مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۹، شماره ۱، سال ۱۳۹۲

اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی دو ژنوتیپ کنجد

Effect of Eliminating of Irrigation at Different Growth Stages on Seed Yield and Some Agronomic Traits of Two Sesame Genotypes

احمد آئین

استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج، جیرفت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۰

چکیده

آئین، ا. ۱۳۹۲. اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی دو ژنوتیپ کنجد. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۹ (۱):** ۷۹ - ۶۷.

این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) در مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج اجرا شد. عامل اول حذف آبیاری در پنج سطح شامل: ۱- حذف آبیاری از مرحله ۶- ۴ برگی تا قبل از شروع گلدهی، ۲- حذف آبیاری از مرحله ۶- ۴ برگی تا گلدهی کامل، ۳- حذف آبیاری از مرحله خاتمه گلدهی تا پایان فصل رشد، ۴- حذف آبیاری از مرحله ۶- ۴ برگی تا قبل از شروع گلدهی و از مرحله خاتمه گلدهی تا پایان فصل رشد، ۵- آبیاری کامل براساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A و عامل دوم شامل در ژنوتیپ کنجد (لاین JL-13 و محلی جیرفت) بود. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، درصد روغن دانه، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت. نتایج نشان داد که اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار شد. حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد باعث کاهش عملکرد دانه، اجزاء عملکرد، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد. میزان کاهش عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و هم‌چنین صفات تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در تیمار حذف آبیاری از مرحله ۶ – ۴ برگی تا قبل از شروع گلدهی، به میزان قابل توجهی کمتر از سایر تیمارهای حذف آبیاری بود و این تیمار بیشترین عملکرد دانه را بعد از شاهد تولید نمود. حذف آبیاری از مرحله ۶- ۴ برگی تا قبل از شروع گلدهی و از مرحله خاتمه گلدهی تا پایان فصل برداشت، تاثیر قابل توجهی بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد داشت و کمترین عملکرد دانه از این تیمار بدست آمد. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی لاین JL-13 در شرایط تنش خشکی و بدون تنش از عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم محلی جیرفت برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: کنجد، اجزای عملکرد دانه، شاخه فرعی، شروع گلدهی و عملکرد بیولوژیک.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده: Aien1348@yahoo.com

مقدمه

کنجد به دلیل مقاومت به خشکی و گرما، اهمیت بسیاری در توسعه کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک به عنوان کشت تابستانه دارد. حذف آبیاری‌های غیر ضروری در بعضی از مراحل مختلف رشد کنجد می‌تواند ضمن کاهش مصرف آب، کارآیی مصرف آب را در گیاه کنجد بهبود بخشد، بنابراین شناسایی این مراحل لازم و ضروری بنظر می‌رسد.

اثر زمان اعمال تنش خشکی بر عملکرد دانه ممکن است به اندازه شدت تنش آب اهمیت داشته باشد. تنش شدید و نسبتاً کوتاه در طول رشد رویشی ممکن است روی عملکرد تاثیر نداشته باشد. در گونه‌های دارای رشد نامحدود به علت آنکه استعداد گلدهی برای مدت طولانی دارند به اندازه گیاهان رشد محدود نسبت به تنش آب حساس نیستند (Gardner *et al*., 1985). حساس‌ترین مراحل رشد نسبت به تنش خشکی در کنجد مرحله گلدهی و پر شدن دانه (Jain *et al*., 2010)، در گلرنگ مرحله غنچه‌دهی و گلدهی (Omidi, 2009)، در لوبیا مرحله پر شدن دانه (Nielsen and Nelson, 1998) و در سویا مراحل حد واسط دانه‌بندی و اواخر غلاف‌بندی (Brevedan and Egli, 2003; Gardner *et al*., 1985) گزارش شده است.

اسکندری و همکاران (Eskandari *et al*., 2010) با ارزیابی کارائی مصرف آب و عملکرد دانه ارقام کنجد در شرایط آبیاری متفاوت، گزارش نمودند که با افزایش شدت کمبود آب ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کاهش یافت. آنها همچنین نشان دادند که بیشترین کارائی مصرف آب در شرایط کمبود شدید آب بدست آمد. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al*., 2005) نیز بیان داشتند که تیمارهای مختلف آبیاری تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، زیست توده، عملکرد دانه، عملکرد روغن و شاخص برداشت کنجد دارد.

