

تعیین زمان قطع آبیاری ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط شمال خوزستان

سید احمد کلانتر احمدی^{۱*} و قدرت‌اله فتحی^۲

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول

۲. استاد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۱۸ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱۱/۱۱)

چکیده

به منظور ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های کلزا نسبت به قطع آبیاری، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به مدت دو سال در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد به مورد اجرا گذاشته شد. عامل اصلی شامل قطع آبیاری در چهار سطح (قطع آبیاری در مراحل پایان گلدهی، پایان خورجین‌دهی، ۱۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی و ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی) و عامل فرعی نیز شامل چهار ژنوتیپ بود (SG10-86369، SG19-86369، SG63-86369 و Hyola401). نتایج تجزیه مرکب آزمایش نشان داد که اثر سال، قطع آبیاری، ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ نشان داد که حداکثر تعداد خورجین در بوته (۹۷/۶۲) در شرایط قطع آبیاری در مرحله ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی به ژنوتیپ Hyola401 و حداقل مقدار (۳۷/۴۴) نیز در شرایط قطع آبیاری در پایان گلدهی به ژنوتیپ SG10-86369 اختصاص یافت. بیشترین وزن هزاردانه (۴/۱۸ گرم) نیز در تیمار قطع آبیاری در مرحله ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی و ژنوتیپ Hyola401 مشاهده شد. واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به زمان قطع آبیاری متفاوت بود. بیشترین عملکرد دانه (۲۷۴۳/۵ کیلوگرم در هکتار) به ژنوتیپ Hyola401 و قطع آبیاری در مرحله ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی و کمترین عملکرد دانه (۱۴۶۵/۸۳ کیلوگرم در هکتار) به ژنوتیپ SG63-86369 و قطع آبیاری در مرحله پایان گلدهی اختصاص یافت. با توجه به اینکه واکنش ژنوتیپ Hyola401 نسبت به قطع آبیاری در مراحل ۱۰ و ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی یکسان است، می‌توان زمان مناسب برای قطع آبیاری را مرحله ۱۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی است.

واژه‌های کلیدی: آخرین آبیاری، خشکی، رقم، کلزا.

مقدمه

افزایش تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود (Gunacekera et al., 2001). بیشتر محصولات زراعی از جمله کلزا نسبت به تنش آب در طول مراحل گلدهی تا پر شدن دانه حساس‌اند (Dogan et al.,

رطوبت کافی خاک در مراحل رشد رویشی و گلدهی سبب تقویت رشد ریشه، افزایش سطح برگ، افزایش طول عمر برگ، طولانی‌تر شدن طول دوره گلدهی،

کم‌آبیاری در مراحل گلدهی، خورجین‌دهی و پر شدن دانه به‌ترتیب موجب کاهش عملکرد دانه به‌مقدار ۲۴/۶۸، ۱۴/۳۲ و ۱۱ درصد شد (Kalantar Ahmadi, 2007).

در منطقه شمال خوزستان مرحله نمو خورجین‌ها و دانه‌بندی در اسفندماه، مصادف با ابرناکی هوا است. از این‌رو شرایطی به‌وجود می‌آید که کشاورزان آبیاری را با تردید انجام می‌دهند و در مواردی بر اثر عدم آبیاری و ایجاد تنش خشکی ناشی از آن، عملکرد دانه کاهش می‌یابد. بررسی نتایج پژوهش‌ها، بیانگر لزوم شناخت تأثیر فاکتورهای به‌زرعی از جمله قطع آبیاری و ژنوتیپ در بهبود کشت کلزا است. از این‌رو به‌دلیل نبود اطلاعات کافی این آزمایش با هدف ارزیابی تعیین زمان قطع آبیاری بر عملکرد ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط شمال خوزستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این طرح به‌صورت آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول و به‌مدت دو سال زراعی اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی - رسی با $pH=7/64$ و $EC=0/57$ دسی‌میس بر متر بود. نتایج حاصل از تجزیه خاک نشان داد که وضعیت خاک از نظر مواد آلی ۰/۷۲ درصد، فسفر ۸/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و پتاسیم ۱۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به‌صورت پایه مصرف شد. مقدار نیتروژن مصرفی نیز به‌مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. کود نیتروژن در سه مرحله (یک‌سوم قبل از کاشت، یک‌سوم در مرحله ساقه رفتن و یک‌سوم در اوایل گلدهی به‌طور مساوی مصرف شد. به‌منظور اجرای آزمایش در هر سال قطعه زمینی مناسب و یکنواخت انتخاب شد و در مهرماه پس از آبیاری اولیه (ماخار) اقدام به تهیه زمین شامل گاوآهن، دیسک، ماله و کودپاشی شد. قبل از کاشت عملیات سمپاشی به‌وسیله علف‌کش ترفلان، به‌مقدار ۲ لیتر در هکتار به‌منظور دفع علف‌های هرز به‌صورت خاک کاربرد به‌کار رفت و سپس با استفاده از فاروئر ردیف‌های

(2007) و هر گونه تنش رطوبتی در مراحل رویشی، گلدهی و پر شدن دانه، به‌طور چشمگیری عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Muhammad *et al.*, 2007).

تنش رطوبتی در کلزا موجب کاهش تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، اندازه دانه و تعداد دانه در خورجین می‌شود (Jensen *et al.*, 1996). تنش اولیه آب در مرحله رشد خورجین‌ها و تعداد آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، درحالی‌که تنش در زمان دیرتر بر تعداد دانه در خورجین اثر دارد (Kimber, 1995). نتایج بررسی سه تیمار بدون آبیاری، آبیاری در زمان گلدهی و آبیاری در مرحله گلدهی و مرحله تشکیل خورجین بر عملکرد دانه کلزا، نشان داد که کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار بدون آبیاری و بیشترین میزان این صفت ناشی از تیمار دو بار آبیاری بود. از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش تعداد دفعات آبیاری، عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد (Ghosh *et al.*, 1994). کمبود آب در مرحله گرده‌افشانی یا پر شدن دانه در گیاه کلزا، کاهش معنی‌دار تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین را در پی دارد (Niknam & Turner, 2003). حساس‌ترین مرحله رشد گیاه کلزا، مرحله گلدهی و پر شدن دانه است (Shirani Rad, 2000). تأمین آب در شروع مرحله رشد خورجین‌ها، اهمیت زیادی دارد، ولی تنش آب در ابتدای دوره رشد خورجین‌ها بر تعداد خورجین تأثیر می‌گذارد، حال آنکه تنش آب در بعد از این مرحله، تعداد دانه در خورجین را متأثر می‌سازد (Mendham & Salisbury, 1995). تعداد دانه در خورجین اساساً به عملکرد نهایی دانه در کلزا کمک می‌کند و وزن هزاردانه نیز بیانگر مقدار نمو دانه است که عامل مهم و تعیین‌کننده عملکرد دانه است و نقش مهمی در نشان دادن پتانسیل عملکرد یک رقم بازی می‌کند (Sana *et al.*, 2003). همچنین گزارش شده که در شرایط محدود شدن آب، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در گیاه و همچنین وزن هزاردانه به‌شدت کاهش می‌یابد (Poma *et al.*, 1999). Kalantar Ahmadi (2007) اظهار داشت که اعمال تنش کم‌آبیاری سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود و این کاهش در مراحل مختلف رشد کلزا متفاوت است و کمترین عملکرد دانه (۱۹۶۳/۸۸ kg/ha) در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی مشاهده شد. اعمال تنش

