02^{be}	11.27^{cd}	72.38^{a}	1390^{e}
	۵ دی (26 December)	گلدشت (Goldasht)	36.50^{ad}	9.88^{e}	38.88^{f}	1390^{e}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	17.80^{gh}	12.66^{a}	61.94^{bc}	1650^{a}
	۲۵ دی (15 January)	گلدشت (Goldasht)	13.21^{h}	11.33^{cd}	32.23^{ghi}	1370^{e}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	29.22^{def}	10.49^{de}	50.16^{d}	940^{g}
قطع آبیاری در گلدهی Cutting of irrigation at flowering	۱۵ آذر (6 Decdmber)	گلدشت (Goldasht)	39.51^{ab}	7.22^{gh}	36.88^{fg}	933.33^{g}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	41.90^{ab}	9.88^{e}	45.66^{de}	820^{h}
	۵ دی (26 December)	گلدشت (Goldasht)	36.15^{a-d}	7.50^{gh}	44.17^{e}	1070^{f}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	41.75^{ab}	10.05^{e}	35.05^{fgh}	786.66^{h}
	۲۵ دی (15 January)	گلدشت (Goldasht)	13.50^{h}	8.55^{f}	23.25^{k}	930^{g}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	37.93^{ad}	8.05^{fg}	33.44^{gh}	820^{h}
قطع آبیاری در پر شدن دانه Cutting of irrigation at seed filling	۱۵ آذر (6 Decdmber)	گلدشت (Goldasht)	27.28^{ef}	11.61^{bc}	26.94^{jk}	1580^{bc}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	36.18^{ad}	12.27^{ab}	66.22^{b}	1610^{ab}
	۵ دی (26 December)	گلدشت (Goldasht)	38.27^{abc}	11.38^{c}	27.60^{ijk}	1500^{d}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	26.18^{fg}	10.49^{de}	58.27^{c}	1080^{f}
	۲۵ دی (15 January)	گلدشت (Goldasht)	29.99^{ef}	7.72^{fgh}	33.33^{gh}	1540^{cd}
		محلی اصفهان (Local Isfahan)	44.74^{a}	6.99^{h}	49.33^{d}	1060^{f}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters based on LSD test showed no significant difference at 5% probability level.

برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر وزن هزاردانه در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. در این مطالعه رقم گلدشت در تاریخ کاشت ۱۵ آذر (تاریخ کاشت اول) و تاریخ کاشت ۵ دی ماه (تاریخ کاشت دوم) بدون داشتن اختلاف معنی‌دار با میانگین وزن هزاردانه ۴۴/۰۳ گرم بیش‌ترین وزن هزاردانه را داشتند که نسبت به رقم گلدشت در تاریخ کاشت سوم (۲۵ دی) ۱۱/۹۹ درصد افزایش داشت (شکل ۶). بیش‌تر بودن وزن هزاردانه در رقم گلدشت را می‌توان به کم‌تر بودن تعداد دانه در طبق این رقم نسبت داد که این امر منجر به اختصاص مواد فتوسنتزی بیش‌تر به تکدانه و در نتیجه باعث افزایش وزن هزاردانه شده است. تفاوت در طول دوره پر شدن دانه‌ها و هم‌چنین اختلافات ژنتیکی بین دو رقم نیز می‌تواند از عوامل ایجاد چنین تفاوت‌هایی بیان کرد. طهماسب‌پور و همکاران (۲۰۱۷) تفاوت در وزن هزاردانه در ارقام مختلف را به توانایی ارقام در انتقال بیش‌تر مواد به بذرها ربط دادند و بیان داشتند ارقامی که توانایی جذب بیش‌تر مواد غذایی را داشته باشند از وزن هزاردانه بیش‌تری برخوردار خواهند بود. گزارش شده است که با توجه به تمایل هر گیاه برای بقای نسل خود، در بین اجزاء عملکرد وزن هزاردانه معمولاً کم‌ترین تأثیر را در صورت برخورد گیاه با شرایط نامساعد محیطی خواهد داشت (شیراسماعیلی و همکاران، ۲۰۱۷) که با نتایج به‌دست آمده این پژوهش در مورد تأثیر کم‌تر تاریخ کاشت بر روی این صفت مطابقت دارد.