جین و همکاران (Jain *et al*., 2010) در بررسی اثر تنش خشکی بر رشد و خصوصیات مرتبط با عملکرد در کنجد نشان دادند که تنش خشکی در مرحله گلدهی تاثیر قابل توجهی بر ارتفاع بوته، اندازه کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته و وزن خشک ریشه داشت. مورتی و بهاتیا (Murty and Bhatia, 1990; Murty and Bhatia, 1990) در بررسی اثر تنش خشکی بر روی کنجد رقم TC-25، گزارش نمودند که در تمامی سطوح تنش در مقایسه با آبیاری شاهد (دو مرتبه آبیاری در هفته) رشد اندام‌های رویشی کاهش یافت. در تنش ملایم (یک مرتبه آبیاری در هفته) تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مشاهده نشد. در تنش متوسط (یک مرتبه

آبیاری در دو هفته) زیست توده کاهش یافت، بدون اینکه در عملکرد دانه کاهش معنی‌داری بوجود بیاید. اما در تنش شدید (یک مرتبه آبیاری در سه هفته) کاهش چشمگیری در عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه مشاهده شد.

سریدهار و همکاران (Sridhar *et al.*, 1997) براساس تحقیقاتی که در خصوص اثر تنش رطوبتی بر روی کنجد انجام دادند، نتیجه گرفتند که اعمال پنج مرتبه آبیاری در مراحل: ۱- یک تا هفت روز پس از کاشت، ۲- تشکیل آغازین گل یا ۲۵ روز پس از کاشت، ۳- ۵۰ درصد گلدهی یا ۳۵ روز پس از کاشت، ۴- تشکیل کپسول یا ۵۵ روز پس از کاشت و ۵- زمان پرشدن دانه ها یا ۶۵ روز پس از کاشت، در افزایش تعداد شاخه‌ها و کپسول‌ها در گیاه و عملکرد دانه نقش معنی‌دار و مؤثر دارند.

امیدی (Omidi, 2009) در بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد دانه و برخی ویژگیهای زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره نشان داد که با قطع آبیاری پس از پایان مرحله گلدهی یا شروع پر شدن دانه ضمن اینکه عملکرد دانه دچار افت چندانی نمی‌شود، در مصرف آب نیز صرفه‌جویی می‌شود. صادقی‌پور (Sadeghipour, 2008) اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش را مورد مطالعه و نتیجه‌گیری نمود که تنش خشکی در مرحله رشد زایشی مخصوصاً مرحله گلدهی و تشکیل نیام، عملکرد دانه را نسبت به اعمال تنش در سایر مراحل رشد به شدت تحت تاثیر قرار داد. بنابراین انجام آبیاری در مرحله گلدهی و تشکیل نیامها جهت دستیابی به حد اکثر عملکرد دانه ضروری و حیاتی می‌باشد.

این پژوهش به منظور بررسی اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد کنجد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی کنجد با هدف صرفه‌جوئی در مصرف آب و دستیابی به عملکرد دانه اقتصادی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) در مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج اجرا شد. عامل اول حذف آبیاری در پنج سطح شامل:

۱- حذف آبیاری از مرحله ۶- ۴ برگی تا قبل از شروع گلدهی (D_1)

۲- حذف آبیاری از مرحله ۶- ۴ برگی تا گلدهی کامل (D_2)

۳- حذف آبیاری از مرحله خاتمه گلدهی تا پایان فصل رشد (D_3)

۴- حذف آبیاری از مرحله ۶- ۴ برگ تا قبل از شروع گلدهی و از مرحله خاتمه گلدهی تا پایان فصل رشد (آبیاری کامل فقط در مرحله گلدهی) (D_4)

۵- آبیاری کامل در تمام مراحل رشد گیاه براساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A (D_5)

و عامل دوم در ژنوتیپ کنجد شامل لاین در دست معرفی JL-13 و رقم محلی جیرفت بود.

مشخصات اقلیمی و جغرافیائی محل اجرای آزمایش عبارتند از: ارتفاع از سطح دریا ۶۲۷ متر، طول جغرافیائی ۵۷ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی، عرض جغرافیائی ۲۷ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی، میانگین بارندگی سالانه ۱۷۰ میلی‌متر، میانگین رطوبت نسبی ۵۵ تا ۶۵ درصد، حداکثر درجه حرارت ۴۸ درجه سانتی‌گراد و حداقل درجه حرارت یک درجه سانتی‌گراد که در بعضی از سال‌ها به یک تا دو درجه زیر صفر نیز می‌رسد.

