

اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن دو رقم آفتابگردان

پرویز یداله‌ی^۱، محمد رضا اصغری پور^۲، هاشم مروانه^۳، نورالله خیری^۴، ایوب امیری^۵

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل و عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، شهر کرد
- ۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد جیرفت
- ۴- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه آزاد واحد گرگان
- ۵- مربی دانشگاه آزاد منوجان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: m_asgharipour@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳ مرداد ۱۳۹۵، تاریخ بازنگری: ۰۶ مهر ۱۳۹۵، تاریخ پذیرش: ۰۴ آذر ۱۳۹۵

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش در شرایط متفاوت رطوبتی در ارقام آفتابگردان و تعیین مناسب‌ترین شاخص عکس‌العمل آفتابگردان در برابر خشکی آزمایشی بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی خرم‌آباد در سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. فاکتور اصلی آزمایش، تنش خشکی در ۴ سطح شامل آبیاری در ۳۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب قابل استفاده خاک و فاکتور فرعی رقم در دو سطح شامل: رکورد و آلستر بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل و عملکرد روغن تحت تأثیر قرار گرفت. در شرایط تنش آبیاری در ۷۵ درصد آب قابل استفاده خاک، قطر طبق، ارتفاع بوته و تعداد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت، که این در نهایت سبب کاهش عملکرد دانه شد. تاثیر تنش آبی بر وزن هزار دانه و درصد روغن معنی‌دار نبود. اثر رقم بر ارتفاع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل و عملکرد روغن معنی‌دار بود، اما رقم بر درصد روغن، قطر طبق و تعداد دانه در طبق تأثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب با میانگین‌های ۲۴۰۵/۲۲ و ۱۲۷۴۳/۶ کیلوگرم در هکتار از رقم رکورد حاصل شد. این آزمایش نشان داد گرچه خصوصیات مختلف ارقام مورد بررسی تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرند، اما رقم رکورد دارای پتانسیل بیشتری جهت عملکرد بالاتر در منطقه سیستمان نسبت به رقم آلستر می‌باشد.

کلمات کلیدی: رقم، عملکرد، کم‌آبیاری، گیاهان روغنی.

مقدمه

استفاده از دانه های روغنی در مصارف غذایی انسان ها و استفاده از کنجاله آن ها برای غذای دام و نیز مصرف آن ها در داروسازی، صابون سازی و سوخت باعث شد تا هم کشاورزان علاقه زیادی به کشت آنها داشته باشند و هم اینکه دولت ها از کشت آنها حمایت کنند (Yadollahi et al., 2014). آفتابگردان یکی از عمده ترین دانه های روغنی در ایران و جهان می باشد که به دلیل مناسب بودن نیازهای زراعی، عملکرد بالای روغن، بالا بودن ارزش غذایی و فقدان عوامل ضد تغذیه ای، سطح زیر کشت آن افزایش یافته است (Bagheri, 2013). با توجه به وضعیت ژنوتیپی متفاوت، ارقام مختلف آفتابگردان از نظر خصوصیات رشدی، حجم بوته و طول دوره ی نمو، با یکدیگر متفاوت می باشند. بیش ترین میزان این تفاوت، از زمان سبز شدن تا رؤیت طبق، گزارش گردیده است (Safavi et al., 2011). علاوه بر این ژنوتیپ های مختلف آفتابگردان، رفتار متفاوتی را در شرایط محیطی مختلف از خود بروز می دهند (Nazarli and Zardashti, 2010; Marinkovic et al., 2003). آفتابگردان یک محصول زراعی متحمل به خشکی با سیستم ریشه ای عمیق است (Skoric, 2009)، به طوریکه این عامل سبب شده تا کشت این گیاه به اراضی دیم و نیمه خشک دنیا گسترش پیدا کند.

اثرات تغییر اقلیم از جمله افزایش امواج گرمایی و از طرفی کاهش بارندگی در بسیاری از نقاط جهان و ایران خصوصاً مناطق عرض های میانی، دسترسی فصلی و حجم منابع آبی را تغییر داده است (Tayebi et al., 2012). تولید محصول در چنین شرایطی به علت کمبود نزولات آسمانی و توزیع نامناسب آن، متکی بر آبیاری بوده و در عین حال محدودیت منابع آب از اصلی ترین عوامل محدود کننده بویژه در

