مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۸ ، شماره ۲، سال ۱۳۹۱

اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه گنبد

Effect of Supplemental Irrigation on Seed Yield and Yield Components of Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars in Gonbad Region of Iran

ابوالفضل فرجی[۱] و کمال اسلامی[۲]

۱- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان (نگارنده مسئول)
۲- عضو هیأت علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۴/۲۹

چکیده

فرجی، ا.، و اسلامی، ک. ۱۳۹۱. اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه گنبد. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۸ (۲):** ۱۴۴ - ۱۳۳.

در کلزا، مانند بسیاری از گونه‌های گیاهی، تنش خشکی از طریق تاثیر بر روابط منبع و مخزن و تولید مواد فتوسنتزی سبب کاهش عملکرد می‌شود. به منظور بررسی تاثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا، آزمایشی در سه سال زراعی ۸۶-۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. آبیاری در چهار سطح (۱-بدون آبیاری، ۲-آبیاری در مرحله گلدهی، ۳-آبیاری در مرحله پرشدن دانه و ۴-آبیاری در مرحله گلدهی+پر شدن دانه) و رقم در سه سطح (۱-هایولا۴۰۱، ۲- آرجی‌اس۰۰۳ و ۳-آپشن۵۰۰) به صورت فاکتوریل با یکدیگر ترکیب شدند. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که برای تمام صفات مورد مطالعه اثر سال معنی‌دار بود. میانگین تعداد غلاف در بوته در تیمار بدون آبیاری، آبیاری در مرحله گلدهی، آبیاری در مرحله پر شدن دانه و آبیاری در مرحله گلدهی + مرحله پر شدن دانه در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳به ترتیب ۱۵۰، ۱۴۵، ۱۶۳ و ۱۴۳ غلاف، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۸۵، ۱۱۳، ۱۰۴ و ۱۰۸ غلاف و در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۷۳، ۹۵، ۹۵ و ۱۰۶ غلاف بود. تعداد ساعات آفتابی طی دوره تشکیل دانه در سال‌های مختلف آزمایش یک عامل تعیین‌کننده در تولید دانه بود. میانگین تعداد دانه در غلاف در سال اول، دوم و سوم آزمایش به ترتیب ۱۵/۱، ۲۱/۶ و ۱۳/۴ دانه بود. تاثیر آبیاری بر عملکرد دانه در سال‌های مختلف آزمایش متفاوت بود و به میزان بارندگی طی زمان انجام آبیاری بستگی داشت. میانگین عملکرد دانه در تیمارهای بدون آبیاری، آبیاری در مرحله گلدهی، آبیاری در مرحله پر شدن دانه و آبیاری در مرحله گلدهی + مرحله پر شدن دانه در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ به ترتیب ۳۲۸۳، ۳۵۲۰، ۳۷۰۹ و ۳۸۹۰ کیلوگرم در هکتار، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۳۰۹۳، ۳۳۳۹، ۳۰۴۷ و ۳۹۲۲ کیلوگرم در هکتار و سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۲۸۰۲، ۲۴۹۴، ۲۶۸۷ و ۲۸۰۴ کیلوگرم در هکتار بود. در هر سه سال هیبرید هایولا۴۰۱ با داشتن تعداد دانه در غلاف بیشتر و وزن دانه بالاتر بیشترین عملکرد دانه را بین ارقام مورد مطالعه داشت. میانگین عملکرد دانه ارقام هایولا۴۰۱، آرجی‌اس۰۰۳ و آپشن۵۰۰ در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ به ترتیب ۳۹۸۴، ۳۵۵۲ و ۳۲۶۶ کیلوگرم در هکتار، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۴۰۳۵، ۳۱۰۹ و ۲۹۰۸ کیلوگرم در هکتار و در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۴۰۹۳، ۲۵۰۰ و ۱۴۹۷ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج این مطالعه نشان داد که آرجی‌اس۰۰۳ می‌تواند به عنوان یک رقم مناسب در کنار هیبرید هایولا۴۰۱ در منطقه گنبدکشت شود.

