Archive of SID

تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۰، ص ۱۶۲-۱۵۱

اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کنجد

الهه کلانتری[۱]، محمد آرمین[۲*]، حمید مروی[۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

* مسئول مکاتبه: Armin@iaus.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶ **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.262665.1073**

چکیده

به منظور بررسی تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژیکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کنجد، آزمایشی به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه شخصی واقع در منطقه میامی (شهرستان شاهرود، استان سمنان) انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی زمان اعمال تنش خشکی (در مراحل رویشی، گلدهی و رشد دانه) به عنوان فاکتور اصلی و سه رقم کنجد (داراب، اولتان و دشتستان) به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد بیشترین (۵۱۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۴۵۶ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به ترتیب در زمان قطع آب در مرحله رشد دانه و رویشی مشاهده شد. در تمامی ویژگی‌های مورد ارزیابی به جز تعداد دانه در کپسول، بین ارقام مختلف کنجد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری‌که رقم اولتان نسبت به ارقام داراب و دشتستان بالاترین عملکرد دانه (۵۹۴ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۱۴۶ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. با این‌حال، رقم داراب در زمان قطع آب در مرحله‌ی رشد دانه، بیشترین عملکرد دانه (۷۱۹ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۲۰۷ کیلوگرم در هکتار) را داشت، در حالی‌که رقم دشتستان در همین شرایط کمترین عملکرد دانه (۲۵۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۵۷ کیلوگرم در هکتار) را نشان داد. در مجموع نتایج نشان داد که رقم اولتان مقاومت نسبی بالاتری را نسبت به تنش در مراحل مختلف دارد لذا این رقم برای منطقه محل آزمایش و شرایط مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، درصد روغن، رقم، گیاهان روغنی، مرحله فنولوژی

مقدمه

دانه‌های روغنی از نظر تأمین کالری و انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند، به‌طوری‌که امروزه دانه‌های روغنی پس از غلات به‌عنوان دومین منبع مهم تأمین انرژی مورد نیاز در تغذیه به شمار می‌روند (Zafar *et al.*, 2019). نیاز سالانه کشور به روغن خام یک میلیون و ۶۰۰ هزار تن برآورد شده است که در سال ۱۳۹۷ یک میلیون و ۲۵۰ هزارتن آن ار خارج وارد شده است (Anonymous, 2021). کنجد از جمله گیاهان روغنی می‌باشد که به دلیل محتوای بالای روغن (۵۲-۴۷ درصد)، کیفیت مناسب، میزان کم کلسترول و وجود برخی آنتی‌اکسیدان‌ها در روغن آن نقش مهمی در سلامت انسان دارد (Gunstone, 2011). طبق آمار جهانی فائو، در سال ۲۰۱۸، سطح زیر کشت این گیاه در ایران ۴۲۰۰۰ هکتار، میانگین عملکرد حدود ۵۸۳ کیلوگرم در هکتار و میزان تولید حدود ۲۹۰۰۰ تن بوده است (Anonymous, 2020).

عملکرد دانه‌های روغنی مانند سایر محصولات زراعی تحت تنش‌های محیطی قرار می‌گیرد. چنانچه تنش‌های محیطی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده‌ی عملکرد گیاهان زراعی در سطح جهان حادث نمی‌شدند، عملکرد واقعی گیاهان زراعی با عملکردهای بالقوه گیاهان برابر می‌بود درحالی‌که در بسیاری از گیاهان زراعی، میانگین عملکرد آن‌ها کمتر از ۲۰-۱۰ درصد پتانسیل عملکرد آن‌ها می‌باشد (Ebrahimian *et al.*, 2019). وقوع تنش خشکی در برخی مراحل رشد گیاه می‌تواند خسارت جبران‌ناپذیری بر عملکرد وارد سازد. از این‌رو شناخت مراحل حساس به خشکی در گیاهان و تأمین به‌موقع نیاز آن‌ها بسیار ضروری می‌باشد (Sallam *et al.*, 2019). اعتقاد بر این است که خسارت وارده به عملکرد گیاهان زراعی ناشی از محدودیت آبی، بستگی زیادی به زمان بروز تنش خشکی دارد (Pessarakli, 2019). محدودیت آبی در زمان گل‌دهی و پر شدن دانه در دو مرحله اساسی تکامل دانه شامل مرحله‌ی تقسیمات سلولی و

www.SID.ir

Archive of SID

انتقال مواد فتوسنتزی به دانه را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. بروز تنش آبی طی مراحل مختلف نموی مخصوصاً مرحله‌ی زایشی باعث کاهش طول دوره‌ی فتوسنتزی، انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه و کاهش عملکرد دانه می‌شود (Jia *et al.*, 2019). بسیاری از محققین معتقدند که طویل شدن برگ و ساقه، حساس‌ترین فرآیند گیاه در تنش کمبود آب در طی دوره‌ی رویشی است. به‌طوری‌که تنش آبی به‌طور مؤثری باعث کاهش رشد از طریق کاهش فشار تورژسانس می‌شود (Jaleel *et al.*, 2008). هم‌چنین تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در مراحل اولیه تنش می‌شود که پیامد آن کم شدن ذخیره کربن و کاهش رشد می‌باشد (Chaves *et al.*, 2002). مشخص شده است که تنش خشکی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود که هرچه اعمال تنش به انتهای فصل رشد نزدیک‌تر باشد تأثیر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد (Timachi *et al.*, 2020).