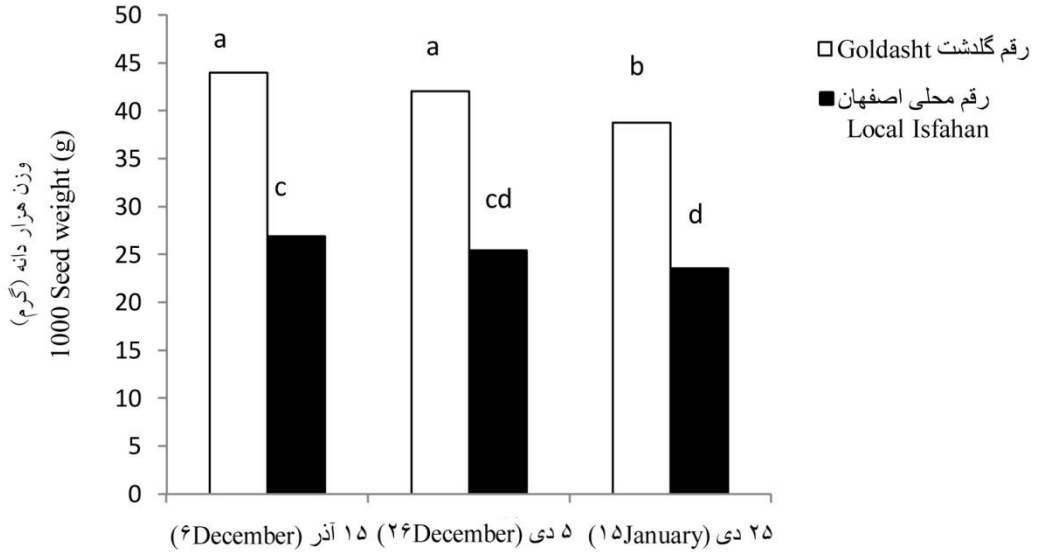
عملکرد دانه: نتایج جدول تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول ۲ نشان داد که اثر سه‌گانه رژیم آبیاری در تاریخ کاشت در رقم در سطح ۱ درصد دارای اختلاف آماری معنی‌داری می‌باشد. در مقایسات میانگین، بیش‌ترین عملکرد دانه با افزایش ۵۲/۳۲ درصد نسبت به تنش آبی در گلدهی مربوط به رقم محلی اصفهان در تیمار آبیاری مطلوب و تاریخ کاشت دوم (۵ دی)، با میانگین ۱۶۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم اصفهان در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی در تاریخ کاشت دوم (۵ دی) با عملکرد دانه ۷۸۶/۷ کیلوگرم در هکتار بود که با عملکرد همین رقم در دو تاریخ کاشت دیگر در همین تیمار آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد تنش آبی در مرحله گلدهی منجر به کوچک شدن سطح برگ، تسریع پیری، کاهش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول و کاهش طول دوره پر شدن دانه گردیده و در نتیجه تجمع ماده خشک و عملکرد دانه در این مرحله کاهش پیدا می‌کند. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش آبی توسط محتشمی و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.



شکل ۵- برهمکنش اثر رژیم آبیاری در تاریخ کاشت بر وزن هزاردانه گلرنگ

(میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

Fig. 5. Interaction effect of irrigation regime and planting date on 1000-seed weight
(Means with similar letters are not significantly different based on LSD test at 1% probability levels).



شکل ۶- برهمکنش اثر تاریخ کاشت در رقم بر وزن هزاردانه گلرنگ

(میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

Fig. 6. Interaction effect of planting date and cultivar on 1000-seed weight
(Means with similar letters are not significantly different based on LSD test at 1% probability levels).