خصوص محصولات تابستانه می باشد (Sepaskhah and Khajehabdollahi, 2005). در گزارش های مختلفی به اثرات تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد و رنگیزه های فتوسنتزی (Yadollahi et al., 2014; Heidari and Karami, 2013); قطر طبق و درصد روغن آفتابگردان اشاره شده است (Erdem et al., 2006; Kiani, et al., 2007; Fulda et al., 2011). انگادی و انتز (Angadi and Entz, 2002) روابط آبی را در ارقام پابلند و پاکوتاه آفتابگردان مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند که در شرایط آب کافی یک هیبرید پابلند علیرغم پتانسیل آب برگ کمتر همواره دارای بیشترین عملکرد است و ارقام پاکوتاه متحمل به خشکی برای تولید در شرایط کم آبیاری دارای اهمیت هستند. حیدری و کرمی (Heidari and Karami, 2013) در آزمایش بر روی آفتابگردان رقم آلستر دریافتند عملکرد دانه در شرایط تنش نسبت به شرایط آبیاری آفتابگردان کاهش می یابد. به گزارش کرام و همکاران (Keram et al., 2007) عملکرد دانه با کم آبیاری در اوایل و اواسط گلدهی به ترتیب ۲۵ و ۱۴ درصد کاهش یافت. اما با کم آبیاری در اوایل تشکیل دانه کاهشی در این صفت مشاهده نشد. گوکسوی و همکاران (Gokso et al., 2004) نشان دادند که با اعمال کم آبیاری عملکرد و تعداد دانه در بوته کاهش یافته و کمترین مقادیر از تیمار بدون آبیاری به دست آمد. لذا بررسی و ارزیابی نقش ژنوتیپ های مختلف به عنوان راهبردی برای کاهش اثر منفی تنش در گیاهان روغنی نیز از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار بوده و ضرورت انجام مطالعه پیش رو را مشخص می کند. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی روابط تنش خشکی و ارقام رکورد و آلستر بر عملکرد، اجزاء عملکرد و میزان روغن گیاه آفتابگردان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۲ در شهرستان خرم آباد اجرا گردید. شهر خرم آباد در عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۷۵ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه این شهرستان بر اساس آمار ۳۵ ساله ۵۲۰ میلی‌متر می‌باشد و میانگین درجه حرارت ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد است. نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش بصورت طرح کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تنش خشکی بعنوان عامل اصلی در چهار سطح آبیاری: ۱۰۰ درصد آب قابل استفاده خاک (شاهد)، ۷۵ درصد آب قابل استفاده خاک (تنش ملایم)، ۵۰ درصد آب قابل استفاده خاک (تنش نسبتاً شدید) و ۲۵ درصد آب قابل استفاده خاک (تنش شدید) و دو رقم آفتابگردان (رکورد و آلستر) بعنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. هر کرت شامل پنج ردیف کاشت به طول ۵ متر و به عرض ۳ متر (فاصله پشته‌ها از هم ۶۰ سانتیمتر) در نظر گرفته شد. بین کرت‌های اصلی چهار خط فاصله (۲۴۰ سانتیمتر) و بین بلوک‌ها یک متر فاصله در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد به منظور اعمال تیمارهای آبیاری حجم آب آبیاری برای تمامی کرت‌ها (شاهد و تنش‌های اعمال شده) بر اساس میزان آب مورد نیاز برای رسیدن به ظرفیت زراعی (FC) در شاهد برآورد شد. اولین آبیاری برای تمام تیمارها بلافاصله بعد از کاشت اعمال گردید. پس از استقرار کامل

بوته‌ها اقدام به اعمال تیمارهای تنش خشکی گردید. برای اعمال تیمارهای عدم تنش و تنش از دستگاه رطوبت سنج (TDR) استفاده شد. وجین دستی طی دو مرحله در طول دوره رشد انجام و مبارزه علیه آفت هلیوتیس (*Heliiothis armigera*) همزمان از دو تا شش برگه شدن با سم سونین به نسبت ۲-۳ کیلوگرم در هکتار و همچنین قبل از گل دهی مبارزه با تریپس و زنجره با سم گنفیدر به میزان ۲۵۰ سی سی در هکتار صورت گرفت. در زمان برداشت بعد از حذف اثر حاشیه، از هر کرت پنج گیاه به طور تصادفی برداشت شد و جهت اندازه‌گیری ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل، قطر طبق، درصد روغن و عملکرد روغن مورد استفاده قرار گرفت. ارتفاع بوته در گیاه با اندازه‌گیری فاصله محل برش تا طبق به دست آمد. جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بوته‌ها از مساحت چهار مترمربع در داخل هر کرت برداشت شدند و پس از خشک شدن در معرض آفتاب برای محاسبه عملکرد دانه و بیولوژیک مورد استفاده قرار گرفتند. میزان نسبی کلروفیل برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (Hansatech-Model-cl-01) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری درصد روغن با استفاده از روش استخراج با حلال و دستگاه سوکسله^۱ انجام شد (Shayesteh, 2011). برای محاسبه شاخص برداشت دانه از رابطه زیر استفاده شد (Karam et al., 2007):