مطالعه انجام شده توسط رضوانی و همکاران (Rezvani *et al.*, 2005) مؤید این است که افزایش دفعات آبیاری در کنجد منجر به افزایش عملکرد دانه شد و با افزایش آب در دسترس این گیاه تعداد شاخه‌های فرعی و کپسول که به عنوان مهم‌ترین صفات در افزایش عملکرد این گیاه ذکر شده افزایش یافت. گلستانی و پاک‌نیت (Golestani and Pakniat, 2007) با بررسی اثر تنش خشکی بر ده رقم کنجد مشاهده کردند که با افزایش تنش خشکی کاهش معنی‌داری در عملکرد و اجزای عملکرد مانند تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه مشاهده گردید. در بررسی اثر تنش خشکی بر رشد و خصوصیات مرتبط با عملکرد در کنجد نشان داده شده است که تنش خشکی در مرحله گلدهی تأثیر قابل توجهی بر ارتفاع بوته، اندازه کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته و وزن خشک ریشه داشته است (Sun *et al.*, 2010).

در برخی مطالعات گزارش شده است که عملکرد کنجد تحت تأثیر آبیاری قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که طی پژوهشی منسا و همکاران (Mensah *et al.*, 2006) نشان دادند که محدودیت آب منجر به کاهش رشد و عملکرد کنجد می‌شود. نتایج مطالعه یوکان و همکاران (Uçan *et al.*, 2007) نشان داد که در سطوح متوسط تنش (یک بار آبیاری در هفته)، اجزای رویشی کنجد کاهش می‌یابند و عملکرد دانه و اجزای آن تنها در شرایط خشکی شدید (یک بار آبیاری در دو هفته) از خود واکنش نشان داد.

فرومد یکی از روستاهای شهرستان شاهرود می‌باشد که دارای آب و هوای خشک و نیمه‌خشک است. پایین بودن مقدار بارندگی سالیانه (کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در سال) در مقایسه با کل کشور سبب شده است که کشت گیاهان زراعی وابسته به آب‌های زیرزمینی یا قنات باشد. با این وجود کشاورزی شغل اصلی ساکنان این بخش می‌باشد. عملکرد و کیفیت کنجد تحت تأثیر شرایط محیطی نظیر دما، رطوبت نسبی، بارندگی و رطوبت خاک قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت بالای کنجد، این پژوهش با هدف ارزیابی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کنجد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه شخصی در سال زراعی ۹۵-۹۴ در منطقه میامی واقع در ۱۹۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان شاهرود اجرا شد. این مزرعه در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۱ دقیقه و ۹۳ ثانیه و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۴۴ دقیقه و ۲۲۳ ثانیه در ارتفاع ۱۲۵۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. آزمایش به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای موردبررسی زمان قطع آبیاری (مرحله رویشی، گلدهی و دانه‌بندی) به عنوان فاکتور اصلی و ارقام (داراب، دشتستان و اولتان) به عنوان فاکتور فرعی بودند. جهت اعمال تنش در هر مرحله، آبیاری در مرحله نموی مورد نظر قطع و شروع مجدد آبیاری بعد از مشاهده پیچیدگی جوان‌ترین برگ‌ها، به عنوان علامت تنش انجام شد (Abedi *et al.*, 2011). تعیین مراحل نموی در کنجد در زمان رویشی بر اساس داشتن ۶-۴ برگ حقیقی در ۵۰ درصد کرت‌های آزمایش و در مراحل گلدهی و دانه‌بندی بر اساس مشاهده ۵۰ درصد گلدهی و مشاهده کپسول در ۵۰٪ بوته‌ها بود. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری ۱۰ نمونه گرفته و با هم مخلوط گردید. همچنین نمونه آب از محل خروجی آب چاه به داخل استخر تهیه و تجزیه‌های لازم فیزیکی و شیمیایی بر اساس روش‌های متداول انجام شد. نیازهای کودی خاک مطابق نتایج آزمون خاک (جدول ۱) از منبع کود اوره به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تأمین گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1- Physical and chemical analysis of the field soil

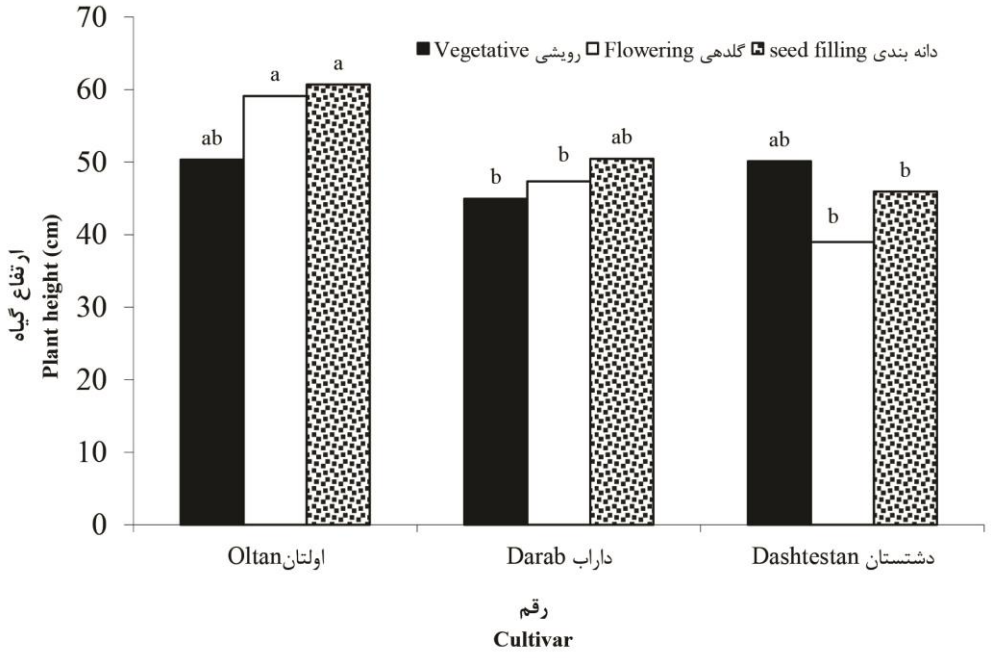
عمق Depth (cm)	ماده آلی Organic matter (%)	EC (dS/m)	$pH_{(1:5)}$	نیتروژن N (%)	پتاسیم K (mg/kg)	فسفر P (mg/kg)	بافت Texture	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)
0-30	0.19	0.72	7.2	0.02	284	10	Loam	46	20	34