هم‌چنین نتایج این پژوهش با مطالعه پاسبان اسلام (۲۰۱۸) و بهدانی و جامی‌الاحمدی (۲۰۱۱) مبنی بر وجود تفاوت‌های معنی‌دار عملکرد دانه در واحد سطح بین ژنوتیپ‌های گلرنگ در یک راستا بود. در این مطالعه در تاریخ کاشت سوم (۲۵ دی) کم‌ترین عملکرد نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر (۱۵ آذر و ۵ دی) در هر سه تیمار آبیاری مشاهده شد که می‌تواند به این دلیل باشد که تاریخ کاشت زودتر به گیاه امکان تولید اکثر اندام‌های زایشی را داده و گیاه به‌خاطر داشتن ذخیره غذایی کافی در مرحله رویشی اقدام به تولید اندام زایشی زیادتری می‌کند و هم‌چنین مقدار تشعشع جذب شده توسط گیاهان بیش‌تر است و باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود. در تاریخ کاشت سوم گیاه قبل از این‌که بتواند رشد رویشی کافی داشته باشد، تحت شرایط محیطی به‌خصوص درجه حرارت وارد فاز زایشی شده است بدون این‌که بتواند اجزای عملکرد (طبق در بوته و دانه در طبق) مناسبی را نسبت به تاریخ کاشت اول و دوم تولید نماید و در نتیجه عملکرد دانه آن کاهش یافته است. کاهش عملکرد دانه در اثر تاخیر در کاشت توسط صف‌آرا و همکاران (۲۰۱۶) و مرادبیگی و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج آزمایش نشان داد که صفات اندازه‌گیری شده به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر رژیم آبیاری، تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت. قطع آبیاری در گلدهی باعث کاهش تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه و عملکرد دانه ارقام گلرنگ به‌ترتیب به‌میزان ۲۱/۸۶، ۲۳/۸۷، ۲۸/۳۷ و ۳۳/۷۴ درصد نسبت به آبیاری مطلوب شد. میزان انتقال مجدد مواد پرورده، مشارکت مواد پرورده و کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده در شرایط قطع آبیاری در گلدهی به‌ترتیب ۳۰/۴۴، ۳۷/۸۱ و۲۵/۳۷ درصد نسبت به شرایط آبیاری مطلوب افزایش داشت. هم‌چنین تاریخ کاشت تاخیری سوم (۲۵ دی) باعث کاهش انتقال مجدد مواد پرورده (۴۴/۱۷ درصد)، مشارکت مواد پرورده (۲۲/۷۲ درصد)، کارآیی انتقال مجدد مواد پرورده (۱۷/۸۸ درصد)، تعداد طبق در بوته (۱۴/۵۷ درصد)، تعداد دانه در طبق (۲۰/۶۵ درصد) و عملکرد دانه (۱۳/۳۱ درصد) گردید. افزایش میزان انتقال مجدد در شرایط تنش آبی در پر شدن دانه (یک دور آبیاری کم‌تر) باعث جبران کاهش عملکرد در شرایط دمایی آخر فصل شد و در نهایت بیش‌ترین میانگین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت دوم (۵ دی) در تیمار آبیاری مطلوب به‌میزان ۱۶۵۰ کیلوگرم در هکتار بدون اختلاف معنی داری با تاریخ کاشت اول (۱۵ آذر) در تیمار قطع آبیاری در پر شدن دانه بود که نسبت به تیمار قطع آبیاری در گلدهی، ۵۲ درصد افزایش داشته است. بنابراین با انتخاب تاریخ کاشت مناسب (۵ دی) مبدأ قوی‌تری از مواد فتوسنتزی شکل گرفته تا در شرایط تنش انتهای فصل که در جنوب استان فارس معمول است انتقال مجدد مواد پرورده بتواند نقش بیش‌تری در جهت بهبود عملکرد دانه ایفا کند.

منابع

1.Asghari, B. and Gharibi Asl, S. 2016. The oil and protein content of Isfahan's safflower in different periods of irrigation, levels of humic acid and superabsorbent. International, J. Life Sci. Pharma Res. 1: 56-63.

2.Bagherikia, S., Pahlevani, M.H., Yamchi, A., Zenalinezhad, K. and Mostafaie, A.2016. Molecular and physiological analysis of flag leaf senescence and remobilization of assimilates in bread wheat under terminal drought stress. J. Agric. Biotechnol. 4: 1-15.

3.Bahrani, A., Heidari Sharif Abad, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Moafpourian, G.H. and Ayneh Band, A. 2011. Remobilization of dry matter in wheat: effects of nitrogen application and post-anthesis water deficit during grain filling, New Zealand J. Crop Hort. 39: 4: 279-293.

4.Blum, A. 2005. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. Euph. 100: 77-83.

5.Blum, A. 2011. Plant breeding for water-limited environments. Springer Verlag. 228p.

6.Bortolheiro, F.P.A.P. and Silva, M.A. 2017. Physiological response and productivity of safflower lines under water deficit and rehydration. Ann. Brazilian Aca Sci. 89: 4. 3051-3066.

7.Daneshmand, A.R., Shirani Rad, A.H. and Ardakani, M.R. 2006. Evaluation of water deficit stress on tolerance of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes. J. Agric. Sci. 1: 48-60.

8.Dastoor, A., Asghari, R. and Shahbazi, H. 2014. Evaluation of wheat non stress and post anthesis drought stress conditions. J. Agroecol. 3: 561-570. (In Persian with English abstract)

9.Fathiyan, Sh. and Ehsanzadeh, P. 2013. Relation between some physiological traits with yield in spring safflower in two irrigation regime. Iranian J. Crops Sci. 43: 4. 649-659.

10.Ferasat, M., Sajedi, N.A. and Mirzakhani, M. 2012. Effects of Drought Stress on Yield and Yield Components in Safflower Genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). Iranian J. Field Crops Res. 10: 2. 346-353. (In Persian with English Summary)

11.Flemmer, A.C., Franchini, M.C. and Lindstrom, L.I. 2015. Description of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) phonological growth stages according to the extended BBCH scale. Ann. App. Bioi. 166: 331-339.