$$HI = \frac{EY}{BY} \times 100$$

HI شاخص برداشت برحسب درصد، EY

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک
Table 1- Physico-chemical properties of soil

بافت خاک Soil of texture	شن Sand	رس Clay	شن Silt	Mn	Zn	CA	K	P	N	pH	Ec (ds/m)
	(%)			ppm					(%)		
Sandy-loam	41	32	27	2.9	4.5	37.2	132	9.1	0.09	7.3	1.6

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک ارقام آفتابگردان تحت تأثیر تنش خشکی

Table 2- Analysis of variance of plant height, head diameter, grain number, grain weight and biological yield of sunflower Cultivars under drought conditions

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	ارتفاع Height (cm)	قطر طبق Head diameter (cm)	تعداد دانه در طبق N.S. per head	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)
تکرار Replication	2	47	3.2	23056.3	34924.7	5845120
رقم Cultivar	2	7263.4**	0.58 ^{ns}	3471.5 ^{ns}	36603.4**	1060697*
خطا، اصلی First Error	4	178.4	0.38	6502.5	5230.2	1504959
تنش خشکی Drought	2	3863**	51.02**	70687.9 **	96.4 ^{ns}	85658373**
اثر متقابل Interaction	4	156.1 ^{ns}	0.4 ^{ns}	3630.02 ^{ns}	1435.8 ^{ns}	226284 ^{ns}
خطا، فرعی Second Error	12	343.2	1.11	2037.6	1018.1	1617094
ضریب تغییرات /C.V		16.05	8.87	15.41	12.46	10.52

***، ** و ns بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار می باشد.

(**),(*) and ns represent not significant and significant difference over control at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

نتایج مشابهی حاصل شد، به طوری که ژنوتیپ های مورد مطالعه از لحاظ ارتفاع و تعداد برگ، تفاوت معنی دار داشتند (Jamshidi *et al.*, 2007). تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته گردید، به طوری که بیشترین ارتفاع (۱۴۸/۵۸ سانتیمتر) از تیمار شاهد (۱۰۰ درصد آب قابل استفاده) و کمترین آن با ۴۵/۱۱ درصد کاهش نسبت به شاهد در تیمار آبیاری در ۳۵ درصد آب قابل استفاده (تنش شدید) حاصل شد. تنش خشکی از طریق کاهش رشد گیاه موجب کاهش ارتفاع بوته آفتابگردان می گردد (Yadollahi *et al.*, 2014). در همین ارتباط حیدری و کرمی (Heidari and Karami, 2013) نیز گزارش کردند که تنش خشکی در مرحله رشد رویشی اغلب سبب کاهش ارتفاع گیاه آفتابگردان می شود.

عملکرد اقتصادی برحسب کیلوگرم در هکتار و BY عملکرد بیولوژیک برحسب کیلوگرم در هکتار است. تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر رقم و تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۲). رقم رکورد با میانگین ۱۳۲/۲۲ سانتیمتر و اختلاف ۲۵/۲۱ درصدی نسبت به رقم آلستر بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در همین ارتباط در کرج در بررسی برخی صفات آفتابگردان،

۲). افزایش تنش موجب کاهش تعداد دانه در بوته گردید، به طوریکه تیمار شاهد (۱۰۰ درصد آب قابل استفاده) با میانگین ۴۰۲/۷ عدد بیشترین و تنش شدید (۳۵ درصد آب قابل استفاده) با ۵۷/۹۳ درصد کاهش کمترین تعداد دانه در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). به نظر می‌رسد بروز تنش از طریق کاهش سطح برگ و ریزش آنها منجر به کاهش منبع فتوسنتزی گیاه و افت فعالیت آنزیم‌های موثر بر این فرآیند می‌شود. هم‌چنین طی مرحله گلدهی و گرده افشانی کمبود آب باعث خشک شدن دانه گرده و کلاله مادگی شده و این مسئله سبب اختلال در گرده افشانی توسط حشرات می‌گردد. تمام عوامل مذکور در نهایت منجر به افت تعداد گلچه‌های بارور در سطح طبق می‌گردد (Heidari and Karami, 2013).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد وزن هزار دانه تنها تحت تأثیر تنش خشکی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تنش آبیاری ۱۰۰ و ۷۵ درصد رطوبت قابل استفاده به ترتیب با