هر کرت فرعی شامل ۴ خط کشت با فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر بود. پنج گرم از هر بذر با مقداری ماسه مخلوط و بذرها در عمق ۲-۳ سانتی‌متری در وسط پشته‌ها در تاریخ پانزدهم خرداد کشت شدند. در زمان ۶ تا ۷ برگی شدن گیاه اقدام به وجین علف هرز و تنک بوته‌ها با فاصله ۱۰ سانتیمتر روی ردیف گردید. سایر عملیات زراعی متناسب با نیاز گیاه انجام گرفت. به منظور بررسی خصوصیات رشدی کنجد تعداد ۱۰ بوته در هر پلات به‌طور تصادفی انتخاب و در آن تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. درصد روغن به روش سوکسله تعیین شد. جهت تعیین عملکرد دانه، نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف به عنوان حاشیه حذف و دو ردیف وسط در سطحی معادل سه مترمربع برداشت گردید. هم‌چنین عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS انجام شد و جداول و نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای Word و Excel ترسیم گردید. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان قطع آبیاری بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نبود اما اثر رقم و اثر متقابل رقم و قطع آبیاری اثر معنی‌داری بر ارتفاع نهایی گیاه داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین ارتفاع بوته به رقم اولتان و تیمار قطع آبیاری در مرحله رشد دانه (۶۰/۷۱ سانتی‌متر) و کمترین آن با میانگین ۳۹ سانتی‌متر، مربوط به رقم دشتستان در مرحله‌ی قطع آبیاری در گلدهی بود. در هر دو رقم اولتان و داراب تأخیر در اعمال تنش خشکی سبب افزایش ارتفاع نهایی گیاه شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر متقابل زمان قطع آبیاری و نوع رقم بر ارتفاع گیاه

Figure 1- Interaction of irrigation cut-off time and cultivar type on plant height

www.SID.ir

Archive of SID

به عبارت دیگر تنش خشکی در اول فصل رشد سبب کاهش بیشتری در ارتفاع نهایی در مقایسه با اعمال تنش در اواخر فصل رشد شد در حالی‌که رقم دشتستان واکنش متفاوتی را نشان داد و تأخیر در اعمال تنش خشکی سبب کاهش بیشتر ارتفاع در مقایسه با اعمال تنش در مرحله رویشی شد (شکل ۱). به نظر می‌رسد این واکنش متفاوت در این رقم به این دلیل باشد که مراحل گلدهی و رسیدگی در این رقم با تنش گرمایی نیز مواجه شده است که این امر کاهش ارتفاع را در پی داشته است.

با وجود اینکه ارتفاع بوته بیشتر تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه است، اما به نظر می‌رسد که تنش خشکی باعث ایجاد رقابت بیش از حد بین بوته‌ها برای به دست آوردن آب می‌شود که این امر در نهایت منجر به کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و کوتاهی گیاه می‌شود (Paknejad *et al.*, 2007). بنا به عقیده پاسبان اسلام (Pasban Eslam, 2017) بیشتر بودن این صفت (ارتفاع گیاه) در یک رقم نشانگر طولانی‌تر بودن دوره رشد آن نسبت به دیگر ارقام می‌باشد. پاسخ متفاوت ژنوتیپ ها به مرحله تنش خشکی به تفاوت‌های ژن‌های دخیل در بروز تحمل و اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط نیز نسبت داده شده است (Afshari *et al.*, 2015).

به‌طوری‌که بر اساس تحقیقات شاکری و همکاران (Shakeri *et al.*, 2012) اختلاف ارتفاع بوته می‌تواند مربوط به توانایی ژنوتیپ‌های مختلف در استفاده از شرایط مختلف محیطی باشد. مطالعات هایلو و همکاران (Hailu *et al.*, 2018) بر گیاه کنجد نشان داد که با کاهش میزان آب آبیاری بعد از مرحله گلدهی، ارتفاع گیاه کاهش یافت.

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن

Table 2- Source of variation, degree of freedom and mean of squares for Plant height, lateral branch, capsules per plant, seed in capsules, 1000 seed weight, seed yield, oil percent and oil yield.

منابع تغییر		میانگین مربعات Mean of squares							
S.O.V	درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه جانبی Lateral branch	کپسول در بوته Capsules per plant	دانه در کپسول Seeds in capsules	وزن هزار دانه Seed weight	عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن Oil yield
تکرار Replication	2	19796 ns	46.8 ns	23.1 ns	64.0 ns	0.029 ns	111025 ns	4.98 ns	1141 ns
زمان اعمال تنش (A) Time of stress (A)	2	4671 ns	93.6**	251**	650**	1.33 ns	9478 **	11.5 ns	634 ns
خطای a Ea	4	1232	19.2	8.81	24.6	0.21	61258	16.28	4574
رقم (B) Cultivar (B)	2	33448**	170**	489 **	69.1 ns	0.25*	1320236**	60.6**	8075**
A*B	4	8507 **	2.64 ns	20.5 ns	12.1 ns	0.12 ns	86876**	10.9 ns	6510**
خطای b Eb	14	1366	5.79	16.1	23.3	0.40	851	7.62	464
ضریب تغییرات CV (%)		7.43	21.17	14.89	8.08	12.45	6.07	10.3	16.8

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار

*,** and ns are significant at 5% and 1% probability levels and non-significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد شاخه جانبی