واژه‌های کلیدی: براسیکا، آبیاری، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و فنولوژی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: abolfazlfaraji@yahoo.com

مقدمه

در نواحی خشک و نیمه خشک، اتخاذ مدیریت زراعی مناسب جهت استفاده بهینه از آب موجود و در نتیجه کاهش اثر تنش خشکی سبب افزایش تولید گیاهان زراعی می‌شود. در کلزا، تنش خشکی از طریق تاثیر بر منبع و مخزن مواد فتوسنتزی سبب کاهش اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد دانه می‌شود. در این ارتباط، مراحل گلدهی، تشکیل و پر شدن دانه مراحل حساس برای آبیاری کلزا، می‌باشند (Mendham and Salisbury, 1995; Johnston *et al*., 2002). کمبود آب اثر سوء بر عملکرد کلزا می‌گذارد، هر چند این اثر به ژنوتیپ و مرحله نمو گیاه، بستگی دارد (Mendham and Salisbury, 1995).

پازت (Pouzet, 1995) بیان داشت که کلزا اصولاً به هنگام جوانه زنی و نیز در مرحله گلدهی و رشد غلاف ها به خشکی حساس است، بنابراین جهت دستیابی به حداکثر عملکرد تامین آب مورد نیاز گیاه در مراحل فوق ضروری است. کلارک و سیمپسون (Clarke and Simpson, 1978) در یک محیط پر باران نشان دادند که آبیاری کلزا تعداد غلاف را در اثر طولانی کردن مرحله گلدهی و نیز تعداد دانه در غلاف را در اثر ایجاد سطح برگ بالاتر در زمان گلدهی افزایش می دهد. در نتیجه حساس ترین زمان برای آبیاری کلزا، مرحله گلدهی و اوایل غلاف بندی بوده و آبیاری در این مراحل باعث افزایش تعداد غلاف در متر مربع و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می شود.

رائو و مندهام (Rao and Mendham, 1991) در مطالعه خود ملاحظه کردند که یک نوبت آبیاری برای افزایش عملکرد کفایت نمی‌کند. آنان مشاهده کردند که با یک نوبت آبیاری رقم مارنو در زمان گلدهی تغییر عملکرد ناچیز بود، ولی با سه نوبت آبیاری تعداد غلاف از ۶۰۰۰ به ۸۰۰۰ در متر مربع و تعداد دانه در غلاف از ۱۴ به ۲۱ عدد افزایش یافت. جانسون و همکاران (Johnston *et al*., 2002) گزارش کردند که با یک حداقل آب ۱۲۷ میلی متر، عملکرد دانه به ازای هر میلی متر آب مصرفی اضافی به میزان ۶/۹ تا ۷/۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. رایت و همکاران (Wright *et al*., 1988) در یک آزمایش صحرایی برای تعیین واکنش کلزا به دو تیمار آبیاری و شش تیمار نیتروژن، مشاهده کردند که تولید ماده خشک و عملکرد دانه در ازای کاربرد نیتروژن در شرایط آبیاری در مقایسه با شرایط دیم بیشتر بود. حداکثر عملکرد دانه (۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری با دریافت ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آمد. آنها نتیجه گرفتند که شاخص سطح برگ بزرگتر در رژیم نیتروژن بیشتر، باعث افزایش تعداد غلاف در بوته و در نهایت افزایش عملکرد دانه می شود. ینسن و همکاران (Jensen *et al*., 1996) با بررسی اثر تنش خشکی بر روی کلزا اظهار داشتند که

کمبود آب باعث کاهش ماده خشک کل، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه می شود.