قبل از اجرای آزمایش، نسبت به نمونه‌برداری از عمق ۳۰ – ۰ سانتی‌متر خاک مزرعه برای انجام آزمون‌های خاک اقدام شد که ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش به شرح ذیل بود:

بافت خاک لومی شنی، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع (Ec) معادل ۱/۹۹ دسی‌زیمنس بر متر، میزان pH خاک ۷/۸، میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۳/۶ و ۲۲۰ پی‌پی‌ام بود. مقدار مواد آلی خاک بسیار ناچیز و در حدود ۰/۱ درصد بود.

عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم، دیسک و لولر در نیمه اول تیرماه انجام و سپس ردیف‌های کاشت به فواصل مورد نظر توسط فاروئر ایجاد شدند. کاشت در تاریخ ۲۰ تیر به صورت متراکم انجام و در مرحله ۴- ۲ برگی اقدام به تنک نمودن بوته‌ها شد. کودهای مورد نیاز براساس آزمون خاک مصرف گردید. روش آبیاری جوی و پشته‌ای بود. تیمارهای آزمایش از مرحله ۶ – ۴ برگی به بعد اعمال گردیدند.

در طول دوره رشد و نمو گیاه خصوصیات مهم و مؤثر در عملکرد دانه از قبیل: تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک تعیین شدند. برداشت از چهار خط میانی پس از حذف حاشیه از طرفین انجام و پس از برداشت تیمارها عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد روغن دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری و محاسبه شدند.

برای اندازه‌گیری تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته و ارتفاع بوته تعداد پنج بوته بصورت تصادفی انتخاب و صفات مذکور اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه شد. تعداد پنج کپسول از قسمت‌های مختلف بوته‌های مذکور به صورت تصادفی انتخاب و تعداد دانه در آنها شمارش و محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک تعداد سه بوته به صورت تصادفی در هر پلات انتخاب و بوته‌ها از سطح خاک قطع شده و به منظور تعیین وزن خشک آنها به مدت چهار شبانه روز در آون در دمای ۶۵ سانتی‌گراد قرار داده شدند. میزان درصد روغن تیمارها با استفاده از دستگاه

N.M.R و در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تعیین شد.

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اثر حذف آبیاری و ژنوتیپ بر تعداد کپسول در بوته معنی‌دار شد (جدول ۱). تعداد کپسول در بوته بین ۱۲/۷ تا ۵۰/۶ درصد در تیمارهای مختلف حذف آبیاری کاهش نشان داد. بیشترین درصد کاهش (۵۰/۶ درصد) مربوط به تیمار حذف آبیاری در مرحله رشد رویشی و مرحله خاتمه گلدهی تا پایان فصل رشد ($D_۴$) بود و کمترین آن در تیمار حذف آبیاری در مرحله رشد رویشی ($D_۱$) مشاهده گردید (جدول ۲).

حذف آبیاری در مرحله دانه‌بندی سبب ریزش برخی از کپسول‌ها بخصوص کپسول‌های تشکیل شده بر روی شاخه‌های فرعی گردید و بدین ترتیب تعداد کپسول در بوته کاهش یافت که با نتایج جین و همکاران (Jain *et al.*, 2010) مطابقت و هم‌خوانی دارد. دیوتا و همکاران (Dutta *et al.*, 2000) و رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2005) نیز گزارش نمودند که با افزایش فواصل آبیاری تعداد کپسول در بوته کاهش یافت.

اثر متقابل حذف آبیاری × ژنوتیپ بر تعداد کپسول در بوته معنی‌دار شد (جدول ۱). کمترین تعداد کپسول در بوته از تیمار حذف آبیاری در مرحله رشد رویشی و خاتمه گلدهی تا پایان فصل رشد (D_4) در رقم محلی جیرفت ($D_۴V_۲$) بدست آمد (جدول ۲). حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بطور معنی‌داری تعداد دانه در کپسول را کاهش داد بطوریکه حذف آبیاری در مراحل حساس دانه‌بندی و پرشدن دانه‌ها، وزن دانه را به میزان بیشتری نسبت به سایر تیمارها کاهش داد. تیمار $D_۴$ و $D_۳$ به ترتیب با ۳۲/۵ و ۲۷/۸ درصد کاهش بیشترین میزان کاهش وزن دانه را به خود اختصاص دادند. جین و همکاران (Jain *et al.*, 2010) برای کنجد، صادقی‌پور (Sadeghipour, 2008) بر روی ماش و بری‌ویدان و ایگلی (Brevedan and Egli, 2003) برای سویا نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