قطر طبق

قطر طبق تحت تأثیر تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). میانگین قطر طبق برای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده با میانگین ۱۴/۵۰ و ۱۳/۸۶ سانتیمتر بیشترین قطر طبق را به خود اختصاص دادند. تنش شدید (۳۵ درصد آب قابل استفاده) با ۴۰/۶۸ درصد کاهش نسبت به شاهد (۱۰۰ درصد آب قابل استفاده) کمترین صفت مذکور را به خود اختصاص داد (جدول ۳). توضیح اینکه چنانچه تنش در مرحله زایشی رخ دهد کاهش قطر طبق به واسطه کاهش دوره پر شدن دانه‌ها و کاهش وزن دانه‌ها قابل توجیح است (Yadollahi et al., 2014). خماری و همکاران (Khomari et al., 2007) طی بررسی خود بر روی آفتابگردان پی بردند که بیشترین قطر طبق در شرایط آبیاری کامل و کمترین آن در تیمار آبیاری تا گلدهی حاصل شد.

تعداد دانه در طبق

تعداد دانه در طبق تحت تأثیر تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول

جدول ۲- مقایسه میانگین ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک ارقام آفتابگردان تحت تأثیر تنش خشکی

Table 3-Mean comparison of plant height, head diameter, grain number, grain weight and biological yield of sunflower Cultivars under drought conditions

تیمار Treatments	ارتفاع بوته Height (cm)	قطر طبق Head diameter (cm)	تعداد دانه در طبق N. S. per umbel	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)
Drought Stress					
100%	141.58 a	14.50 a	402.7 a	57.15 a	16271.9 a
75%	123.77a	13.45 a	352.63 a	56.58 a	14208.6 a
50%	115.33a	11.81 b	237.37 ab	40.31 b	9522.3 b
35%	81.55 b	8.60 c	169.49 b	37.86 b	8313.7 b
Cultivars					
رکورد Rekord	132.22 a	11.48 a	280.8 a	48.89 a	12743.6 a
آلستر Alester	98.88 b	12.25 a	304.04 a	47.00 a	11414.6 b

اختلاف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن، معنی‌دار نمی‌باشد.

* Values followed by the same letter within the same columns do not differ significantly at $p=5\%$ according to DMRT.

تنش خشکی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک گردید، تیمار شاهد (۱۰۰ درصد آب قابل استفاده) با میانگین ۱۶۲۷۱/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیک را بدست آورد، پس از آن تیماردهی ۷۵، ۵۰ و ۳۵ درصد آب قابل استفاده به ترتیب با ۱۲/۶۸، ۴۱/۴۸ و ۴۸/۹۰ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در میانگین های بعدی عملکرد بیولوژیک قرار گرفتند (جدول ۳). چنین به نظر می‌رسد که تنش با کاهش شاخص سطح برگ موجب کاهش سرعت رشد محصول و سر انجام کاهش تجمع ماده خشک در گیاه می‌شود. یدالهی و همکاران (Yadollahi *et al.*, 2014) گزارش کردند کمبود آب و بروز تنش خشکی در محیط رشد آفتابگردان رقم آلستر باعث کاهش اندازه گیاه و وزن خشک اندام‌ها، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ‌ها، کاهش عملکرد می‌شود. علاوه بر این کرام و همکاران (Keram *et al.*, 2007) و کریمی کاخکی (Karimi Kakhaki, 2008) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر رقم و تنش خشکی در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). رقم رکورد با میانگین ۲۴۰۵/۲ کیلوگرم در هکتار و افزایش ۳۲/۲۳ درصدی نسبت به آلستر بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۵). بررسی‌ها نشان می‌دهند که هیبریدهای آفتابگردان، در عملکرد و اجزاء عملکرد نیز از خود تفاوت معنی داری نشان می‌دهند (Taghavi *et al.*, 2007). وجود تفاوت بین ارقام از نظر عملکرد و اجزای عملکرد، علاوه بر پتانسیل ژنتیکی ارقام (Andria, 2000)، به شرایط محیطی نیز نسبت داده شده است (Safavi *et al.*, 2011).