هر چند اهمیت تاریخ کاشت، رقم، تراکم بوته، کود مصرفی و گرما روی گیاه کلزا در منطقه گنبد مورد بررسی قرار گرفته است (Faraji, 2003; Faraji, 2004; Faraji *et al*., 2006; Faraji and Soltani, 2007; Faraji *et al*., 2008; Faraji *et al*., 2009) اما مطالعات اندکی در خصوص تاثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا انجام شده است. به هر حال اطلاعات اندکی در ارتباط با اثر متقابل آبیاری تکمیلی × رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در دسترس است. بنابراین، در قالب یک تحقیق سه ساله، صفات فوق در اقلیم مدیترانه ای گرم و نیمه خشک منطقه گنبد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام کلزا، آزمایشی در سه سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳، ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد. بر طبق تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن، منطقه گنبد دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه خشک است. ارتفاع ایستگاه از سطح دریای آزاد ۴۵ متر و مختصات جغرافیایی آن به ترتیب ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی است. میانگین بارندگی سالانه آن ۴۵۴ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه ۱۱۵۷ میلی‌متر است. اطلاعات آب و هوایی ایستگاه گنبد طی سه سال انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. آبیاری در چهار سطح (۱- بدون آبیاری، ۲- آبیاری در مرحله گلدهی، ۳- آبیاری در مرحله پرشدن دانه و ۴- آبیاری در مرحله گلدهی + پرشدن دانه) و رقم در سه سطح (۱- هایولا۴۰۱، ۲- آرجی‌اس۰۰۳ و ۳- آپشن۵۰۰) ۱۲ تیمار آزمایش را تشکیل دادند. کاشت آزمایش پس از بارندگی و در تاریخ کاشت مناسب منطقه (۱۳۸۳/۸/۱۸ در سال اول، ۱۳۸۴/۸/۲۳ در سال دوم و ۱۳۸۵/۸/۱۵ در سال سوم) انجام شد.

قبل از کاشت، نمونه‌های مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر تهیه و بر اساس نتایج تجزیه خاک، مقادیر کودهای فسفر و پتاس به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و اکسید پتاس (به ترتیب از منابع کودی سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) قبل از کاشت به زمین داده شد. مقدار کود نیتروژن لازم به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره)، به مقدار یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در مرحله شروع ساقه‌دهی و یک سوم در مرحله شروع گلدهی به زمین داده شد. بافت

جدول۱- اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد در سه سال زراعی
Table 1. Meteorological information at Agricultural Research Station of Gonbad in three growing seasons

Month	ماه	بارندگی Precipitation (mm)			میانگین دما Mean temperature (°C)			تعداد ساعات آفتابی Sunny hours		
		2004-05	2005-06	2006-07	2004-05	2005-06	2006-07	2004-05	2005-06	2006-07
Oct.-Nov.	آبان	64.0	120.2	54.6	17.4	15.1	18.1	175	179	182
Nov.-Dec.	آذر	87.0	22.0	63.5	9.9	12.9	8.5	155	147	123
Dec.-Jan.	دی	68.0	59.9	41.4	7.8	6.3	7.9	146	162	168
Jan.-Feb.	بهمن	37.3	55.4	35.8	6.5	8.6	11.1	131	135	161
Feb.- March	اسفند	56.9	15.6	95.8	12.8	12.4	9.6	165	191	172
March-April	فروردین	46.1	48.9	93.4	13.7	15.6	13.4	189	168	104
April-May	اردیبهشت	61.5	33.5	40.1	20.7	20.3	18.3	204	152	178

خاک محل انجام آزمایش سیلتی لوم با اسیدیته ۸/۱ و هدایت الکتریکی ۰/۷۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. میزان فسفر و پتاسیم قابل دسترس به ترتیب ۹/۵ و ۶۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و میزان نیتروژن کل، مواد خنثی شونده و کربن آلی به ترتیب ۰/۱۲، ۲۰ و ۱/۲ درصد بود.

برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته موردنظر (۱۰۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و با الگوی کاشت ۵ × ۲۰ سانتی‌متر)، در هنگام کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف شد و بعد از استقرار بوته‌ها، فاصله بوته ها در هر ردیف تنظیم گردید. هر کرت شامل ۵ خط کاشت به طول ۵ متر بود. خطوط ۱ و ۵ برای حاشیه و خطوط ۲، ۳ و ۴ برای برداشت نهایی مورد استفاده قرار گرفت. فاصله بین تکرارها سه متر و فاصله بین تیمارها دو متر در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از نفوذ آب به کرت‌های مجاور در زمان آبیاری، در اطراف هر کرت پشته‌هایی به ارتفاع حدود ۴۰ و عرض حدود ۳۰ سانتی‌متر ایجاد شد. در هر کرت آبیاری به روش غرقابی انجام شد.

در طی فصل رشد و در صورت نیاز عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. همچنین واکاری و تنک کردن بوته‌های مازاد در مرحله ۴-۲ برگی صورت گرفت. در طی مراحل مختلف رشد و در صورت نیاز با توجه به نظر محقق آفات گیاهی ایستگاه، در چند نوبت با استفاده از سموم حشره‌کش با آفاتی نظیر کک‌های نباتی و سوسک‌های گرده‌خوار مبارزه شیمیایی انجام گرفت.

برای تامین آب مورد نیاز گیاه در شرایط آبیاری تکمیلی، مقدار رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه برای قطعه کاشت قبلاً تعیین شد و در مراحل گلدهی (۱۰ روز پس از شروع گلدهی) و پر شدن دانه (۱۰ روز پس از شروع پر شدن دانه) کمبود آب مورد نیاز برای رساندن رطوبت خاک به حالت ظرفیت مزرعه محاسبه و به کرت‌های آزمایشی داده شد. به عبارت دیگر، در هر مورد، دو روز قبل از آبیاری تکمیلی نمونه‌های خاک از کرت‌های آزمایشی گرفته شد و پس از وزن کردن و خشک کردن به

مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، توزین شدند. سپس میزان آب خاک محاسبه شده و رطوبت کرت‌های آزمایشی از طریق آبیاری تکمیلی با کنتور به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد (Zhang *et al.*, 1999). تعداد روز تا یک مرحله نموی معین بر اساس تعداد روز از سبز شدن تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر کرت به آن مرحله معین برسند، محاسبه شد (Harper and Berkenkamp, 1975).

برای تعیین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی ازهر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات مورد نظر محاسبه شد. پس از برداشت، وزن دانه با محاسبه وزن ۱۰۰۰ دانه از هر تیمار تعیین شد. برای تعیین عملکرد دانه، دو روز پس از رسیدگی فیزیولوژیکی ردیف‌های ۲، ۳ و ۴، با رعایت حاشیه برداشت شدند و پس از خشک شدن در مزرعه، با کمباین مخصوص آزمایشات کلزا کوبیده شد و سپس با رطوبت معادل ۸ درصد توزین شدند. در پایان داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 1996) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌های سه ساله آزمایش نشان داد که اثر سال بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۲). بنابراین با توجه معنی‌دار شدن اثر سال در تجزیه واریانس مرکب سه سال، داده‌های صفات مورد مطالعه برای هر سال به طور جداگانه مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین داده‌ها برای هر سال به طور جداگانه بررسی شد (جداول تجزیه واریانس سالیانه ارائه نشده است).

اثر آبیاری بر تعداد غلاف در بوته در سال دوم و سوم معنی‌دار بود، اما این اثر در هیچ یک از سال‌های انجام آزمایش بر تعداد دانه در غلاف و وزن دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳، ۴ و ۵). در سال دوم و سوم آزمایش، انجام آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه سبب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار بدون آبیاری شد (جدول ۴ و ۵). میانگین تعداد غلاف در بوته در تیمار بدون آبیاری، آبیاری در مرحله گلدهی، آبیاری در مرحله پر شدن دانه و آبیاری در مرحله گلدهی + پر شدن دانه در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳به ترتیب ۱۵۰، ۱۴۵، ۱۶۳ و ۱۴۳ غلاف، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۸۵، ۱۱۳، ۱۰۴ و ۱۰۸ غلاف و در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۷۳، ۹۵، ۹۵ و ۱۰۶ غلاف بود (جدول ۳، ۴ و ۵).