تأثیر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد اما بین ژنوتیپ تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۱). تیمارهای $D_۳$ و $D_۴$ بیشترین تأثیر را بر وزن هزار دانه داشتند در حالیکه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها در سویا بیشترین خسارت را بر وزن هزار دانه وارد کرد (Gardner *et al.*, 1985) که با نتایج این تحقیق مطابقت و هم‌خوانی دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه، اجزاء عملکرد، درصد روغن، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در دو ژنوتیپ کنجد در شرایط حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد

Table 1. Combind analysis of variance for seed yield and its components, seed oil content, number of latral branches, plant height, biological yield and harvest index of two sesame genotypes in eliminating of irrigation in different growth stages

			مقادیر میانگین مربعات (MS)								
S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	تعداد کپسول در بوته Capsule plant^{-1}	تعداد دانه در کپسول Seeds capsule^{-1}	وزن هزار دانه 1000 seed weight	درصد روغن دانه Seed oil content	تعداد شاخه فرعی Latral branches	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
Year (Y)	سال	1	828610.0**	2640.0**	16.0^{ns}	0.024^{ns}	-	0.938^{ns}	9176.0**	225338.8**	107.2*
Replication/Y	تکرار	4	24937.9	22.0	2.0	0.022	1.17	0.427	198.4	862.7	10.9
Genotype (G)	ژنوتیپ	1	254932.0**	763.3**	62.0*	0.001^{ns}	0.12^{ns}	1.148*	448.3*	8857.3^{ns}	392.2**
Y × G		1	2030.0^{ns}	19.3^{ns}	4.8^{ns}	0.150*	-	0.073^{ns}	405.6*	1892.8^{ns}	3.2^{ns}
Irrigation (D)	حذف آبیاری	4	1694226.0**	5872.9**	958.3**	0.579**	0.20^{ns}	2.862**	1096.7**	64224.4**	348.3**
Y × D		4	106932.4**	33.8^{ns}	32.0^{ns}	0.012^{ns}	-	0.031^{ns}	102.7^{ns}	923.5^{ns}	26.7^{ns}
D × G		4	5376.7^{ns}	129.5*	7.4^{ns}	0.011^{ns}	2.59^{ns}	0.162^{ns}	23.1^{ns}	443.8^{ns}	1.1^{ns}
Y × D × G		4	5023.6^{ns}	27.3^{ns}	10.8^{ns}	0.001^{ns}	-	0.159^{ns}	7.5^{ns}	727.8^{ns}	10.2^{ns}
Error	خطا	36	26095.9	57.8	13.4	0.032	2.58	0.258	103.2	2560.3	23.5
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		15.04	9.37	6.91	4.96	3.1	13.02	7.56	13	17.7

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: Not significant.

ns: غیرمعنی‌دار.

جدول ۲- اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها بر عملکرد و اجزاء عملکرد کنجد

Table 2. Effect of eliminating of irrigation at different growth stages, genotype and their interaction on seed yield and yield components of sesame