تعداد شاخه جانبی تحت تأثیر زمان قطع آبیاری و رقم قرار گرفت اما اثر متقابل رقم و زمان قطع آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه جانبی نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در بین ارقام مختلف کنجد بیشترین تعداد شاخه-های جانبی متعلق به رقم اولتان با (۱۶/۳۳) بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با دو رقم دیگر (داراب و دشتستان) نشان داد، بطوری‌که ارقام دشتستان و داراب به ترتیب دارای ۹/۵۵ و ۸/۲۲ تعداد شاخه جانبی بودند (جدول ۳). شاخه‌دهی زیاد تحت شرایط تنش خشکی یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید زیرا باعث مصرف بیهوده‌ی رطوبت خاک و اتلاف آن می‌گردد؛ بنابراین کاهش تعداد و طول شاخه‌های جانبی را شاید بتوان به عنوان یک مکانیسم سازگاری برای رقم داراب در نظر گرفت که نسبت به دو رقم اولتان و دشتستان تعداد شاخه جانبی کمتری دارد.

با این‌حال اغلب محققان در مورد ژنتیکی بودن این صفت اتفاق نظر دارند و آن را متأثر از ژنوتیپ می‌دانند (Esendal *et al.*, 2008).

جدول ۳- اثر زمان اعمال تنش خشکی و نوع رقم بر تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول، وزن هزار دانه و درصد روغن
Table 3- The effect of irrigation cut-off time and cultivar type on lateral branch, capsules per plant, seed in capsules, 1000 seed weight and oil percent.

تیمار Treatment	تعداد شاخه جانبی Lateral branch	تعداد کپسول در بوته Capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Seeds in capsules	وزن هزار دانه Seed weight (g)	درصد روغن Oil percent
زمان قطع آبیاری Irrigation cut-off time					
رویشی Vegetative	13.2 a	29.6 a	50.7 b	1.18 a	24.7 a
گلدهی Flowering	8.22 b	20.8 a	67.5 a	1.86 a	27.9 a
دانه بندی Seed filling	14.7 a	30.4 a	61.4 ab	1.82 a	25.7 a
نوع رقم Cultivar type					
اولتان Oltan	16.4 a	35.4 a	60.4 a	1.56 ab	26.1 a
داراب Darab	8.22 b	25.7 a	62.3 a	1.81 a	29.6 a
دشتستان Dashtestan	9.55 b	28.3 b	56.8 a	1.49 b	24.5 b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند (دانکن α=۰/۰۵)

Mean values with common letters in each column have not statistically significant (Duncan, α=0.05).

تعداد کپسول در بوته

تعداد کپسول در بوته تحت تأثیر زمان قطع آبیاری و رقم قرار گرفت اما اثر متقابل رقم و زمان قطع آبیاری اثر معنی داری بر تعداد کپسول در بوته نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین تعداد کپسول در بوته مربوط به قطع آب در مرحله‌ی رشد دانه با میانگین ۳۰/۳۶ عدد می‌باشد که البته تفاوت معنی‌داری با تیمار قطع آب در مرحله رویشی (۲۹/۵۶ عدد) نشان نداد (جدول ۳). این در حالی است که حداقل تعداد کپسول در بوته در مرحله قطع آب در مرحله‌ی گلدهی و به میزان ۲۰/۸۲ عدد به دست آمد. اعتقاد بر این است که در محصولاتی با سیستم رشد نامحدود نظیر سویا و کنجد بروز تنش خشکی در طی مدت زمان گلدهی بحرانی بوده و بروز خشکی توأم با درجه حرارت بالا موجب بحرانی‌تر کردن شرایط به‌خصوص در زمان گلدهی می‌شود (Gunstone, 2011). گزارش شده است که آغاز گلدهی حساس‌ترین مرحله رشد گیاه کنجد به تنش خشکی محسوب شده و اثرات تنش خشکی آبی بر پارامترهای مختلف رشد گیاه کنجد با افزایش شدت تنش تشدید می‌شود (Kuol, 2004). منسا و همکاران (Mensah *et al.*, 2006) مشاهده کردند که با افزایش فواصل آبیاری در گیاه کنجد، تعداد کپسول در بوته به‌طور معنی‌داری کاهش یافت،

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در بین ارقام مختلف کنجد بیشترین تعداد کپسول در بوته مربوط به رقم اولتان (۳۵/۴۴ کپسول) بود که اختلاف آماری معنی‌داری با دو رقم دیگر (داراب و دشتستان) نشان داد. به نظر می‌رسد رقم اولتان به تنش خشکی مقاومت بیشتری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی داشته است که این مقاومت بیشتر سبب شده است که ارتفاع و تعداد شاخه جانبی بیشتری در این رقم تولید شود که در نتیجه سبب افزایش تعداد کپسول در بوته شده است. در تحقیقات مشابهی شکوه‌فر و یعقوبی‌نژاد (Shokoohfar and Yaghoubi Nejad, 2013) نشان دادند که اثر تنش خشکی و اثر رقم در تعداد کپسول در بوته بین ۵ رقم کنجد (داراب ۱۴، TS-3، یلووایت، پاناما و ورامین ۲۸۲۲) اختلاف آماری معنی‌داری با هم داشتند. به‌طوری‌که رقم TS-3 با میانگین ۶۷/۷۴۷ و ۳۷/۵۸۳ کپسول در بوته به ترتیب در شرایط مطلوب و تنش بیشترین تعداد کپسول در بوته را در بین سایر ارقام داشت. رقم پاناما، ورامین ۲۸۲۲ و یلووایت به ترتیب بعد از رقم TS-3 قرار گرفته و داراب ۱۴ نیز کمترین تعداد کپسول در بوته را به خود اختصاص داد.