میانگین‌های ۵۷/۱۵ و ۵۶/۵۸ گرم به طور مشترک بالاترین گروه بندی را به خود اختصاص دادند. سطوح ۵۰ و ۲۵ درصد آب قابل استفاده با ۲۹/۴۶ و ۳۳/۷۵ درصد کاهش نسبت به شاهد (۱۰۰ درصد آب قابل استفاده) در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۳). امیددی اردلی و بحرانی (Omid Ar- dali and Bahrani, 2011) در بررسی شدت و زمان اعمال تنش خشکی گزارش کردند که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره پرشدن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه و وزن هزاردانه می‌شود. محققان به کاهش وزن هزار دانه ناشی از تنش رطوبتی در گیاه آفتابگردان (Heidari and Karami, 2013; Roshdi *et al.*, 2006; Karimi Kakhaki, 2008) اشاره داشته‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که تاثیر رقم ($p < 0/05$) و سطوح مختلف تنش خشکی ($p < 0/05$) بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم رکورد با میانگین ۱۲۷۴۳/۴ کیلوگرم در هکتار و افزایش ۱۰/۴۲ درصدی نسبت به رقم آلستر بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۳). با توجه به اینکه ارقام آفتابگردان از نظر طول مراحل مختلف فنولوژیکی تفاوت نشان می‌دهند و از خصوصیات رشد و حجم بوته متفاوتی برخوردارند لذا واکنش رشدی آن‌ها یکسان نیست، که با نتایج رشدی و همکاران (Roshdi *et al.*, 2009)، همخوانی داشت. به نظر می‌رسد رقم رکورد به دلیل ارتفاع بوته و طول دوره رشد طولانی‌تر، عملکرد بیولوژیک بیشتری دارد.

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر رقم در سطح یک درصد و تنش خشکی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۴). ارقام رکورد و آلستر به ترتیب شاخص برداشت با میانگین های ۱۸/۴۸ و ۱۴/۲۵ درصد را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). شاخص برداشت معیاری از نسبت وزن دانه به کل گیاه است و ارقام پر محصول شاخص برداشت بالاتری دارند. گزارش شده است که اثر رقم بر شاخص برداشت موثر بوده است (Roshdi et al., 2009).

در بررسی تنش، تنش متوسط (۵۰ درصد آب قابل استفاده با میانگین ۱۸/۸۱ درصد بیشترین و تنش شدید (۳۵ درصد آب قابل استفاده) با میانگین ۱۴/۶۰ درصد کمترین شاخص برداشت را داشتند. به نظر می رسد با افزایش تنش اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه افزایش و در نتیجه شاخص برداشت با تنش متوسط افزایش می یابد، در تنش شدید به دلیل

گزارش شده است که اثر رقم بر تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه و روغن نیز موثر بوده است (Roshdi et al., 2009). اعمال تنش خشکی باعث کاهش مخصوص عملکرد دانه گردید، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۵۹۹/۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد آب قابل استفاده) و کمترین آن با ۵۳/۹۷ درصد کاهش در تیمار تنش شدید (۳۵ درصد آب قابل استفاده) حاصل شد (جدول ۵). کاهش عملکرد دانه در اثر بروز تنش خشکی در آفتابگردان توسط محققان دیگر نیز به اثبات رسیده است (Heidari and Karami, 2013; Yadollahi et al., 2014). احتمال دارد تنش خشکی در روند فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از بوته ها به دانه ها تاثیر منفی گذاشته و در نتیجه منجر به کاهش وزن دانه ها و چروکیدگی آنها و در نهایت کاهش عملکرد دانه شود (Pereyra-Irujo and Aguirrezabal, 2007; Angadi and Entz, 2002).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل، درصد روغن و عملکرد روغن ارقام آفتابگردان تحت تأثیر تنش خشکی
Table 4-Analysis of variance of grain yield, harvest index, chlorophyll index, oil content and oil yield of sunflower Cultivars under drought conditions

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی D.F	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	شاخص برداشت HI	شاخص کلروفیل Spad	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن Oil yield (kg/ha)
تکرار Replication	2	214203	2.2	96.3	1.7	37444
رقم Cultivar	2	3611527.4**	120.4**	8.5**	24.4**	946150**
خطا اصلی First Error	4	126753.4	1.38	21.5	12.2	8975
تنش خشکی Drought	2	2498110 **	22.02°	26.9 **	1.4 ns	537880**
اثر متقابل Interaction	4	95398.1 ns	1.4 ns	2.02 ns	0.8 ns	24650 ns
خطا فرعی Second Error	12	36650.2	4.6	0.88	0.43	7172
ضریب تغییرات /C.V		9.36	12.93	11.23	1.45	9.19