	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha^{-1})	درصد کاهش Reduction (%)	تعداد کپسول در بوته Capsule plant^{-1}	درصد کاهش Reduction (%)	تعداد دانه در کپسول Seed capsule^{-1}	درصد کاهش Reduction (%)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight (g)	میزان روغن (درصد) Seed oil content (%)
				ژنوتیپ Genotype				
V_1	1139.3a	-	84.7a	-	54a	-	3.63	51.91
V_2	1008.9b	-	77.6b	-	52b	-	3.62	51.79
				آبیاری Irrigation				
D_1	1326.0b	-12.9	95.3b	-12.7	60.3a	-4.7	3.68b	52.15a
D_2	1056.0c	-30.7	81.6c	-25.3	53.2b	-16.0	3.67b	51.77a
D_3	915.8d	-39.9	65.9d	-39.7	45.7c	-27.8	3.42c	51.76a
D_4	550.2e	-63.9	53.9e	-50.6	42.7c	-32.5	3.41c	51.88a
D_5	1523.0a	-	109.2a	-	63.3a	-	3.94a	51.69a
				آبیاری × ژنوتیپ Irrigation × Genotype				
V_1D_1	1371.0b	-15.6	101.2b	-13.7	61.3ab	-6.0	3.72bc	51.33a
V_1D_2	1114.0cd	-31.4	83.0cd	-29-2	54.0c	-17.2	3.67cd	51.48a
V_1D_3	979.2de	-39.7	67.5e	-42.4	47.2d	-27.6	3.38e	52.18a
V_1D_4	608.3f	-62.5	54.7f	-53.4	42.5e	-34.8	3.42e	52.78a
V_1D_5	1624.0a	-	117.3a	-	65.2a	-	3.97a	51.81a
V_2D_1	1281.0bc	-9.9	89.3c	-11.6	59.3b	-3.3	3.65cd	52.97a
V_2D_2	977.7de	-29.8	80.2d	-20.6	52.3c	-14.7	3.68c	52.06a
V_2D_3	852.3e	-40.1	64.3e	-36.3	44.2de	-27.9	3.47de	51.33a
V_2D_4	492.0f	-65.4	53.2f	-47.3	42.8e	-30.2	3.40e	50.99a
V_2D_5	1422.0b	-	101.0b	-	61.3ab	-	3.92ab	51.57a

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

V_1: JL-13 Line; V_2: Local Jiroft variety; D_1: Eliminating of irrigation from 4-6 leaf to the commencement of flowering; D_2: Eliminating of irrigation from 4-6 leaf to full flowering; D_3: Eliminating of irrigation from flowering termination to maturity; D_4: Eliminating of irrigation from 4-6 leaf to the commencement of flowering and flowering to maturity; D_5: full irrigation (control).

اثر حذف آبیاری بر روی تعداد شاخه‌های فرعی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. در بین ژنوتیپ‌های کنجد نیز از نظر تعداد شاخه فرعی اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها مربوط به اثر حذف آبیاری نشان داد که تیمارهای حذف آبیاری در مرحله رشد رویشی و مرحله خاتمه گلدهی تا پایان فصل رشد (D_4) و حذف آبیاری از مرحله ۶ – ۴ برگی تا گلدهی کامل (D_2) به ترتیب با ۳/۳۱ و ۳/۴۳ عدد شاخه فرعی

کمترین تعداد شاخه فرعی را تولید کردند (جدول ۳). حذف آبیاری در مرحله رشد رویشی نتوانست تأثیری بر تعداد شاخه فرعی در گیاه بگذارد. بررسی‌های انجام شده توسط رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2005) نیز نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح، تعداد شاخه‌های فرعی کنجد کاهش یافت. هم‌چنین تنش خشکی به خصوص قطع آبیاری از مرحله گلدهی و خورجین‌دهی به بعد در کلزا توانست تعداد شاخه‌های فرعی را کاهش دهد (Shirani Rad *et al.*, 2010).

اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). ارتفاع بوته در تمامی تیمارهای حذف آبیاری نسبت به شاهد کاهش نشان داد. بیشترین کاهش به میزان ۱۷/۶ درصد مربوط به تیمار D_4 بود و بین تیمارهای D_1، D_2 و D_3 از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). جین و همکاران (Jain *et al.*, 2010) نتایج مشابهی را گزارش نمودند. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2005) و اسکندری و همکاران (Eskandari *et al.*, 2010) نیز نشان دادند که با افزایش دور آبیاری، ارتفاع بوته کنجد کاهش یافت.

اثر متقابل حذف آبیاری × ژنوتیپ بر روی ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته نشان داد که میزان کاهش ارتفاع بوته در رقم محلی جیرفت بیشتر از رقم JL-13 بود (جدول ۳). به طوری که بیشترین میزان کاهش ارتفاع بوته به میزان ۱۹/۶ درصد از رقم محلی جیرفت و در شرایط تیمار D_4 بدست آمد. با وجود اینکه ارتفاع بوته بیشتر تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه قرار دارد، اما تنش خشکی به خصوص در مراحل رشد رویشی می‌تواند ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار دهد. جین و همکاران (Jain *et al.*, 2010) نشان دادند که تنش خشکی در مرحله گلدهی کنجد باعث کاهش ارتفاع بوته شد. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2005) و اسکندری و همکاران (Eskandari *et al.*, 2010) گزارش نمودند که با کاهش دور آبیاری و افزایش شدت کمبود آب، ارتفاع بوته کنجد کاهش یافت.

اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود، ولی ژنوتیپ و اثر متقابل حذف آبیاری × ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیک اثر معنی‌دار نداشتند (جدول ۱). با افزایش تعداد دفعات حذف آبیاری عملکرد بیولوژیک به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. بطوریکه تیمار D_4 یعنی حذف آبیاری در دو مرحله رشد رویشی و پرشدن دانه‌ها با ۳۹/۵ درصد کاهش نسبت به شاهد بیشترین میزان کاهش را داشت و بعد از آن تیمارهای D_2 و D_3

جدول ۳- اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کنجد

Table 3. Effect of eliminating irrigation at different growth stages, genotype and their interaction on latrel branches, plant height, biological yield and harvest index of sesame

	تعداد شاخه فرعی	درصد کاهش	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	درصد کاهش	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	درصد کاهش	شاخص برداشت (درصد)	درصد کاهش
	No. of latrel branches	Reduction (%)	Plant height (cm)	Reduction (%)	Biological yield (g m^{-2})	Reduction (%)	Harvest index (%)	Reduction (%)
					ژنوتیپ Genotype			
V_1	4.04a	-	131.7b	-	377.2	-	29.9a	-
V_2	3.76b	-	137.2a	-	401.5	-	24.8b	-
					آبیاری Irrigation			
D_1	4.25a	-1.6	137b	-7.4	422.7b	-14.4	31.8a	1.3
D_2	3.43b	-20.6	133b	-10.1	361.9c	-26.7	29.2ab	-7.0
D_3	4.2a	-2.8	132b	-10.8	369.3c	-25.2	25.6b	-18.5
D_4	3.31b	-23.4	122c	-17.6	298.8d	-39.5	18.8c	-40.1
D_5	4.32a	-	148a	-	494a	-	31.4a	-
					آبیاری × ژنوتیپ Irrigation × Genotype			
V_1D_1	4.47ab	-3.2	135bc	-5.6	408.7cd	-15.3	34.1a	0.0
V_1D_2	3.47cd	-24.9	130cde	-9.1	356.7de	-26.1	31.4ab	-7.9
V_1D_3	4.3ab	-6.9	129cde	-9.8	348def	-27.9	28.6abc	-16.1
V_1D_4	3.35d	-27.5	121e	-15.4	290.2f	-39.8	21.4de	-37.2
V_1D_5	4.62a	-	143ab	-	482.5ab	-	34.1a	-
V_2D_1	4.03abc	0.2	139bc	-9.1	436.7bc	-13.6	29.5ab	2.8
V_2D_2	3.4d	-15.4	136bc	-11.1	367.2de	-27.3	26.9bcd	-6.3
V_2D_3	4.1ab	2.0	134bcd	-12.4	390.7cd	-22.7	22.7cd	-20.9
V_2D_4	3.27d	-18.6	123de	-19.6	307.5ef	-39.2	16.2e	-43.5
V_2D_5	4.02abc	-	153a	-	505.5a	-	28.7abc	-

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

V_1: JL-13 Line; V_2: Local Jiroft variety; D_1: Eliminating of irrigation from 4-6 leaf to the commencement of flowering; D_2: Eliminating of irrigation from 4-6 leaf to full flowering; D_3: Eliminating of irrigation from flowering termination to maturity; D_4: Eliminating of irrigation from 4-6 leaf to the commencement of flowering and flowering to maturity; D_5: full irrigation (control).

قرار گرفتند (جدول ۳). کاهش عملکرد بیولوژیک ناشی از کاهش فتوسنتز و تجمع ماده خشک در اندامهای مختلف گیاه است. با توجه به اینکه در مرحله رشد رویشی تجمع ماده خشک بیشتری در اندامهای مختلف گیاه از جمله ساقه‌ها و برگها صورت می‌گیرد، بنابراین قطع آبیاری در این مرحله و به خصوص هنگامی که همراه با قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بود، سبب کاهش فتوسنتز و تجمع ماده خشک و در نهایت

کاهش عملکرد بیولوژیک شد. اسکندری و همکاران (Eskandari *et al.*, 2010)، رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2005) و مورتی و همکاران (Murty *et al.*, 1990) نیز نشان دادند که با افزایش فواصل آبیاری عملکرد بیولوژیک کنجدکاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت و هم‌خوانی دارد.