تعداد دانه در کپسول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان قطع آبیاری بر تعداد دانه در کپسول معنی‌دار بود اما اثر رقم و اثر متقابل رقم و قطع آبیاری بر تعداد دانه در کپسول معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد کمترین تعداد دانه در کپسول در قطع آبیاری در مرحله رویشی و به میزان ۵۰/۶۶ عدد مشاهده شد. این در حالی است که بیشترین تعداد دانه در کپسول مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی (۶۷/۴۶) بود که البته تفاوت معنی‌داری با تیمار اعمال تنش در مرحله رشد دانه (۶۱/۳۵ عدد) نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد کم بودن تعداد دانه در کپسول در مرحله گلدهی به این دلیل باشد که چون گیاه از ابتدای رشد رویشی با تنش کم‌آبی مواجه شده است، لذا مکانیسم خودتنظیمی گیاه بر پایه‌ی تعداد محدودی دانه در کپسول بنا شده است، لذا گیاه در ادامه‌ی رشد توانایی پر کردن این دانه‌ها را دارا می‌باشد (Ahmadi and Bahrani, 2009). بیشتر بودن تعداد دانه در کپسول در قطع آبیاری در مرحله‌ی گلدهی می‌تواند به این دلیل باشد که قبل از اعمال تنش خشکی آغازی‌های تولید کپسول در هر گیاه تولید شده است و اعمال تنش خشکی در مرحله گلدهی به دلیل حساسیت شدید این مرحله از رشد به تنش خشکی سبب عدم تشکیل یا ریزش کپسول‌های تولیدی در گیاه شده است که این امر سبب شده است فراهمی بیشتری از مواد فتوسنتزی برای هر کپسول فراهم شود و لذا تعداد دانه بیشتری در هر کپسول تولید شده است. مطابق با این نتایج گزارش شده است که حذف آبیاری در مرحله دانه‌بندی سبب ریزش برخی از کپسول‌ها بخصوص کپسول‌های تشکیل شده بر روی شاخه‌های فرعی می‌گردد که این امر سبب کاهش تعداد کپسول در بوته می‌شود (Aien, 2013). از سوی دیگر، از آنجا که مواد غذایی به‌صورت محلول در آب جذب گیاه می‌شوند، بنابراین محدودیت در منابع آبی منجر به محدودیت در کلیه منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کم کردن رشد رویشی و اتمام زودهنگام مرحله رویشی و شروع مرحله زایشی می‌گردد (Naghavi and Khalili, 2017). این موضوع را میترا (Mitra, 2001) با عنوان فرار از خشکی تفسیر کرده و بیان می‌کند این مکانیسم شامل نمو فیزیولوژیکی سریع (گل‌دهی و رسیدگی زودهنگام)، انعطاف‌پذیری نموی و انتقال مجدد آسیمیلات‌های ذخیره شده قبل از گل‌دهی به دانه می‌باشد. نمو فنولوژیکی مناسب پدیده‌ای است که اثر غالب روی سازش گیاه به محیط اطراف برای حداکثر تولید دارد.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد وزن هزار دانه تحت تأثیر رقم قرار گرفت اما اثر زمان قطع آبیاری و اثر متقابل رقم و زمان قطع آبیاری اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه نداشت (جدول ۲). همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، رقم داراب از لحاظ وزن هزار دانه (۱/۸۱ گرم) نسبت به دو رقم دیگر برتر بود ولی اختلاف آن با رقم اولتان (۱/۵۶ گرم) معنی‌دار نبود. درحالی‌که حداقل وزن هزار دانه به رقم دشتستان با میانگین ۱/۴۹ گرم اختصاص دارد. به نظر می‌رسد، رقابت گلچه‌های بارور و دانه‌های کپسول برای جذب مواد فتوسنتزی در ارقام داراب و اولتان تا حدودی شدید بوده که در نهایت منجر به افزایش وزن هزار دانه گردیده است. محققان معتقدند که به‌طور کلی وزن هزار دانه از فاکتورهایی است که بیشتر تحت کنترل ژنتیکی است و از توارث بالایی برخوردار است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار

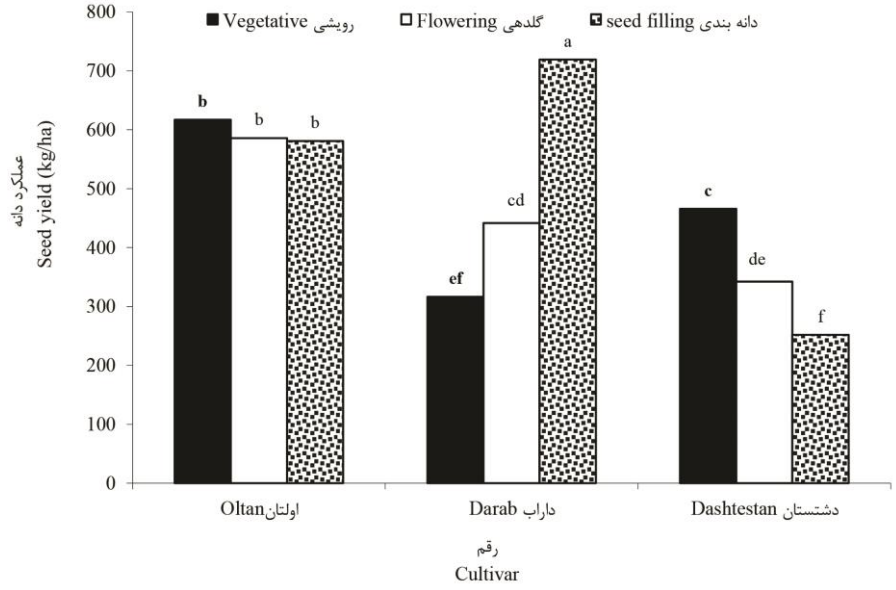
www.SID.ir

Archive of SID

می‌گیرد (Naghavi and Khalili, 2017). افشاری و همکاران (Afshari *et al.*, 2015) طی مطالعه‌ای روی ارقام مختلف گیاه کنجد اظهار داشتند که در شرایط تنش خشکی بیشترین وزن هزار دانه به رقم‌های کرج ۱ (۳/۴۵ گرم) و اولتان (۳/۳۵ گرم) و کمترین آن به رقم هندی (۲/۰۱ گرم) اختصاص داشت.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان قطع آبیاری، اثر رقم و اثر متقابل رقم و قطع آبیاری بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین مشاهدات، رقم داراب با میانگین ۷۱۹ کیلوگرم در هکتار تحت شرایط تنش در مرحله‌ی رشد دانه، بیشترین میزان عملکرد دانه و رقم دشتستان با میانگین ۲۵۱ کیلوگرم در هکتار تحت شرایط تنش در مرحله‌ی رشد دانه کمترین عملکرد دانه را دارا بودند (شکل ۲). اسکندری و همکاران (Eskandari *et al.*, 2010) نیز گزارش کردند که با افزایش کمبود آب، ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته کاهش می‌یابد. این صفات همبستگی مثبت با عملکرد داشته و کاهش هر یک از صفات می‌تواند اثر زیان‌باری بر عملکرد کنجد در مزرعه داشته باشد. فرحبخش و فرحبخش (Farahbakhsh and Farahbakhsh, 2014) با مطالعه بر روی گیاه کنجد نشان دادند که عملکرد دانه در شرایط معمولی (بدون تنش)، ۵۰۸/۷۳ کیلوگرم در هکتار، در شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی، ۲۲۱/۲۶ کیلوگرم در هکتار و در مرحله قطع آبیاری در مرحله کپسول‌دهی ۲۸۲/۲۸ بود که نشان‌دهنده کاهش ۵۶ درصدی عملکرد در شرایط تنش در مرحله گلدهی و کاهش ۴۵ درصدی در مرحله کپسول‌دهی نسبت به شرایط شاهد بود. پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad *et al.*, 2007) در بررسی تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر روی سه رقم گندم نتیجه گرفتند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شده است، به‌طوری‌که کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تنش خشکی در زمان گلدهی تا پایان دوره رشد بوده است. سینکی و همکاران (Sinaki *et al.*, 2007) نیز گزارش کردند که بروز تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در کلزا گردید.



شکل ۲- اثر متقابل زمان قطع آبیاری و نوع رقم بر عملکرد دانه

Figure 2- Interaction of irrigation cut-off time and cultivar type on seed yield

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان قطع آبیاری و اثر متقابل رقم و قطع آبیاری بر درصد روغن معنی‌دار نبود اما اثر رقم و اثر معنی‌داری بر درصد روغن داشت (جدول ۲). در بین ارقام مختلف کنجد بیشترین درصد روغن (۲۹/۵۶۷) متعلق به رقم داراب بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با دو رقم دیگر (اولتان و دشتستان) نشان داد، به‌طوری‌که ارقام دشتستان و اولتان به ترتیب حاوی ۲۶/۰۶۷ و ۲۴/۵۰۰ درصد روغن بودند

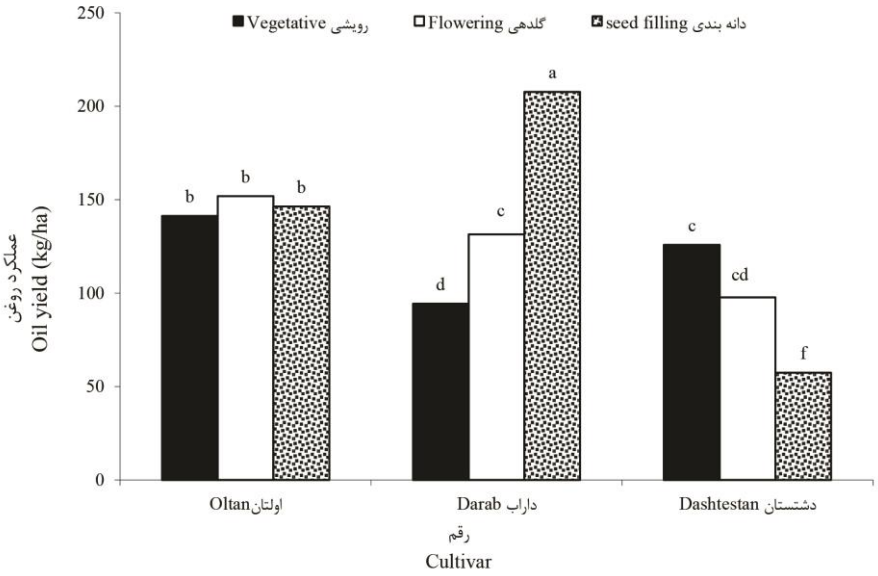
www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۲). به نظر می‌رسد یکی از دلایل درصد بالای روغن دانه رقم داراب بالاتر بودن وزن هزار دانه در این رقم نسبت به رقم‌های اولتان و دشتستان می‌باشد، چرا که وزن دانه که بیشتر باشد قسمت جنین نیز بیشتر می‌شود و درصد پوست کاهش می‌یابد و روغن که در جنین ذخیره می‌گردد نیز افزایش می‌یابد (Farnia and Arasteh, 2012). پروانی و همکاران (Pavani *et al.*, 2020) اظهار داشتند که عملکرد روغن با وزن دانه‌ها در کپسول دارای همبستگی متوسط معنی‌دار است که نشان می‌دهد افزایش وزن دانه‌ها مربوط به افزایش وزن روغن آن‌ها می‌شود.

عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان قطع آبیاری بر عملکرد روغن معنی‌دار نبود اما اثر رقم و اثر متقابل رقم و قطع آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد روغن گیاه داشت (جدول ۲). رقم داراب با میانگین ۲۰۷/۶۹ کیلوگرم در هکتار تحت شرایط تنش در مرحله‌ی رشد دانه، بیشترین میزان عملکرد روغن و رقم دشتستان با ۵۷/۳۵ کیلوگرم در هکتار تحت شرایط تنش در مرحله‌ی رشد دانه کمترین عملکرد روغن را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). با توجه به اثر مستقیم و بالای عملکرد دانه بر عملکرد روغن می‌توان تقریباً ارتباط کامل بین عملکرد دانه در هکتار و عملکرد روغن در هکتار را نشان داد که انتظار می‌رود با توجه به این نتایج، عملکرد روغن از طریق عملکرد دانه در هکتار به دست آمده باشد (Rabiee *et al.*, 2012). به نظر می‌رسد رقم اولتان با دارا بودن تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه‌ی بالاتر در شرایط تنش خشکی نسبت به ارقام داراب و دشتستان، توانسته است عملکرد روغن دانه بالاتری نیز در این شرایط داشته باشد و سانا و همکاران (Sana *et al.*, 2003) گزارش کردند عملکرد روغن دانه به‌طور معنی‌داری در ارقام مختلف تحت تأثیر قرار گرفته بود.



شکل ۳- اثر متقابل زمان قطع آبیاری و نوع رقم بر عملکرد روغن

Figure 3- Interaction of irrigation cut-off time and cultivar type on oil yield

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که در شرایط منطقه مورد بررسی قطع آبیاری در زمان رشد رویشی یا گلدهی اثر منفی بیشتری بر عملکرد دانه در مقایسه با قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی دارد. کاهش تعداد کپسول در بوته دلیل اصلی کاهش عملکرد بود. درصد و عملکرد روغن تحت تأثیر زمان قطع آبیاری قرار نگرفت. در میان ارقام مورد بررسی رقم اولتان به دلیل دارا بودن تعداد شاخه جانبی و تعداد کپسول بیشتر در هر بوته عملکرد دانه و عملکرد روغن بیشتری در مقایسه با رقم دشتستان و داراب در شرایط کشت تأخیری داشت و رقم دشستان رقم مناسبی در شرایط مورد مطالعه و شرایط مشابه نبود.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Abedi, B.A.S., Movahhedi, D.M., Yadavi, A. and Adhami, E. 2011. Effects of zn and k foliar application on physiological traits and yield of spring safflower under drought stress. *Electronic Journal of Crop Production*, 4: 75-95. (In Persian).

Afshari, F., Golkar, P. and Mohammadinejad, G. 2015. Evaluation of drought tolerance in sesame (*sesamum indicum* l.) genotypes at different growth stages. *Arid Biom Scientific and Research Journal*, 4(2): 90-94. (In Persian).

Ahmadi, M. and Bahrani, M. 2009. Effect of nitrogen fertilizer on yield and yield components of three sesame cultivars in bushehr province. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 13(48): 123-131. (In Persian).

Aien, A. 2013. Effect of eliminating of irrigation at different growth stages on seed yield and some agronomic traits of two sesame genotypes. *Seed and Plant Production Journal*, 29(1): 67-79.

Anonymous. 2020. Food and agriculture organization of united nations, 2020. Available in: Http://www.Fao.Org/faostat/en/#data/qc. Accessed december, 18, 2020.

Anonymous. 2021. Http://tccim.Ir/impexpstatsdetail_tarrifcustomcountry.Aspx?Mode=doit.

Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J., Rodrigues, M.L., Ricardo, C.P.P., Osório, M.L., Carvalho, I., Faria, T. and Pinheiro, C. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Annals of botany*, 89(7): 907-916.

Ebrahimian, E., Seyyedi, S.M., Bybordi, A. and Damalas, C.A. 2019. Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. *Agricultural Water Management*, 218: 149-157. (In Persian).

Esendal, E., Istanbulluoglu, B., Arslan, B. and Paşa, C. 2008. Effect of water stress on growth components of winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.). In: 7th International safflower conference. pp: 1-3.

Eskandari, H., Zehtab Salmasi, S. and Ghasemi-Golozani, K. 2010. Evaluation of water use efficiency and grain yield of sesame cultivars as a second crop under different irrigation regimes. *Journal of Sustainable Agriculture Science*, 2(20): 39-51. (In Persian).

Farahbakhsh, S. and Farahbakhsh, H. 2014. Effect of drought stress onyield and yield components of sesame cultivars under kerman conditions (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(4): 776-783. (In Persian).

Farnia, A. and Arasteh, E. 2012. The effect of drought stress and plant density on some agricultural traits of brassica napus l. Verities. *Crop Production in Environmental Stress* 4(1): 27-15. (In Persian).

Golestani, M. and Pakniat, H. 2007. Evaluation of drought tolerance indices in sesame lines. *Water and Soil Science*, 11(41): 141-149. (In Persian).

Gunstone, F. 2011. Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses. John Wiley & Sons.

Hailu, E., Urga, Y., Sori, N., Borona, F. and Tufa, K. 2018. Sesame yield response to deficit irrigation and water application techniques in irrigated agriculture, ethiopia. *International Journal of Agronomy*, 2018.

Jaleel, C.A., Manivannan, P., Lakshmanan, G., Gomathinayagam, M. and Panneerselvam, R. 2008. Alterations in morphological parameters and photosynthetic pigment responses of catharanthus roseus under soil water deficits. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 61(2): 298-303.