به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم‌افزار MSTATC مناسب‌ترین تیمار معرفی شد.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته

نتایج تجزیه مرکب آزمایش نشان داد که اثر ساده سال، قطع آبیاری، ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل قطع آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد خورجین در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). کاهش تعداد خورجین در بوته در سال اول آزمایش در مقایسه با سال دوم را می‌توان به تأخیر در تاریخ کاشت در سال اول در مقایسه با سال دوم نسبت داد. علاوه بر تأخیر در تاریخ کاشت و کمتر شدن طول دوره رشد ناشی از آن، بالاتر بودن میانگین دما در اسفند در سال اول (۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد) در مقایسه با سال دوم (۱۶/۶ درجه سانتی‌گراد) نیز در کاهش تعداد خورجین در بوته مؤثر بود. بررسی شکل ۱ نشان می‌دهد که واکنش تعداد خورجین در بوته ژنوتیپ‌ها نسبت به مرحله قطع آبیاری متفاوت است. مراحل گلدهی و خورجین‌دهی از نظر نیاز به آب جزء مراحل بحرانی است و در صورت عدم تأمین آب کافی در این مراحل تعداد خورجین در بوته کاهش معنی‌داری را به دنبال خواهد داشت. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ در دو سال آزمایش نشان داد که ژنوتیپ Hyola401 در تیمارهای قطع آبیاری در مراحل رسیدگی ۱۰ و ۳۰ درصد خورجین‌های ساقه اصلی از بیشترین تعداد خورجین در بوته برخوردار بود (شکل ۱). حداقل تعداد خورجین در بوته (۳۷/۴۴) به ژنوتیپ SG10-86369 و قطع آبیاری در پایان گلدهی اختصاص یافت (شکل ۱). ژنوتیپ SG63-86369 دارای بیشترین تعداد خورجین در بوته در شرایط قطع آبیاری در پایان خورجین‌دهی بود، اما سایر ژنوتیپ‌ها از تعداد خورجین در بوته کمتری برخوردار بودند. به بیان دیگر می‌توان گفت که با قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی ژنوتیپ‌های SG10-86369، SG19-86369 و Hyola401 قادر به تکمیل چرخه رشدی خود نبودند. این نتایج با یافته‌های شیرانی راد مبنی بر کاهش تعداد غلاف در اثر قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی مطابقت داشت (Shirani Rad, 2000). با توجه به کاهش تعداد

با فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد شد. تاریخ کاشت در سال‌های اول و دوم آزمایش به ترتیب اول آذر و ۱۰ آبان بود. فاکتور اصلی شامل چهار تیمار قطع آبیاری (پایان گلدهی: I1، خورجین‌دهی کامل: I2، ۱۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی: I3 و ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی: I4) و فاکتور فرعی شامل چهار ژنوتیپ (V1:SG10-86369، V2:SG19-86369، V3:SG63-86369 و Hyola401) بود. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، لاین‌های امیدبخش بوده که برخی آزمایش‌های مربوط به سازگاری آنها انجام گرفته است. تاریخ کاشت در سال‌های اول و دوم آزمایش به ترتیب ۳۰ و ۱۰ آبان بود. هر کرت فرعی شامل چهار پشته شش متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از همدیگر بود و هر کرت فرعی نیز با یک فارو به صورت نکاشت از کرت فرعی کناری جدا شد. بین کرت‌های فرعی نیز به منظور جلوگیری از نفوذ آب تیمارهای مختلف، دو فارو به عنوان فاصله در نظر گرفته شد. آرایش کاشت به صورت دو ردیف روی پشته ۷۵ سانتی‌متری بود. پس از کاشت نیز در مرحله ۴-۲ برگی نسبت به تنک کردن بوته‌ها به منظور ایجاد تراکم ۸۰ بوته در متر مربع اقدام شد. عملیات داشت و کنترل علف‌های هرز به صورت دستی برحسب نیاز انجام گرفت. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه، تعداد ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و صفات مذکور اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه نیز پس از حذف حاشیه (دو خط کناری هر کرت و ۱ متر ابتدا و انتهای هر کرت)، از هر کرت سطحی به مساحت ۴/۸ متر مربع برداشت شد. قبل از خرمن‌کوبی بوته‌ها نسبت به توزین بوته‌ها به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک اقدام شد. برای محاسبه صفت تعداد دانه در خورجین، ۱۰۰ خورجین از ۱۰ بوته مذکور که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند، جدا شده و دانه‌های به‌دست‌آمده از آنها به وسیله دستگاه بذرشمار الکتریکی شمارش شده و با استفاده از میانگین‌گیری تعداد دانه در خورجین محاسبه شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن نیز از هر تیمار یک نمونه ۳۰ گرمی انتخاب و به وسیله روش NMR در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی کرج اندازه‌گیری شد. در پایان با استفاده از تجزیه واریانس طرح و مقایسه میانگین

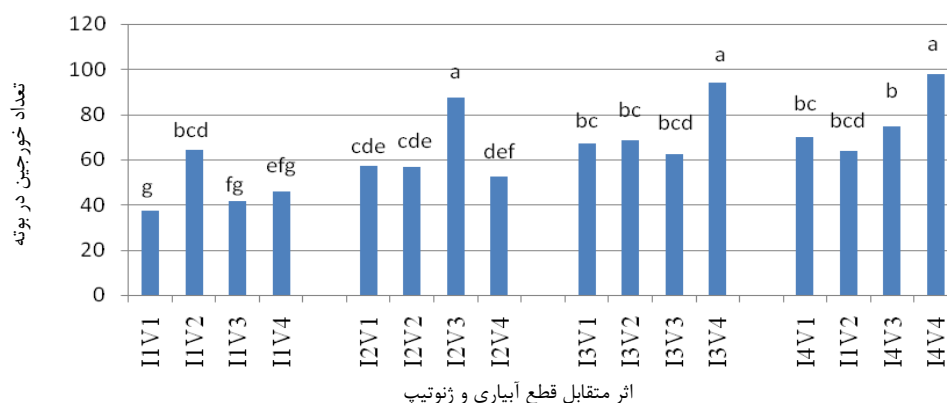
نتایج با یافته‌های (Mendham *et al.* 1984) نیز مطابقت داشت. حساس‌ترین زمان برای آبیاری کلزا، مرحله گلهی و اوایل خورجین‌دهی است (Richards & Thurling, 1978).