***, ** و ns بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار می باشد.

(**), (*) and ns represent not significant and significant difference over control at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

علاوه بر این در شرایط تنش، کمبود آب باعث تجزیه کلروفیل گردیده و گلوتامات که پیش ماده کلروفیل و پرولین است در اثر این تنش به پرولین تبدیل شده و در نتیجه از محتوی کلروفیل کاسته می‌گردد (Lawlor and Cornic, 2002). یدالهی و همکاران (Yadollahi *et al.*, 2014) و حیدری و کرمی (Heidari and Karami, 2013) نیز به نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

درصد و عملکرد روغن دانه

اثر رقم بر عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین درصد عملکرد روغن با میانگین ۱۱۱۹/۶ کیلوگرم در هکتار از رقم رکورد بدست آمد (جدول ۵). این مسئله ممکن است ناشی از افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و در نهایت عملکرد دانه رقم رکورد باشد. در آزمایش رشدی و همکاران (Rosh-di *et al.*, 2006) نیز عملکرد روغن ارقام، نسبت به درصد روغن دانه بیشتر تحت تأثیر عملکرد دانه قرار گرفت.

کاهش محسوس جذب عناصر و آب شاخص برداشت کاهش می‌یابد.

شاخص کلروفیل

شاخص کلروفیل تنها تحت تأثیر رقم مختلف در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). رقم رکورد با میانگین ۸/۳۸ و افزایش ۱۵/۹۹ درصدی نسبت به آلستر بیشترین شاخص کلروفیل را به خود اختصاص داد (جدول ۵).

در بررسی تنش، تنش متوسط (۵۰ درصد آب قابل استفاده با میانگین ۱۰/۴۱ درصد بیشترین و تنش شدید (۳۵ درصد آب قابل استفاده) با میانگین ۵/۴۹ درصد کمترین شاخص کلروفیل را داشتند (جدول ۵). توضیح این که کاهش فتوسنتز تحت اثر افزایش دور آبیاری به دلیل اختلال در فرآیندهای شیمیایی مسیر فتوسنتزی است. هرچند فتوسیستم II تا حد زیادی نسبت به خشکی متحمل است، تنش خشکی می‌تواند مانع انتقال الکترون در این نظام شود، از این رو از کارایی فتوسنتز کاسته می‌شود (Lashkari, 2013).

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل، درصد روغن و عملکرد روغن ارقام آفتابگردان تحت تأثیر تنش خشکی

Table 5- Mean comparison of grain yield, harvest index, chlorophyll index, oil content and oil yield of sunflower Cultivars under drought conditions

تیمار Treatments	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	شاخص برداشت HI (%)	شاخص کلروفیل SPAD	درصد روغن Oil percentage (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg/ha)
Drought Stress					
100%	2599.5 a	15.95 bc	10.41 a	45.59 a	1187.7 a
75%	2458.77 a	17.45 ab	9.63 a	45.79 a	1128.6 a
50%	1814.33 ab	18.81 a	7.37 b	45.68 a	831.3 b
35%	1196.55 b	14.60 c	5.49 c	45.82 a	538.7 c
Cultivars					
رکورد Rekord	2405.22 a	18.48 a	7.38 a	46.89 a	1119.6 a
آلستر Alester	1629.88 b	14.25 b	8.04 a	44.44 a	722.6 b

اختلاف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن، معنی‌دار نمی‌باشد.

* Values followed by the same letter within the same columns do not differ significantly at $p=5\%$ according to DMRT.

درصد روغن تحت تأثیر رقم قرار نگرفت (جدول ۴). در مورد اثر تنش خشکی بر درصد روغن گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد. اصولاً درصد روغن یک صفت کمی است و توسط چندین ژن کنترل می‌شود، بنابراین آسیب دیدن تعداد زیادی از ژن‌های کنترل کننده در اثر تنش خشکی، بعید به نظر می‌رسد. از این رو کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی جزئی است (Yadollahi et al., 2014).