اثر رقم بر تعداد غلاف در بوته و وزن دانه در سال اول، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه در سال دوم و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه در سال سوم معنی‌دار بود (جدول ۳، ۴ و ۵). برای تعداد غلاف در بوته سال‌های انجام آزمایش مشاهده نشد (جدول ۳،

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا در سه سال زراعی

Table 2. Combined analysis of variance for days to maturity, seed yield and yield components of canola in three growing seasons

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df.	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Days to maturity	تعداد غلاف در بوته Pod no. plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed no. pod^{-1}	وزن دانه Seed weight	عملکرد دانه Seed yield
Year (Y)	سال	2	2400.00***	34721***	667.0***	11.50***	7840823***
Replication/Y	تکرار درون سال	6	0.46	830	56.0	0.22	453706
Irrigation (I)	آبیاری	3	23.50***	1900**	14.3^{ns}	0.43^{ns}	1286138**
Y × I	سال × آبیاری	6	2.20**	974^{ns}	4.5^{ns}	0.24^{ns}	484469^{ns}
Cultivar (C)	رقم	2	54.20***	1270^{ns}	259***	7.2***	20438429***
Y × C	سال × رقم	4	3.10**	1993**	23.1^{ns}	0.18^{ns}	3020610***
I × C	آبیاری × رقم	6	1.00^{ns}	165^{ns}	11.7^{ns}	0.04^{ns}	80018^{ns}
Y × I × C	سال × آبیاری × رقم	12	0.34^{ns}	223^{ns}	6.0^{ns}	0.07^{ns}	148369^{ns}
Error	خطا	66	0.64	461	14.4	0.30	281649
C.V. (%)	ضریب تغییرات (٪)		0.46	18.7	22.7	14.0	16.5

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: Not significant ns: غیرمعنی‌دار

۴ و ۵). اگرچه اثر رقم بر تعداد دانه در غلاف در سال اول انجام آزمایش معنی‌دار نبود، ولی در هر سه سال، تعداد دانه در غلاف و همچنین وزن دانه هیبرید هایولا۴۰۱ به طور قابل توجهی بیشتر از ارقام آرجی‌اس۰۰۳ و آپشن ۵۰۰ بود (جدول۳، ۴ و ۵). میانگین تعداد دانه در غلاف در ارقام هایولا۴۰۱، آرجی اس۰۰۳ و آپشن ۵۰۰ در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ به ترتیب ۱۶/۶، ۱۴/۱ و ۱۴/۶ دانه، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۲۵/۰، ۲۰/۶ و ۱۹/۱ دانه و در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۱۷/۶، ۱۲/۴ و ۱۰/۲ دانه بود (جدول ۳، ۴ و ۵). میانگین وزن دانه نیز در ارقام هایولا۴۰۱، آرجی اس۰۰۳ و آپشن ۵۰۰ در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ به ترتیب ۴/۰۷، ۳/۵۱ و ۳/۳۴ میلی‌گرم، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۴/۰۷، ۳/۳۴ و ۳/۳۸ میلی‌گرم و در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۵/۲۲، ۴/۴۴ و ۴/۱۳ میلی‌گرم بود (جدول ۳، ۴ و ۵).