12.Hussain, M.I., Dionyssia-Angeliki, L., Farooq, M., Nikoloudakis, N. and Khalid, N. 2015. Salt and drought stresses in safflower: a review. Agric. Sust. Dev. 36: 1-31.

13.Janmohammadi, M., Mohammadi, N., Shekari, F., Abbasi, A. and Esmailpour, M. 2017. The effects of silicon and titanium on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) growth under moisture deficit condition. Acta Agric. Slovenica. 2: 443-455.

14.Khichar, M.L. and Niwas, R. 2006. Microclimatic profiles under different sowing environments in wheat. J. Agron. 8: 201-209.

15.Koocheki, A.R. and Sarmadnia, G. 2013. Crop Plants Physiology. Jahadeh Daneshgahi Publisher, Mashhad. (In Persian)

16.Lovelli, S., Perniola, M., Ferrara, A. and Di Tommaso, T. 2007. Yield response factor to water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. Agric. Water Manage. 92: 73-80.

17.Ma, J., Huang, G.B., Yang, D.L. and Chai, Q. 2013. Dry matter remobilization and compensatory effects in various internodes of spring wheat under water stress. J. Crop Sci. 54: 331-339.

18.Madh Khaksar, A., Naderi, A., Mirror, A. and Lak, Sh. 2015. Interaction of irrigation and water disruption on the distribution of storage materials, current photosynthesis and its relationship with corn yield. J. Plant Phys. 25: 1993-1995.

19.Modhej, A., Emam, Y. and Ayenehband, A. 2011. Effect of nitrogen levels on source restriction and the pattem of assimilate redistribution to grains in

wheat genotypes under post-anthesis heat stress conditions. Iranian, J. Field Crops Res. 9(3): 474-485. (In Persian with English abstract)

20. Mohtashami, F., Tadayon, M.R. and Roshandel, R. 2018. Evaluation of the effect of deficit irrigation regimes on grain yield and yield components of safflower genotypes. J. Agric. Crops Prod. 2: 547-561.
21. Moradbeigi, L., Gholami, A., Shirani Rad, A.H., Abbasdokht, H. and Asghari, H.R. 2019. Effect of Drought Stress and Delay Cultivation on Grain Yield, Oil Yield and Fatty Acids Composition in Canola. J. Agric. Sci. Sust. Prod. 2: 136-151.
22. Papakosta, D.K. and Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. J. Agric. 83: 864-870.
23. Pasban Eslam, B. 2018. Effect of Planting Date on Reducing Growth Period of Spring Safflower Cultivars in Tabriz Cold and Semi-arid Climate. Iranian J. Field Crops Res. 4: 851-860.
24. Rezaei Marda'ali, M., Eyvazi, A., Mohammadi, S. and Shiralizadeh, S. 2013. Effect of drought stress on transfer of dry matter and grain yield of winter wheat genotypes. Iranian J. Crop Sci. 3: 272-262.
25. Safara, N., Moradi Telavat, M.R., Siadat, S.A., Koochakzadeh, A. and Mousavi, S.H. 2016. Effect of Sowing Date and Sulfur on Yield, Oil Content and Grain Nitrogen of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Autumn Cultivation. Iranian, J. Field Crops Res. 3: 438-448.
26. Sampaio, M.C., Santos, R.F., Bassegio, D., de Vasconselos, E.S., Silva, M.A., Secco, D. and Silva, T.R.B. 2016. Fertilizer improves seed and oil yield of safflower undertropical conditions. Indian Crops Pro. 94: 589-595.923.
27. Shiresmaeili, G., Maghsoudimood, A. A., Khajoueinezhad, G. and Abdolshahi, R. 2017. Effect of irrigation cut treatment on yield and yield components of ten safflower cultivars in spring and summer crops. Appl. Res. Field Crop. 30: 3. 1-17. (In Persian with English Summary)
28. Talebzadeh, S.J., Hadi, H., Amirnia, R., Tajbakhsh Shishavan, M. and Rezaei Moradali, M. 2017. Evaluation of sink limitation and assimilates distribution of wheat genotypes under terminal drought stress. J. Agric. Crops Prod. 3: 717-731.
29. Zhang, J., Chen, W., Dell, B., Vergauwen, R., Zhang, X., Mayer, J.E. and Van den Ende, W. 2015. Wheat genotypic variation in dynamic fluxes of WSC components in different stem segments under drought during grain filling. Front. Plant Sci. 6: 1-11.