خورجین در بوته در واکنش به اعمال تنش رطوبتی در مرحله گلهی و خورجین‌دهی باید از ارقامی استفاده کرد که از تعداد دانه در خورجین (Hyola401) و وزن هزاردانه (SG10-86369) بالاتری برخوردار باشند. این

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا تحت تأثیر قطع آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد روغن
سال	۱	۱۵۳۱۳/۹۳**	۸۱۸/۹۸**	۱۴/۳۶**	۱۹۶۶۲۶۳۸/۲۹**	۲۲۹۸۵۹۸۲۲**	۲۵۵/۶۰**	۵/۹۱ ^{ns}
سال × تکرار	۴	۵۰۳/۴۴ ^{ns}	۶/۶۹*	۰/۱۰۶ ^{ns}	۱۱۳۹۳۴/۰۲ ^{ns}	۴۸۷۴۷۳/۶۸ ^{ns}	۹/۲۹ ^{ns}	۹/۹۶ ^{ns}
قطع آبیاری	۳	۴۱۳۱/۳۷**	۱۰/۹۱**	۲/۸۰**	۱۷۵۹۲۱۰/۹**	۱۲۱۶۰۴۷/۱۸ ^{ns}	۱۴۸/۹۹**	۲۴/۳۴ ^{ns}
سال × قطع آبیاری	۳	۱۷/۸۰ ^{ns}	۲/۹۲ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۲۹۵۳۳۰/۰۶ ^{ns}	۵۴۰/۳۲**	۳۹/۵۱ ^{ns}	۱۵/۳۰ ^{ns}
خطا	۱۲	۲۲۹/۱۳	۱/۵۸	۰/۳۷	۱۸۲۲۹۵/۰۷	۹۸۰۴۸۷/۵۷	۱۵/۸۳	۱۶/۲۴
ژنوتیپ	۳	۸۹۷/۹۳**	۴۸/۶۹**	۰/۷۸۷*	۹۱۳۱۶۴/۳۲**	۳۰۸۱۹۴۵/۲۶**	۱۲۲/۷۴**	۸۴/۲۷**
سال × ژنوتیپ	۳	۳/۰۸ ^{ns}	۲/۹۹ ^{ns}	۰/۰۳۹ ^{ns}	۱۱۱۳۰۷/۲۵ ^{ns}	۱۷۰/۱۲۲ ^{ns}	۱۰/۴۹ ^{ns}	۱۴/۵۷ ^{ns}
قطع آبیاری × ژنوتیپ	۹	۱۳۴۴/۸۱**	۲۰/۸۴**	۱/۰۶**	۲۶۵۲۳۷/۶۵**	۱۳۲۸۸۰۵/۲۶*	۲۳/۱۸**	۱۶/۲۰ ^{ns}
سال × قطع آبیاری × ژنوتیپ	۹	۵/۷۸ ^{ns}	۱/۰۸ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۸۰۵۹۴/۶۳ ^{ns}	۲۱۶۸/۰۵ ^{ns}	۸/۳۳ ^{ns}	۱۴/۵۵ ^{ns}
خطا	۴۸	۱۱۴/۹۵	۵/۰۶	۰/۲۰۸	۵۸۷۶۸/۷۴	۴۷۸۴۷۶/۰۵	۴/۹۸	۱۸/۱۷
CV (%)		۱۶/۴۶	۸/۳۵	۱۴/۷۶	۱۱/۸۸	۶/۴۳	۱۱/۸۸	۹/۹۰

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد / ns: نبود اختلاف معنی‌دار



شکل ۱. اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر تعداد خورجین در بوته در کلزا

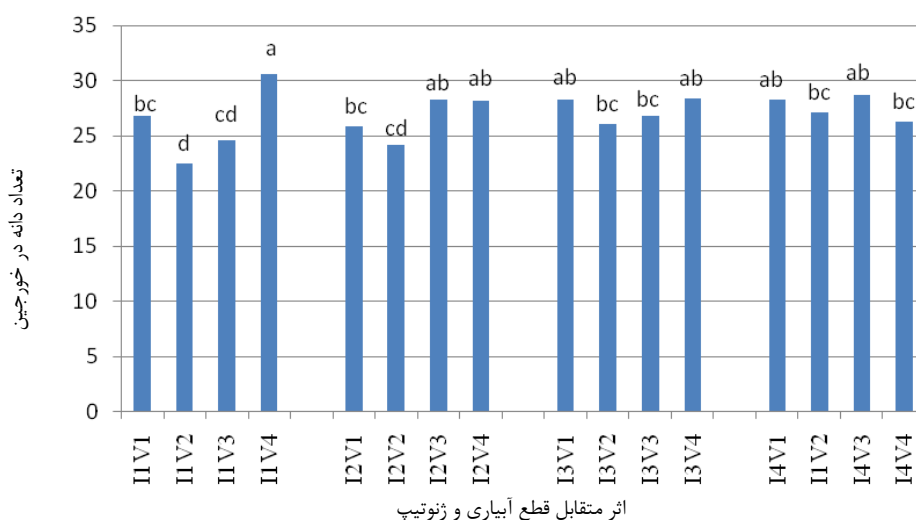
سایر ژنوتیپ‌ها از تعداد دانه در خورجین بیشتری برخوردار بود. اصولاً می‌توان کاهش تعداد دانه در خورجین در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلهی را ناشی از اثر منفی تنش خشکی بر گرده‌افشانی و بارور شدن گل‌ها دانست. روند تغییرات تعداد دانه در خورجین در نتیجه اعمال تنش کم‌آبیاری در مقایسه با تعداد خورجین در بوته و وزن هزاردانه از واکنش کمتری برخوردار بود. به عبارت دیگر تعداد دانه در خورجین کمتر تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری قرار گرفت. تأمین آب

تعداد دانه در خورجین

تجزیه مرکب آزمایش نشان می‌دهد که اثر ساده سال، قطع آبیاری و ژنوتیپ بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر متقابل قطع آبیاری × ژنوتیپ نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). سایر اثرهای متقابل تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در خورجین نداشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ در دو سال آزمایش برای صفت تعداد دانه در خورجین (شکل ۲) نشان داد که ژنوتیپ Hyola401 نسبت به