وقوع بارندگی‌های زیاد و به خصوص ابرناکی هوا و کاهش قابل توجه ساعات آفتابی طی دوره تشکیل دانه در سال سوم نسبت به سال اول و دوم انجام آزمایش (جدول ۱) سبب کاهش قابل توجه تعداد دانه در غلاف (به خصوص در دو رقم آزاد گرده‌افشان آرجی اس۰۰۳ و آپشن ۵۰۰) شد (جدول ۳، ۴ و ۵). تعداد ساعات آفتابی در اسفند و فروردین (دوره گلدهی و تشکیل دانه) در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ به ترتیب ۱۶۵ و ۱۶۹ ساعت، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۱۹۱ و ۱۶۸ ساعت و در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۱۷۲ و ۱۰۴ ساعت بود (جدول ۱). به همین ترتیب، میانگین تعداد دانه در غلاف در سال اول، دوم و سوم انجام آزمایش به ترتیب برابر ۱۵/۱، ۲۱/۶ و ۱۳/۴ غلاف بود (جدول ۳،

جدول ۳- میانگین روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳

Table 3. Mean for days to maturity, seed yield and yield components in 2004-05 growing season

		روز تا رسیدگی Days to maturity	تعداد غلاف در بوته Pod no. plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed no. pod^{-1}	وزن دانه (میلی‌گرم) Seed weight (mg)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha^{-1})
				Irrigation	**آبیاری**	
Without Irrigation	بدون آبیاری	175.7c	150a	14.5a	3.64a	3283b
Irrigation in flowering stage	آبیاری در مرحله گلدهی	176.2bc	145a	15.3a	3.49a	3520ab
Irrigation in seed filling stage	آبیاری در مرحله پر شدن دانه	176.7ab	163a	15.4a	3.60a	3709a
Irrigation in flowering + seed filling stages	آبیاری در مرحله گلدهی + پر شدن دانه	177.4a	143a	15.1a	3.82a	3890a
				Cultivar	**رقم**	
Hyola401	هایولا۴۰۱	174.4c	135b	16.6a	4.07a	3984a
RGS003	آرجی اس۰۰۳	176.6b	173a	14.1a	3.51b	3552b
Option500	آپشن ۵۰۰	178.5a	143b	14.6a	3.34b	3266b

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار 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% of probability level- Using Least Significant Difference Test.

جدول۴- میانگین روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴

Table 4. Mean for days to maturity, seed yield and yield components in 2005-06 growing season

		روز تا رسیدگی Days to maturity	تعداد غلاف در بوته Pod no. plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed no. pod^{-1}	وزن دانه (میلی‌گرم) Seed weight (mg)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha^{-1})
				Irrigation	**آبیاری**	
Without Irrigation	بدون آبیاری	162.3d	85b	20.2a	3.52a	3093b
Irrigation in flowering stage	آبیاری در مرحله گلدهی	163.9c	113a	21.4a	3.49a	3339ab
Irrigation in seed filling stage	آبیاری در مرحله پر شدن دانه	164.4b	104a	21.5a	3.56a	3047b
Irrigation in flowering + seed filling stages	آبیاری در مرحله گلدهی + پر شدن دانه	165.8a	108a	23.2a	3.83a	3922a
				Cultivar	**رقم**	
Hyola401	هایولا۴۰۱	162.7c	104a	25.0a	4.07a	4035a
RGS003	آرجی اس۰۰۳	163.8b	100a	20.6b	3.34b	3109b
Option500	آپشن ۵۰۰	165.4a	104a	19.1b	3.38b	2908b

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

Means, in each column and for each factor, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% of probability level- Using Least Significant Difference Test.

۴ و ۵). این نتایج به خوبی تاثیر تعداد ساعات آفتابی یا میزان تشعشع خورشید طی دوره تشکیل دانه بر تشکیل و رشد دانه کلزا را نشان داده و با نتایج مطالعات دیگر در منطقه

گنبد نیز مطابقت دارد (Faraji *et al*., 2008; Faraji *et al*., 2009).