بین تیمارهای مختلف حذف آبیاری و ژنوتیپ از نظر شاخص برداشت (HI) اختلاف بسیار معنی‌داری ($P \leq$ ٪۱) وجود داشت (جدول ۱). لاین JL-13 با شاخص برداشت ۲۹/۹ درصد برتر از رقم محلی جیرفت بود (جدول ۳). بنابراین شاخص برداشت را می‌توان بعنوان معیار انتخاب ارقام متحمل به خشکی در نظر گرفت.

در بین تیمارهای حذف آبیاری بیشترین شاخص برداشت به میزان ۳۱/۸ درصد در تیمار حذف آبیاری از مرحله ۶ – ۴ برگی تا شروع گلدهی (D_1) بدست آمد که با شاهد (آبیاری کامل) در یک گروه قرار گرفت (جدول ۳). بنابراین حذف آبیاری در مرحله رشد رویشی تا قبل از شروع گلدهی تأثیر معنی‌داری بر میزان شاخص برداشت نداشت، ولی حذف آبیاری در مراحل گلدهی و دانه‌بندی (تیمارهای D_2، D_3 و D_4) به دلیل تأثیر تنش خشکی بر اجزاء عملکرد دانه بخصوص تعداد کپسول در بوته توانست شاخص برداشت را بطور معنی‌داری کاهش دهد. کمترین شاخص برداشت به میزان ۱۸/۸ درصد از تیمار D_4 بدست آمد. بنابراین در کنجد اثر حذف آبیاری در مراحل گلدهی و دانه‌بندی بر عملکرد دانه بیشتر از عملکرد بیولوژیک می‌باشد. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2005) در کنجد، رایت و همکاران (Wright *et al.*, 1995) و سینکی و همکاران (Sinaki *et al.*, 2007) در کلزا گزارش نمودند که شاخص برداشت در شرایط حذف آبیاری (کمبود آب) کاهش یافت.

حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بطور معنی‌داری عملکرد را نسبت به شاهد (آبیاری کامل) کاهش داد (جدول ۲). بیشترین میزان کاهش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۵۵/۳ و ۴۲/۶ درصد در تیمار حذف آبیاری در مرحله رشد رویشی و مرحله خاتمه گلدهی تا رسیدگی کامل (D_4) و تیمار حذف آبیاری در مرحله خاتمه گلدهی تا رسیدگی کامل (D_3) رخ داد. این در حالی است که این دو تیمار با یکدیگر تفاوت معنی‌دار نداشتند و در یک گروه قرار گرفتند. کمترین میزان کاهش عملکرد دانه (۱۲/۹ درصد) در تیمار حذف آبیاری از مرحله ۶ – ۴ برگی تا قبل از شروع گلدهی (D_1) با حذف دو نوبت آبیاری نسبت به شاهد بدست آمد. تیمار D_1 با تولید عملکرد دانه ۱۳۲۶ کیلوگرم در هکتار بعد از شاهد در گروه دوم قرار گرفت (جدول ۲). این مطلب بیانگر این است که حذف آبیاری در مراحل رشد رویشی (۶ – ۴ برگی تا قبل از شروع گلدهی) تأثیر

کمتری بر روی عملکرد دانه دارد.

حذف آبیاری در مرحله دانه‌بندی (تیمارهای D_3 و D_4)، احتمالاً بدلیل ریزش کپسول‌ها و کاهش میزان سنتز مواد فتوسنتزی و انتقال آنها به دانه، باعث کاهش اجزاء عملکرد و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود. گزارشات متعددی حاکی از آن است که زمان وقوع تنش کم آبی مهم‌تر از شدت تنش است و تنش شدید و نسبتاً کوتاه در طول دوره رشد رویشی ممکن است اثری بر عملکرد نداشته باشد (Gardner *et al*., 1985). کاهش عملکرد دانه در شرایط کم آبیاری و یا حذف آبیاری در برخی از مراحل رشد، در گیاهان مختلف زراعی رشد نامحدود از جمله کنجد (Jain *et al*., 2010)، سویا (Brevedan and Egli, 2003)، لوبیا (Nielsen and Nelson, 1998) و ماش (Sadeghipour, 2008) گزارش شده است. میزان کاهش عملکرد دانه در شرایط محدودیت آبیاری بستگی به گونه و رقم گیاهی، شرایط محیطی و مرحله اعمال تنش بسیار متفاوت می باشد. گزارشات مذکور حاکی است که مرحله گلدهی و دانه‌بندی در گیاهان مذکور، حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی می‌باشد که با نتایج این بررسی مطابقت و هم‌خوانی دارد.