عملکرد روغن تحت تأثیر تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). اعمال تنش خشکی باعث کاهش محصوص عملکرد روغن گردید، بیشترین عملکرد روغن با میانگین ۱۱۸۷/۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد آب قابل استفاده) و کمترین آن با ۵۴/۶۴ درصد کاهش در تیمار تنش شدید (۳۵ درصد آب قابل استفاده) حاصل شد (جدول ۵). گزارش شده است که تنش شدید خشکی سبب کاهش مقدار روغن تولیدی در گیاهان روغنی می‌شود و با کاهش بیشتر مقدار اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه و افزایش نسبت اسیدهای چرب اشباع، در

نهایت موجب بالا رفتن درجه اشباع بودن روغن می‌گردد (Hamrouni et al., 2001). طبق نتایج گوکسوی و همکاران (Goksoy et al., 2004)، کریمی و کاخکی (karimi kakhaki, 2008) و رشدی و همکاران (Roshdi et al., 2006) تنش خشکی اثری بر درصد روغن نداشت، در حالیکه بیشترین عملکرد روغن به همراه بیشترین عملکرد دانه تنها با آبیاری کامل در مراحل زایش آفتابگردان بدست آمد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج تحقیق حاضر تنش خشکی در سطوح تنش ۳۵، ۵۰ و تا حدی ۷۵ درصد ظرفیت زراعی اثرات کاهنده‌ای بر عملکرد، اجزاء عملکرد، شاخص کلروفیل و میزان روغن آفتابگردان می‌گذارد. رقم رکورد بالاترین میانگین ارتفاع بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد روغن را به خود اختصاص داد. لذا با انجام تحقیقات تکمیلی می‌توان رقم رکورد را مناسب‌تر از آلستر در مناطق مشابه دانست.

≡ REFERENCES

- Andria, R.** 2000. Genetic mapping of factors affecting quantitative variation for flowering in sunflower. *Crop Science*. 40: 404-407.
- Angadi, S.V. and Entz, M.H.** 2002. Root system and water use patterns of different height sunflower cultivars. *Agron. J.* 94:136-145. associated genes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Theor. Appl Genet.* 114: 193-201.
- Bagheri, A.A.** 2013. The effect of foliar nitrogen and on the qualitative and quantitative characteristics of the Sunflower. MSc. thesis. Faculty of Agriculture, University of Zabol. 110 p. (In Persian)
- Fulda, S., Mikkat, S., Stegmann, H. and Horn, R.** 2011. Physiology and proteomics of drought stress acclimation in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Biology*. 13: 632-642.
- Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M. and Dagustu, N.** 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crops Research*. 87:167-178.
- Hamrouni, I., Ben Salah, H. and Marzouk, B.** 2001. Effect of water deficit on lipids of safflower aerial parts. *Photochemistry Journal*. 58: 277-280.
- Heidari, M. and Karami, A.V.** 2013. Effect of drought stress and strains of mycorrhiza on yield, photosynthetic pigments sunflower. *Journal of Environmental Stress on Crops*. 6 (1): 17-26. (In Persian)
- Jamshidi, A., Ghalavand, A. and Daneshian, J.** 2007. The effect of defoliation in the sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield and yield components in plant density and planting date. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 1: 44-32. (In Persian)
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Kabalan, R., Breidi, J., Chalita, C. and rouphael, Y.** 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agriculture Water management*. 90: 213-223.
- Karimi Kakhaki, M.** 2009. Effects of deficit irrigation at reproductive growth stages on yield and oil sunflower varieties in Hamadan. Master Thesis, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University. 119 pages. (In Persian)
- Khomari, S., Ghasemi, K., Alyari, H., Zehtab Salmas, S. and Dabagh Mohamadi Nasab, D.** 2007. The effect of irrigation on the phenology and yield of three sunflower cultivars. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 14: 112-118. (In Persian)
- Lashkari, F.** 2013. The effect of super absorbent polymer, potassium and manure on the quantity and quality of medicinal plant Carla in different irrigation intervals. Master thesis of Agriculture, Faculty of Agriculture. University of Zabol. 112 p. (In Persian)
- Lawlor, D.W. and Cornic, G.** 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell and Environment*. 25: 275-294.
- Marinkovic, R., Marinkovic, J., Dragana.** 2003. Genetic variability components of some quantitative traits of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Scientific Paper*. 3: 199-200.
- Nazarli, H. and Zardashti, M.R.** 2010. The effect of drought stress and super absorbent polymer (A200) on agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under field condition. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 143: 5-14.
- Omidi Ardali, G. and Bahrani, M.J.** 2011. The effects of drought, rates and times of nitrogen application on yield and yield components of sunflower at different growth stages. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Sciences*. 55: 199-207. (In Persian)
- Pereyra-Irujo, G.A. and Aguirrezabal, L.A.N.** 2007. Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analysis through a simple simulation modek. *Agricultural and forest meteorology*. 143: 252-265.
- Roshdi, M., Heidari, H., Karimi, M., Nour Mohamadi, Gh. and Darvish, F.** 2006. Effects of water stress on yield and yield components of sunflower seed, *Special Agricultural Sciences*. 1: 109-122. (In Persian)
- Roshdi, M., Rezaдост, S., Khalil Mahaleh, J. and Haji Nasab, N.** 2009. The impact of bio-fertilizers on yield of three varieties of sunflower. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*. 10: 24-11. (In Persian)