تنش و کاهش میزان مواد فتوسنتزی از میزان رشد خورجین و در نهایت مساحت آنها به‌ویژه هنگام پر شدن دانه کاسته می‌شود و کاهش مساحت خورجین‌ها افت عملکرد دانه را نیز به‌دنبال دارد (Wright *et al.*, 1995). به‌نظر می‌رسد کاهش فتوسنتز و ارسال فرآورده‌های فتوسنتزی به خورجین‌ها در اثر خشکی مهم‌ترین عامل کاهش طول خورجین و به‌دنبال آن تعداد دانه در خورجین باشد (Campble, 1997). تأمین آب در شروع مرحله رشد خورجین‌ها، اهمیت زیادی دارد، ولی تنش آب در ابتدای دوره رشد خورجین‌ها بر تعداد خورجین تأثیر می‌گذارد، حال آنکه تنش آب در بعد از این مرحله، تعداد دانه در خورجین را متأثر می‌سازد (Mendham & Salisbury, 1995). تأمین آب کافی به‌ویژه در مراحل گلدهی و رشد و توسعه خورجین‌ها در کلزا موجب افزایش تعداد دانه در خورجین و در نتیجه عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود (Mendham & Salisbury, 1995). به‌طور کلی می‌توان گفت که هرچه تعداد دانه در خورجین بیشتر باشد، مخزن بزرگ‌تری برای مواد فتوسنتزی تولیدشده از طریق گیاه ایجاد می‌شود و عدم کمبود آب زمینه نمو دانه را فراهم می‌کند و این امر با افزایش عملکرد دانه همراه می‌شود.

هنگام گلدهی و اوایل رشد خورجین، و هنگامی که خورجین‌ها و دانه‌ها در حال شکل‌گیری هستند، حساس و حیاتی است. Mohammad *et al.* (2007) گزارش کردند که تنش در مرحله گلدهی، با کاهش ذخایر مواد هیدروکربنه، نمو دانه در خورجین‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب سقط دانه‌ها در خورجین می‌شود. تعداد دانه در خورجین مربوط به ژنوتیپ SG19-86369 در شرایط قطع آبیاری در مراحل پایان گلدهی و خورجین‌دهی در یک گروه آماری قرار داشتند و مقدار آن به‌طور معنی‌داری کمتر از قطع آبیاری در مراحل ۱۰ و ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی بود (شکل ۲). به استثنای ژنوتیپ SG19-86369 روند تغییرات تعداد دانه در خورجین سایر ژنوتیپ‌ها به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای قطع آبیاری قرار نگرفت (شکل ۲). ژنوتیپی که در شرایط عدم تنش تعداد خورجین کمتری تولید کرد (ژنوتیپ SG19-86369)، میزان کاهش تعداد خورجین در بوته در اثر تنش آبیاری ناشی از قطع آبیاری در مرحله پایان گلدهی در آن کمتر بود (شکل ۱)، ولی تعداد دانه در خورجین این ژنوتیپ نسبت به ژنوتیپ‌های دارای تعداد خورجین بیشتر در مقابل تنش خشکی حساس‌تر بود (شکل ۲). با بروز



شکل ۲. اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر تعداد دانه در خورجین

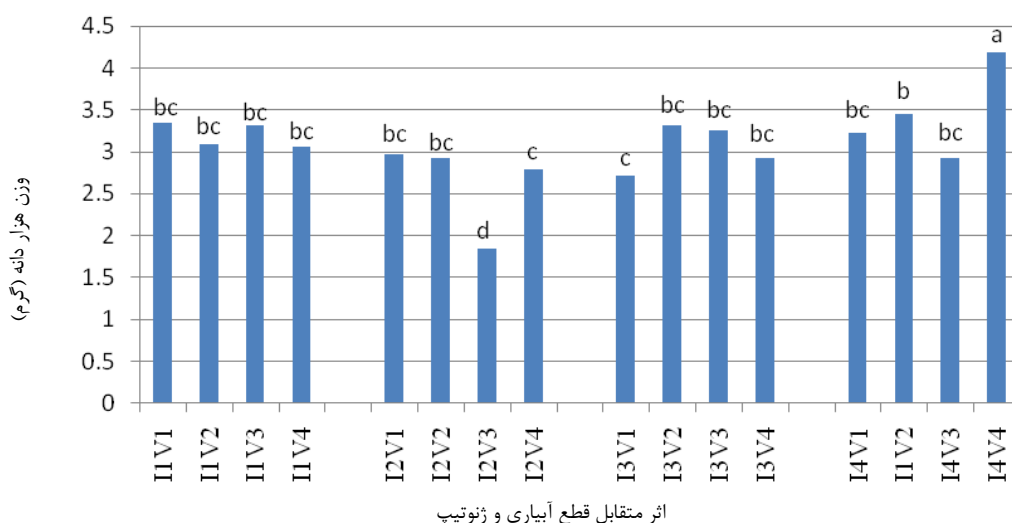
و ژنوتیپ بر وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر سال نشان داد که بیشترین (۳/۴۷ گرم) و کمترین (۲/۷ گرم) وزن

وزن هزاردانه

تجزیه مرکب آزمایش نشان داد که اثرهای ساده سال، قطع آبیاری، ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل قطع آبیاری

گلدهی تا پایان دوره رشد و قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی تا پایان دوره رشد موجب بروز اختلاف معنی‌داری در وزن هزاردانه ارقام SG10-86369، SG19-86369 و Hyola401 نشد، ولی در ژنوتیپ SG63-86369 کاهش وزن هزاردانه را به‌دنبال داشت (شکل ۳). بیشتر بودن تعداد خورجین در بوته در ژنوتیپ SG63-86369 در شرایط قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی تا پایان دوره رشد (شکل ۱) موجب کاهش وزن هزاردانه این ژنوتیپ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها شد. اندازه نهایی دانه در مقایسه با اجزای عملکرد که زودتر تشکیل می‌شوند، کمتر تغییر می‌کند و از این رو یک راه برای رسیدن به بیشترین عملکرد دانه این است که تا جایی که اندازه گیاه زراعی اجازه می‌دهد تعداد زیادی دانه در خورجین حفظ شود و سپس اجازه داده شود تا شرایط محیطی غالب، سرعت و دوام پر شدن دانه را تعیین کنند (Azizi *et al.*, 1998). وزن نهایی دانه‌ها تا حدود زیادی در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت است و از عوامل محیطی گوناگون متأثر می‌شود (Mendham & Salisbury, 1995). دلیل کاهش وزن هزاردانه به‌دنبال تنش، کاهش جذب آب و املاح توسط گیاه و به‌دنبال آن، کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی و شیره آسمیلات به دانه‌ها است (Pazouki, 1999). کمبود آب و مواد هیدروکربنه پس از گلدهی و در طول نمو خورجین‌ها در کاهش وزن دانه مؤثر است، با وجود این ارقام کلزا می‌توانند واکنش متفاوتی داشته باشند.