Jia, Y., Wang, J., Qu, Z., Zou, D., Sha, H., Liu, H., Sun, J., Zheng, H., Yang, L. and Zhao, H. 2019. Effects of low water temperature during reproductive growth on photosynthetic production and nitrogen accumulation in rice. *Field Crops Research*, 242: 107587.

www.SID.ir

Archive of SID

Kuol, B.G. 2004. Breeding for drought tolerance in sesame (*Sesamum indicum* L.) in sudan. University of Bonn, institute of horticulture, Germany, university of Khartoum, Sudan. Crop science.

Mensah, J., Obadoni, B., Eruotor, P. and Onome-Irieguna, F. 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth, and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). *African Journal of biotechnology*, 5(13): 1249-1253.

Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current science*: 758-763.

Naghavi, M.R. and Khalili, M. 2017. Evaluation of genetic diversity and traits relations in wheat cultivars under drought stress using advanced statistical methods. *Acta Agriculturae Slovenica*, 109(2): 403-415.

Paknejad, F., Majidi, H.E., Nourmohammadi, G., Seadat, A. and Vazan, S. 2007. Evaluation of drought stress on effective traits at accumulative assimilate of grain in different cultivars of wheat. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(1): 117-137. (In Persian).

Pasban Eslam, B. 2017. Effect of planting date on reducing growth period of spring safflower cultivars in tabriz cold and semi-arid climate. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(4): 851-860. (In Persian).

Pavani, K., Lal Ahamed, M., Ramana, J. and Sirisha, A. 2020. Studies on genetic variability parameters in sesame (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 8: 101-104.

Pessarakli, M. 2019. Handbook of plant and crop stress. CRc press.

Rabiee, M., Rahimi, M. and Kord-Rostami, M. 2012. Study of correlation and path coefficient analysis between oil yield and agronomical characters in fourtheen cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(4): 17-27.

Rezvani, M.P., Nourouzpour, G., Nabati, J. and Mohammadabadi, A.A. 2005. Effects of different irrigation intervals and plant density on morphological characteristics, grain and oil yields of sesame (*Sesamum indicum*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 3(1): 57-68. (In Persian).

Sallam, A., Alqudah, A.M., Dawood, M.F., Baenziger, P.S. and Börner, A. 2019. Drought stress tolerance in wheat and barley: Advances in physiology, breeding and genetics research. *International journal of molecular sciences*, 20(13): 3137.

Sana, M., Ali, A., Malik, M.A., Saleem, M.F. and Rafiq, M. 2003. Comparative yield potential and oil contents of different canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy*, 2(1): 1-7.

Shakeri, E., Amini Dehaghi, M., Tabatabaei, S. and Modares Sanavi, S. 2012. Effect of chemical fertilizer and biofertilizer on seed yield, its components,oil and protein percent in sesame varietes. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(1): 71-85.

Shokoohfar, A. and Yaghoubi Nejad, S. 2013. The effect of drought stress on yield components of sesame (*Sesumum indicum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 8(4): 19-29. (In Persian).

Sinaki, J.M., Majidi Hervan, E. and Shirani Rad, A.H. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napu*s L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences*, 2(4): 417-422.

Sun, J., Rao, Y., Yan, T., Yan, X. and Zhou, H. 2010. Effects of drought stress on sesame growth and yield characteristics and comprehensive evaluation of drought tolerance. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 32(4): 525-533.

Timachi, F., Armin, M., Jamimoeini, M. and Abhari, A. 2020. Physiological response of cumin to times and type of stress modulator in rain-fed and irrigated conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*, 67(6): 1163-1172.

www.SID.ir

Archive of SID

Uçan, K., Kıllı, F., Gençoğlan, C. and Merdun, H. 2007. Effect of irrigation frequency and amount on water use efficiency and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under field conditions. *Field Crops Research*, 101(3): 249-258.

Zafar, S., Li, Y.-L., Li, N.-N., Zhu, K.-M. and Tan, X.-L. 2019. Recent advances in enhancement of oil content in oilseed crops. *Journal of Biotechnology*, 301: 35-44.

www.SID.ir

Archive of SID
Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 3, Issue 1, Spring and Summer 2021, P. 151-162

Effects of irrigation cut-off in different stages on yield and yield components of sesame cultivars

Elahe Kalantari[1], Mohammad Armin[2*], Hamid Marvi[2]

[1]M.Sc. graduate of Agronomy, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

[*]Corresponding Author: Armin@iaus.ac.ir

Received: 18 December 2020 Accepted: 14 February 2021 **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.262665.1073**

Abstract

In order to investigate drought stress at different phenological stages on yield and yield components of different sesame cultivars, a split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications on a private farm in Miami (Shahroud County, Semnan Province). Factors were drought stress time (in vegetative, flowering and seeding growth stages) as the main factor and three sesame cultivars (Darab, Oltan and Dashtestan) as sub factor. The results indicated that the highest (517 kg.ha^{-1}) and lowest (456 kg.ha^{-1}) seed yield was obtained in irrigation cut-off at seeding and vegetative growth, respectively. There was a significant difference among sesame cultivars in all the evaluated characteristics except the number of seeds per capsule. Oltan cultivar had the highest grain yield (594 kg.ha^{-1}) and oil yield (146 kg.ha^{-1}) compared to Darab and Dashtestan cultivars. However, in irrigation cut-off at seeding stage, Darab cultivar had the highest grain yield (719 kg.ha^{-1}) and oil yield (207 kg.ha^{-1}). While Dashtestan cultivar in the same conditions showed the lowest grain yield (251 kg.ha^{-1}) and oil yield (57 kg.ha^{-1}). Overall, the results showed that Oltan cultivar has a higher relative resistance to drought stress in different stages, so this cultivar is recommended for this region and similar situations.

Keywords: Cultivar, Drought stress, Oil content, Oily crops, Phenological stage

www.SID.ir