- Safavi, A., Pordad, S.S. and Jamshid Moghadam, M.** 2011. Sunflower drought tolerant genotypes. *Journal of Plant and Seed*. 2: 129-148. (In Persian)
- Sepaskhah, A.R. and Khajehabdollahi, M.H.** 2005. Alternative furrow irrigation with different irrigation intervals for maize (*Zea mays L.*). *Plant Production Science*. 8: 592-600.
- Shayesteh, S.** 2011. Check the nutritional quality of forage straw on water resources in the Sistan region. Master's thesis, University of Zabol. (In Persian)
- Skoric, D.** 2009. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia.*, 32: 1-15.
- Taghavi, D., Valadiani, A., Nourmohamadi, G. and Fatahi, A.** 2007. The Relationship between extinction coefficient and density of grain yield figures nutty sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Journal of Agricultural Sciences*. 2: 414-405. (In Persian)
- Tayebi, A., Afshari, H., Farahvash, F., Masood sinki, J. and Nezarat, S.** 2012. Effect of drought stress and different planting dates on safflower yield and its components in Tabriz region. *Iranian Journal Plant Physiology*. 2(3): 445-453. (In Persian)
- Yadollahi Dehcheshmeh, P., Bagheri, A.A., Amiri, A. and Esmailzadeh, S.** 2014. Effects of drought and foliar application on yield and photosynthetic pigments sunflower. *Journal of Crop Physiology*. 6 (21): 73-83. (In Persian)

The effects of drought stress on grain and oil yield of two cultivars of sunflower

Parviz Yadollahi¹, Mohammad Reza Asgharipour^{2*}, Hashem Marvane³, Noralah Kheiri⁴, Ayub Amiri⁵

1- Young Researcher and Elite Club of Islamic Azad University - Shahrekord Branch, Shahrekord, Iran

2- Associate Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

3- Islamic Azad University - Jiroft Branch, Jiroft, Iran

4- Islamic Azad University - Gorgan Branch, Gorgan, Iran

5- Islamic Azad University - Manoujan Branch, Manoujan, Iran

*Corresponding Author Email: m_asgharipour@uoz.ac.ir

Receive: August 3, 2016; Revise: September 27, 2016; Accept: November 24, 2016

ABSTRACT

An experiment was conducted to examine the effects of drought stress on two cultivars of sunflower as split plot randomized complete block design at Agricultural Research Center of Khorramabad during 2013 with three replications. Treatments were irrigation at depletion of 25, 50, 75 and 100 available soil water comprising main-plots and two cultivars of sunflower (Record and Alster) as subplots. Drought affected head diameter, grain number per head, 1000 grain weight, core percentage of grain, grain and oil yield and harvest index. Grain yield of Record and Alster at no stress condition were 3359.10 and 3869.35 Kg/ha, respectively and oil yield was 1685.88 and 1818.10 Kg/ha, respectively. Grain yield of Record and Alster at the strongest drought decreased by 45.31 and 62.35%, respectively and oil yield decreased by 49.50 and 60.88 %, respectively. In addition to head diameter, 1000 grain weight and grain number per head significantly decreased at stress condition, led to grain yield decreasing. This results suggested that Alster at stress free condition and Record at stress condition has greater grain yield and drought resistance.

Keywords: Cultivar, Oil Plants, Partial Irrigation, Yields

How to cite this article

Yadollahi P, Asgharipour MR, Marvane H, Kheiri N, Amiri A. The effects of drought stress on grain and oil yield of two cultivars of sunflower. *J Crop Sci Res Arid Reg*, 2017; 1(1):65-76. DOI: 10.22034/csrar.01.01.06

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the JCSRAR Journal. The content of this article is distributed under JCSRAR open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0) License. For more information, please visit <http://cropscience.uoz.ac.ir/?lang=en>.