هزاردانه به‌ترتیب به سال‌های دوم و اول آزمایش اختصاص یافت (جدول ۲). بیشتر بودن وزن هزاردانه در سال دوم را می‌توان به تاریخ کاشت زودتر در سال دوم در مقایسه با سال اول نسبت داد. به‌طور کلی تأخیر در تاریخ کاشت کاهش وزن هزاردانه را به‌دنبال دارد، که احتمالاً علت آن را می‌توان در کاهش رشد رویشی گیاه و در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی قابل انتقال به دانه‌ها در طی مرحله پر شدن دانست. وزن نهایی دانه تابعی از سرعت تأمین مواد فتوسنتزی و طول دوره پر شدن دانه است که این دو عامل تحت تأثیر تأخیر در کاشت نقصان می‌یابند و موجب کاهش وزن دانه می‌شوند (Norton, 1991). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ در دو سال آزمایش در شکل ۵ آمده است. حداکثر وزن هزاردانه (۴/۱۸ گرم) در تیمار قطع آبیاری در ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی و حداقل وزن هزاردانه (۱/۸۵ گرم) نیز به ژنوتیپ و قطع آبیاری در پایان خورجین‌دهی اختصاص یافت (شکل ۳). تغییرات وزن هزاردانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط قطع آبیاری در پایان گلدهی نشان داد که روند تغییرات آنها مشابه است و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۳). تنش‌های بلندمدت (پایان گلدهی تا انتهای دوره رشد) وزن هزاردانه را کاهش داد، ولی متناسب با افزایش طول مدت تنش ناشی از قطع آبیاری از وزن هزاردانه کاسته نشد و واکنش ارقام مورد آزمایش متفاوت بود، به‌طوری‌که قطع آبیاری در مراحل



شکل ۳. اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر وزن هزاردانه کلزا

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های اثر ساده سال، قطع آبیاری و ژنوتیپ بر صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های کلزا در دو سال آزمایش

عوامل آزمایشی	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	شاخص برداشت (%)	درصد روغن
سال (Y)							
سال اول	۵۲/۴۹ ^b	۲۴/۰۱ ^b	۲/۷۰ ^b	۱۵۸۷/۲۵ ^b	۹۲۰۴/۱۶ ^b	۱۷/۲۵ ^b	۴۳/۳۲ ^a
سال دوم	۷۷/۷۵ ^a	۲۹/۸۵ ^a	۳/۴۷ ^a	۲۴۹۲/۳۹ ^a	۱۲۲۹۸/۹۱ ^a	۲۰/۳۲ ^a	۴۲/۸۳ ^a
قطع آبیاری (I)							
I1	۴۷/۳۱ ^c	۲۶/۱۴ ^c	۳/۲۰ ^a	۱۷۷۴/۳۴ ^b	۱۰۷۸۲/۰۴ ^a	۱۶/۰۶ ^b	۴۱/۷۳ ^a
I2	۶۳/۴۰ ^b	۲۶/۶۱ ^{bc}	۲/۶۳ ^b	۱۸۳۸/۶۸ ^b	۱۰۴۸۶/۱۶ ^a	۱۷/۳۰ ^b	۴۲/۹۵ ^a
I3	۷۳/۱۶ ^a	۲۷/۳۹ ^{ab}	۳/۰۶ ^a	۲۲۷۹/۹۵ ^a	۱۰۷۰۶/۰۹ ^a	۲۱/۰۷ ^a	۴۳/۶۰ ^a
I4	۷۶/۵۹ ^a	۲۷/۵۸ ^a	۳/۴۴ ^a	۲۲۶۶/۳۲ ^a	۱۱۰۳۱/۸۷ ^a	۲۰/۷۳ ^a	۴۴/۰۴ ^a
ژنوتیپ (V)							
SG10-86369 (V1)	۵۷/۹۳ ^c	۲۷/۳۱ ^a	۳/۰۶ ^{ab}	۲۰۳۷/۸۷ ^b	۱۰۹۲۹/۱۳ ^a	۱۸/۲۷ ^b	۴۲/۳۸ ^{bc}
SG19-86369 (V2)	۶۳/۳۳ ^{bc}	۲۴/۹۷ ^b	۳/۲۰ ^a	۱۹۷۱/۴۷ ^{bc}	۱۱۱۶۴/۳۱ ^a	۱۷/۴۶ ^b	۴۴/۰۱ ^{ab}
SG63-86369 (V3)	۶۶/۶۸ ^{ab}	۲۷/۰۷ ^a	۲/۸۴ ^b	۱۸۴۳/۶۸ ^c	۱۰۵۲۳/۷۰ ^b	۱۷/۲۹ ^b	۴۰/۸۲ ^c
Hyola401 (V4)	۷۲/۵۳ ^a	۲۸/۳۷ ^a	۳/۲۴ ^a	۲۳۰۶/۲۴ ^a	۱۰۳۸۹/۰۲ ^b	۲۲/۱۲ ^a	۴۵/۱۰ ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن).

قطع آبیاری در مرحله ۱۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی: I3

قطع آبیاری در مرحله ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی: I4

قطع آبیاری در مرحله پایان گلدهی: I1

قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی کامل: I2

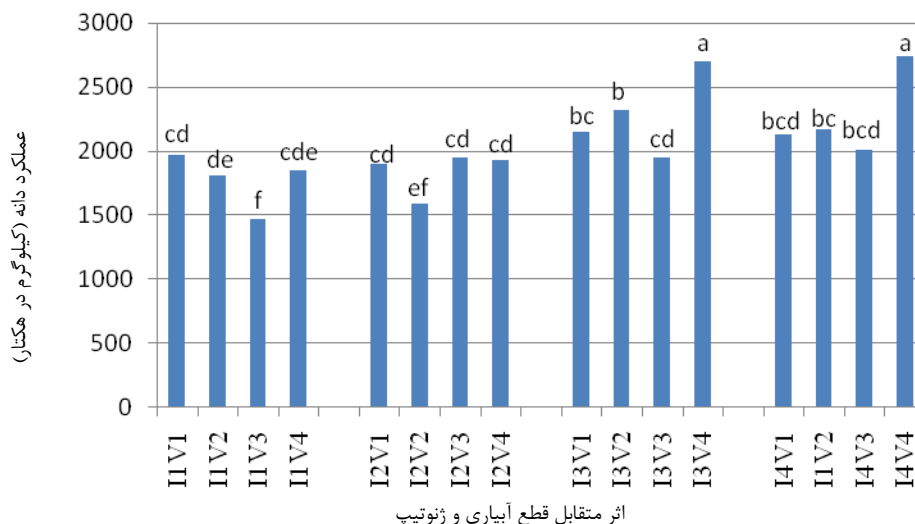
عملکرد دانه می‌شود. کمبود آب می‌تواند اثر سوپی بر عملکرد کلزا بگذارد، ولی این اثر به ژنوتیپ، مرحله نمو و سازش‌یافتگی گیاه به خشکی (اگر قبلاً در معرض خشکی قرار گرفته باشد) بستگی دارد (Azizi et al., 1998). معنی‌دار بودن اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه بیانگر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های مورد آزمایش نسبت به قطع آبیاری است. بررسی شکل ۶ نشان می‌دهد که با آبیاری تکمیلی (آبیاری در مراحل خورجین‌دهی، ۱۰ و ۳۰ درصد رسیدگی خورجین)، عملکرد دانه ژنوتیپ SG63-86369 افزایش نیافت و می‌توان به قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی کامل ژنوتیپ SG63-86369 اقدام کرد (شکل ۴). تغییر عملکرد دانه ژنوتیپ SG10-86369 نسبت به قطع آبیاری نیز نشان داد که هرچند آبیاری تکمیلی در این ژنوتیپ در مقایسه با قطع آبیاری در مرحله پایان گلدهی موجب افزایش عملکرد دانه شد، این افزایش در حد معنی‌داری نبود (شکل ۴). در بررسی تیمارهای مختلف آبیاری بر روی سه رقم کلزا مشخص شد که اگرچه بیشترین عملکرد دانه مربوط به شرایط بدون تنش کم‌آبی (شاهد) بود، قطع آبیاری در مراحل سبز شدن تا روزت، ساقه‌دهی و خورجین‌دهی سبب تفاوت معنی‌داری با آن