کنجد بعنوان یک گیاه متحمل به خشکی شناخته شده است و براساس گزارش مورتی و بهاتیا (Murty and Bhatia, 1990) در تنش ملایم (یک مرتبه آبیاری در هفته) تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مشاهده نشد و در تنش متوسط (یک مرتبه آبیاری در دو هفته) عملکرد بیولوژیک کاهش یافت بدون آنکه در عملکرد دانه اثر معنی‌داری بوجود بیاید. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al*., 2005) گزارش نمودند که دور آبیاری ۱۴ روزه ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، عملکرد اقتصادی قابل قبولی را نیز تولید می‌کند. اما در عین حال در بسیاری گزارشات نشان داده شده است که عملکرد کنجد در تنش‌های شدید خشکی و کم آبیاری تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از جمله اسکندری و همکاران (Eskandari *et al*., 2010) گزارش نمودند که با افزایش شدت کمبود آب (از ۱۵۰ به ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) عملکرد دانه در واحد سطح کاهش یافت. مورتی و بهاتیا (Murty and Bhatia, 1990) نیز کاهش قابل ملاحظه عملکرد را در تنش شدید خشکی (یک مرتبه آبیاری در ۳ هفته) گزارش نمودند.

با توجه به بحران کمبود آب و فراگیری خشکسالی‌ها در کشور از نتایج این آزمایش نتیجه‌گیری می‌شود که می‌توان با حذف آبیاری از مرحله ۶-۴ برگی تا قبل از شروع گلدهی کنجد (به تعداد دو نوبت آبیاری کمتر نسبت به شاهد) ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب عملکرد دانه اقتصادی بدست آورد.

References

Brevedan, R. E., and Egli, D. B. 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence and yield of soybean. Crop Science 43: 2083-2088.

Dutta, P., Jana, K., Bandyopadhyay, P., and Maity, D. 2000. Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to irrigation. Indian Journal of Agronomy 54: 613-616.

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 (1): 39-51 (In Persian).

Gardner, F. P., Pearce, R. B., and Mitchell, R. L. 1985. Physiology of crop plants. Ames, Iowa State University Press. 478 pp.

Jain, S., Yue-Lioang, R., Mei-wang, L. E., Ting-Xian, Y., Xiao-Wen, Y., and Hong-Ving, Z. 2010. Effect of drought stress on sesame growth and yield characteristics and comprehensive evaluation of drought tolerance. Chinese Journal of Oil Crops Sciences 4: 42-48

Murty, G. S. A., and Bhatia, C. R. 1990. Effect of recurring water stress on growth, yield and other agronomic characters in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 5: 4-10.

Nielsen, D. C., and Nelson, N. O. 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop Science 38: 422-427.

Omidi, A. H. 2009. Effect of drought stress at different growth stages on seed yield and some agro-physiological traits of three spring safflower cultivars. Seed and Plant Production Journal 25-2(1):15-31 (In Persian).

Rezvani Moghaddam, P., Norozpoor, Gh., Nabati, J., and Mohammad Abadi, 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).

Sadeghipour, O. 2008. Effect of withholding irrigation at different growth stages on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiate* L. wilczek) varieties. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 4 (5): 590 – 594.

Shirani Rad, A. H., Naeemi, M., and Nasr Esfahani, Sh. 2010. Evalution of terminal

drought stress tolerance in spring and winter rapeseed genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 12(2): 112-126 (In Persian).

Sinaki, J. M., Majidi Heravan, E., and Shirani Rad, A. H. 2007. Effect of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 2 (4): 417-422.

Sridhar, P., Subramaniyan, K., and Umarani, R. 1997. Effect of nitrogen and irrigation levels on the yield of sesame. Sesame and Safflower Newsletter 12: 41-43.

Wright, P. R., Morgan, J. M., Jossop, R. S., and Cass, A. 1995. Comparative adaptation of canola and Indian mustard to soil water deficit. Field Crops Research 42: 1-13.