عملکرد دانه

نتایج تجزیه مرکب آزمایش نیز نشان داد که اثر ساده سال، قطع آبیاری، ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل قطع آبیاری × ژنوتیپ معنی‌دار بود (جدول ۱). متفاوت بودن تاریخ کاشت در دو سال آزمایش نیز موجب تغییر اجزای عملکرد و به‌دنبال آن عملکرد دانه شد. کاهش تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه ناشی از تأخیر در تاریخ کاشت در سال اول در مقایسه با سال دوم، کاهش عملکرد دانه را نیز به‌دنبال داشت (جدول ۲). میزان کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ Hyola401 نسبت به قطع آبیاری در مراحل پایان گلدهی و خورجین‌دهی به ترتیب ۳۹/۵۱ و ۲۹/۸ درصد بود؛ این مقدار کاهش بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود (شکل ۴). بیشترین عملکرد دانه (۲۷۴۳/۵) کیلوگرم در هکتار) در شرایط قطع آبیاری در مرحله ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی به ژنوتیپ Hyola401 اختصاص یافت. همچنین با قطع آبیاری در مرحله ۱۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۴). به‌نظر می‌رسد که ایجاد شرایط مناسب‌تر رطوبتی در مراحل گلدهی و خورجین‌دهی سبب افزایش تعداد خورجین در بوته و

تحقیقات نشان داده است که با اجرای آبیاری تکمیلی در کلزا، طول دوره گلدهی، تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته افزایش می‌یابد که این امر احتمالاً ناشی از سطح برگ بیشتر در طول دوره گلدهی و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی بیشتر است (Wright et al., 1995).

نشد. درحالی‌که قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه سبب افت معنی‌داری نسبت به شاهد شد (Shirani Rad, 2000). اعمال آبیاری در مراحل ۱۰ و ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی موجب افزایش عملکرد دانه ژنوتیپ Hyola401 شد (شکل ۴). نتایج برخی



شکل ۴. اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه کلزا

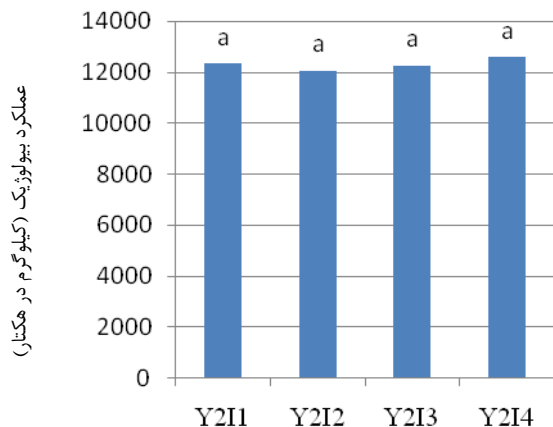
و مواد بیولوژیک گیاه در اندام‌ها به‌خوبی تأمین نشده و عملکرد بیولوژیک رو به کاهش گذاشته است. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل قطع آبیاری × ژنوتیپ در دو سال آزمایش مشخص کرد که حداکثر عملکرد بیولوژیک (۱۱۹۷۲/۱۱ کیلوگرم در هکتار) در شرایط قطع آبیاری در ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی به ژنوتیپ SG19-86369 و حداقل عملکرد بیولوژیک (۹۷۸۳/۴۸ کیلوگرم در هکتار) نیز در شرایط قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی به Hyola401 اختصاص یافت (شکل ۶). کاهش عملکرد بیولوژیک در هیبرید Hyola401 در شرایط قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی در مقایسه با گلدهی را می‌توان با ریزش بیشتر برگ‌ها در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی مرتبط دانست. سطح برگ کمتر می‌تواند اولین خط دفاعی برای مقابله با خشکی باشد. سطح برگ کمتر موجب جذب آب کمتر از خاک و کاهش تعرق می‌شود. تنش آب نه تنها اندازه برگ‌های منفرد را محدود می‌کند، بلکه در گیاهان رشد نامحدود تعداد برگ‌ها نیز به‌علت کاهش تعداد و سرعت رشد شاخه‌ها، محدود می‌شود. سطح برگ کل یک گیاه بعد از بلوغ تمام برگ‌ها،

عملکرد بیولوژیک

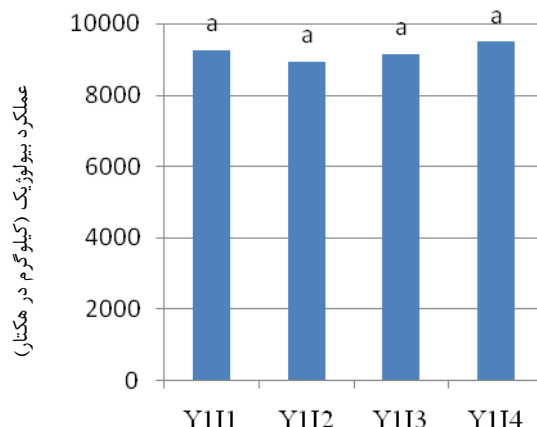
تجزیه مرکب آزمایش حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین دو سال آزمایش، ژنوتیپ، سال × قطع آبیاری و قطع آبیاری × ژنوتیپ بود (جدول ۱). میانگین اثرهای ساده تیمارهای آزمایشی در جدول ۲ آمده است. مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر قطع آبیاری بر عملکرد بیولوژیک در هر سال به‌طور جداگانه نشان داد که در دو سال آزمایش تمامی تیمارهای قطع آبیاری در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۵). معنی‌دار شدن اثر متقابل سال × قطع آبیاری ناشی از اثر سال بوده است، چرا که تمامی تیمارهای قطع آبیاری در هر سال در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۵). تأخیر در تاریخ کاشت در سال اول آزمایش را می‌توان در کاهش عملکرد بیولوژیک در مقایسه با سال دوم دخیل دانست. این امر از آنجا ناشی می‌شود که عملکرد بیولوژیک برآیند فتوسنتز گیاه است و نشان می‌دهد که گیاه توانایی استفاده از منابع موجود را با کارایی مطلوبی داشته است. در سال اول آزمایش به‌واسطه تأخیر در زمان کاشت، چرخه رشد گیاه دچار اختلال شده و صفات رشدی گیاه نتوانسته از منابع به‌خوبی استفاده کند

طولانی‌مدت مهمی است که موجب بهبود در سازگاری گیاه در محیط‌های مواجه با کمبود آب می‌شود (Kafi et al., 1999).

به‌طور ثابت باقی نمی‌ماند. اگر گیاهان بعد از کامل شدن سطح برگ با تنش آب مواجه شوند، برگ‌ها پیر شده و در نهایت ریزش می‌کنند. این تنظیم سطح برگ، تغییر

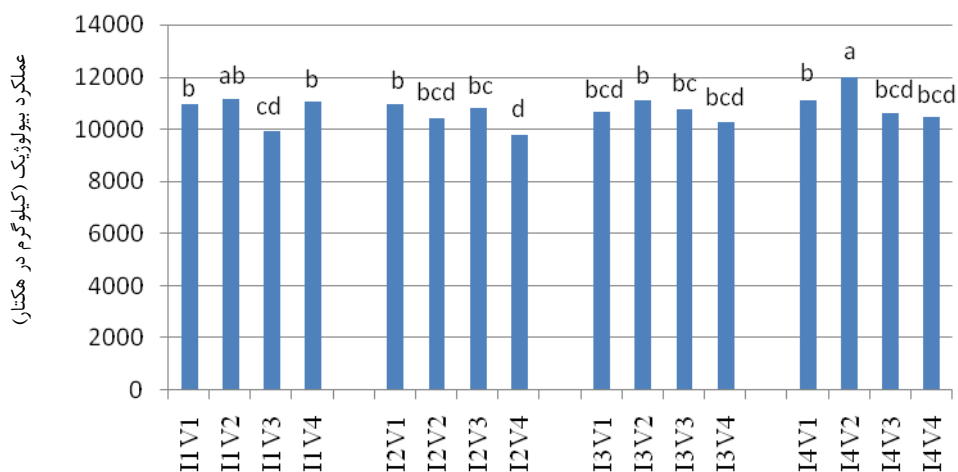


اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ (سال دوم)



اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ (سال اول)

شکل ۵. اثر متقابل سال و قطع آبیاری بر عملکرد بیولوژیک کلزا



اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ

شکل ۶. اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیک کلزا

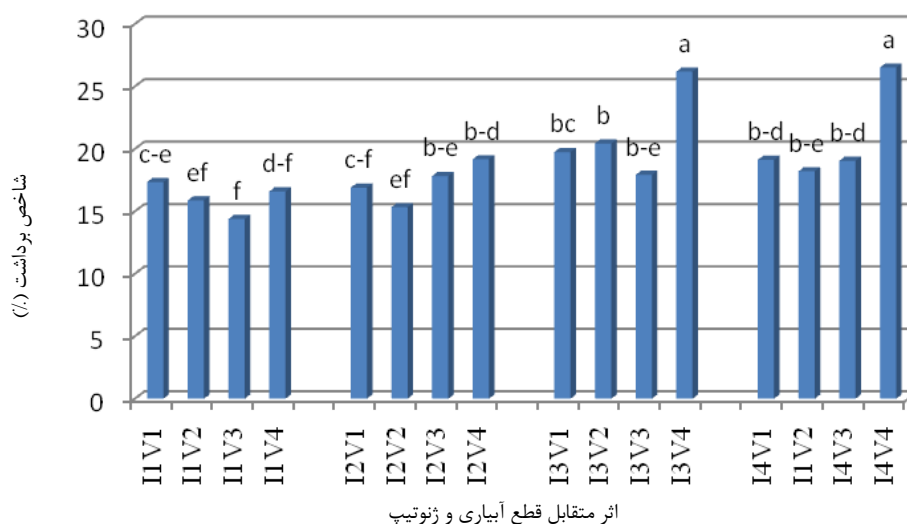
دانه و عملکرد بیولوژیک در سال دوم در مقایسه با سال اول به ترتیب ۳۶ و ۲۵ درصد بود و با توجه به این مسئله می‌توان گفت که سهم عملکرد دانه در افزایش شاخص برداشت بیشتر از عملکرد بیولوژیک است. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ در شکل ۷ آمده است. همان‌طور که شکل ۷ نشان می‌دهد بیشترین شاخص برداشت در شرایط قطع آبیاری در مراحل ۳۰ و ۱۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی در ژنوتیپ Hyola401 دیده شد، درحالی‌که مقدار

شاخص برداشت

کارایی یا بازده فیزیولوژیکی و توانایی یک گیاه زراعی برای تبدیل بیوماس کل (ماده خشک کل) به عملکرد دانه به شاخص برداشت معروف است (Sana et al., 2003). سال دوم آزمایش از شاخص برداشت بالاتری (۲۰/۳۲ درصد) در مقایسه با سال اول (۱۷/۲۵ درصد) برخوردار بود (جدول ۲). بیشتر بودن عملکرد دانه در سال دوم آزمایش در مقایسه با سال اول موجب افزایش شاخص برداشت در سال دوم شد. مقدار افزایش عملکرد

به همراه داشته باشد. تحقیقات نشان داده است که ارقام مختلف کلزا از نظر شاخص برداشت با یکدیگر تفاوت معنی داری دارند و این موضوع به عوامل محیطی و ژنتیکی بستگی دارد (Munir & McNeilly, 1992; Kolte *et al.*, 2000). شاخص برداشت حاصل نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی است و نشان دهنده چگونگی و کارایی توزیع مواد فتوسنتزی در اندام‌های مختلف گیاه است و در واقع این شاخص به‌عنوان یک هدف مورد نظر نیست، بلکه وسیله‌ای برای ارزیابی مدیریت جامعه گیاهی است (Bilsborrow, 1993).

کاهش شاخص برداشت ژنوتیپ Hyola401 با قطع آبیاری در مراحل گلدهی و خورجین‌دهی به ترتیب ۳۷/۴۱ و ۲۷/۶۸ درصد در مقایسه با قطع آبیاری در مرحله ۳۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی بود. به عبارت دیگر می‌توان گفت که تأثیر مثبت آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه در مراحل رسیدگی دانه ژنوتیپ Hyola401 بیشتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بوده است. صفت شاخص برداشت تحت تأثیر مستقیم وزن دانه (عملکرد دانه) است. در نتیجه قابل پیش‌بینی است که کاهش وزن دانه ناشی از عدم آبیاری تکمیلی در مراحل رسیدگی دانه کاهش شاخص برداشت را نیز



شکل ۷. اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر شاخص برداشت

اختلاف ۲/۳ درصدی در مقدار روغن دانه لاین‌های مختلف گونه *Brassica Carinata* مشاهده کردند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل، به نظر می‌رسد به‌منظور دستیابی مطلوب به عملکرد دانه و روغن گیاه کلزا در شرایط مشابه این آزمایش، ژنوتیپ Hyola401 برای منطقه مناسب باشد و قطع آبیاری کلزا در منطقه شمال خوزستان در راستای کاهش آب مصرفی در مرحله ۱۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی انجام گیرد. همچنین با توجه به اینکه ژنوتیپ SG10-86369 در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود، می‌توان در مطالعات تکمیلی این ژنوتیپ را بررسی کرد.

درصد روغن

تجزیه مرکب آزمایش نیز نشان داد که در طول دو سال آزمایش فقط بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های مربوط به درصد روغن ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در طول دو سال نشان داد که حداکثر (۴۵/۱۰) و حداقل (۴۰/۸۲) درصد روغن به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های Hyola401 و SG63-86369 بود (جدول ۲). بیشترین مقدار روغن به دست آمده در یک رقم ممکن است مربوط به ساختار ژنتیکی آن رقم باشد (Sana *et al.*, 2003). این نتایج با یافته‌های دیگری که ۹ درصد اختلاف بین دو رقم کلزای پاییزه را گزارش کردند، مطابقت داشت (Bengtsson, 1988). (Getient *et al.*, 1996) نیز

REFERENCES

1. Azizi, M., Soltani, A. & Khavari Khorasani, S. (1998). *Canola*. Culture and Research Mashhad. P, 230.
2. Bengtsson, A. (1988). Current winter rape Cultivars. Aktulla hostrapssorter. *Svensk Frotidning*, 57, 115-117.
3. Bilsborrow, P. E. & Norton, G. (1993). A consideration of factors affecting the yield of oilseed rape. *Aspects of Applied Biology*, 6, 91-99.
4. Dogan, E., Kirnak, H. & Copur, O. (2007). Deficit irrigations during soybean reproductive stages and CROPGRO-soybean simulations under semi-arid climatic conditions. *Field Crops Res*, 103 (2), 154-159.
5. Getient, A., Rakow, G., Roney, J. P. & Downey, R.K. (1996). Agronomic performance and seed quality of Ethiopian mustard in Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci*, 76, 387-392.
6. Ghosh, R.K., Bandyopadhyay, P. & Mukhopadhyay, N. (1994). Performance of rapeseed-mustard cultivars under various moisture regimes on the gangetic alluvial plain of west Bengal. *J. Agron. and Crop Sci*, 173(1), 5-10.
7. Gunacekera, C. P., Mortin, L. D., French, R. J., Sidgue, K.H. M. & Walton, G. H. (2001). Effect of water stress on water relations and yield of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*Brassica napus* L.). www. Canola Council.org.
8. Jensen, C.R., Morgensen, V.O., Mortensen, G. & Fieldsend, J.K. (1996). Seed glucosinolate, oil and protein contents of field grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying and evaporative demand. *Field Crops Res*, 47, 93-105.
9. Kafi, M., Kamkar, B., Sharifi, H. & Goldani, M. (1999). *Plant Physiology*. 2nd Edition, Culture and Research Mashhad. P, 379.
10. Kalantar Ahmadi, S.A. (2007). Effect of limited irrigation on *canola* cultivars yield in North Khouzestan Conditions. Final Report of Research Project. Ministry of Jihad-E-Agriculture Research and Education Organization. *Seed and Plant Improvement*. Register No, 87/1485. P, 1-40.
11. Kimber, D.S. & Mc Gregor, D.L. (1995). *Brassica oil seeds: production and utilization* CAB international.
12. Kolte, S.J., Wasthi, R.P.A. & Vishwanath. (2000). Divya mustard: a useful source to create alternaria black spot tolerant dwarf varieties of oilseed *Brassica*. *Plant Varieties and Seeds*, 13, 107-111.
13. Mendham, N.J. & Salisbury, P.A. (1995). *Physiology, crop development, growth and yield*. In: Kimber., D. and McGregor, D. I. (eds). *CAB International*. pp: 11-64.
14. Mendham, N.J., Russel, J. & Buzza, G.C. (1984). Yhe contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of seed rape (*Brassica napus* L.). *J.Agric. Sci. Camb*, 103, 303-316.
15. Mohammad, T., Ali, A., Nadeem, M.A., Tanveer, A. & Sabir, Q.M. (2007). Performance of canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*B. juncea*) to soil water deficits: yield and yield components. *Field Crops Res*, 42, 1-13.
16. Muhammad, T., Ali, A., Nadeem, A., Tanveer, A. & Sabir, Q.M. (2007). Performance of canola (*Brassica napus* L.) under different irrigation levels. *Pak. J. Bot*, 39, 739-746.
17. Munir, M. & Mc Neilly, T. (1992). Comparison of variation in yield and yield components in forage and winter oilseed rape. *Pak. J. Agric. Res*, 13, 289-292.
18. Niknam, S. R., Ma, Q. & Turner, D.W. (2003). Osmatic adjustment and Seed yield of *Brassica napus* and *B.juncea* genotypes in a water-limited environment in South-Western Australia. *Aus J Exp Agr*, 43, 1127-1135.
19. Norton, G. P. & Bilsborrow, E. (1991). Comparative physiology of divergent type of winter rapeseed. In: Proc. Int. *Canola Conf. Saskatoon, Canada*. P.180.
20. Pazouki, A.R. (1999). *Study and measurement the effect of water stress on physiological characteristics and parameters of drought tolerance in two canola cultivars*. Thesis of Ph.D. Islamic Azad University Ahwaz Science and Research branch. P, 259.
21. Poma, I., Venezia, G. & Gristina, L. (1999). Rapeseed (*Brassica napus* L. var *Oleifera* D.C.) Echophysiological and Agronomical aspects as affected by soil water availability. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress. Canberra. Australia: 8 pp.
22. Richards, R.A. & Thurling, N. (1978). Variation between and within species of rapeseed (*Brassica campestris* and *Brassica napus*) in response to drought stress. I. Sensitivity at different stages of development. *Aust. J. Agric. Res*, 29, 469-477.
23. Sana, M., Ali, A., Asghar Malik, M., Farrukh Saleem, M. & Rafiq, M. (2003). Comparative yield potential and oil contents of different canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Pak. J. Agron*, 2(1), 1-7.
24. Shirani Rad, A.H. (2000). *Karaj Seed and Plant Improvement*. Annual Report. P, 20.
25. Wright, P.R., Morgan, J.M., Jessop, R.S. & Gass, A. (1995). Comparative adaptation of Canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*B. juncea*) to soil water deficits: yield and yield components. *Field Crops Res*, 42, 1-13.