فرجی (Faraji *et al*., 2008) نشان داد که مرحله گلدهی، دوره حیاتی تشکیل دانه در کلزا بوده و سرعت رشد گیاه از گلدهی تا پر شدن دانه یک عامل مهم در تعیین تعداد دانه بود. این نتایج با یافته‌های محققین مختلف در گونه‌های گیاهی دیگر نیز مطابقت دارد (Abbate *et al*., 1997; Bindraban *et al*., 1998; Vega *et al*., 2001). در گندم گونزالز و همکاران (Gonzalez *et al*., 2003) گزارش کردند که تعداد گلچه در متر مربع با افزایش وزن خشک گل‌آذین ساقه اصلی در مرحله گرده‌افشانی افزایش یافت، که این مساله سبب افزایش تعداد دانه درواحد سطح و در نتیجه افزایش عملکرد دانه شد. کیمنتی و هال (Chimenti and Hall, 2001) پیشنهاد کردند که یک دوره حیاتی تعیین تعداد دانه در آفتابگردان وجود دارد، که از آغازش گل‌ها شروع شده و ۲۰ روز پس از اولین گرده‌افشانی پایان می‌پذیرد. تایو و مورگان (Tayo and Morgan, 1979) ثابت کردند که تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف به وسیله توانایی کلزا جهت فراهم کردن کربن مورد نیاز برای گل‌آذین در دوره سه هفته پس از گرده‌افشانی تنظیم می‌شود. در واقع، تعداد دانه در بوته حاصل تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف است. کاهش تشعشع خورشید و در نتیجه کاهش فتوسنتز و تولید ماده خشک طی دوره گلدهی و تشکیل دانه از طریق کاهش یک یا تعداد بیشتری از این اجزا، بر تعداد دانه و عملکرد دانه تاثیر می‌گذارد. از طرفی، از آن جائی که اجزای عملکرد بر روی همدیگر اثر گذاشته و کاهش و یا افزایش هر جز بر اجزای دیگر می‌تواند موثر باشد، بنابراین در این مطالعه تغییرات تعداد دانه در غلاف طی سال‌های متفاوت انجام آزمایش، احتمالاً تحت تاثیر تغییرات تعداد غلاف در بوته نیز قرار گرفت (جدول ۳، ۴ و ۵).

اثر آبیاری بر عملکرد دانه در سال اول و دوم آزمایش در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳ و ۴)، در حالی که در سال سوم این اثر معنی‌دار نبود (جدول ۵). در هر دو سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ انجام آبیاری در دو مرحله گلدهی + مرحله پر شدن دانه سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون آبیاری شد (جدول ۳ و ۴). تاثیر انجام یک بار آبیاری بر عملکرد دانه بسته به سال انجام آزمایش متفاوت بود. در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ که یک سال معمولی و متعارف از نظر بارندگی بود (جدول ۱)، آبیاری در مرحله پر شدن دانه نسبت به آبیاری در مرحله گلدهی تاثیر بیشتری بر افزایش عملکرد دانه داشت. در حالی که در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ با بارندگی بسیار کم در طی دوره گلدهی کلزا، یعنی اسفند (۱۵/۶ میلی‌متر)، انجام آبیاری در مرحله گلدهی سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون آبیاری شد و یک بار آبیاری در مرحله پر شدن

جدول۵- میانگین روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Table 5. Mean for days to maturity, seed yield and yield components in 2006-07 growing season

		روز تا رسیدگی Days to maturity	تعداد غلاف در بوته Pod no. plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed no. pod^{-1}	وزن دانه (میلی‌گرم) Seed weight (mg)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha^{-1})
				Irrigation **آبیاری**		
Without Irrigation	بدون آبیاری	178.6b	73c	13.2a	4.66a	2802a
Irrigation in flowering stage	آبیاری در مرحله گلدهی	179.3ab	95b	12.6a	4.80a	2494a
Irrigation in seed filling stage	آبیاری در مرحله پر شدن دانه	179.3ab	95b	13.1a	4.26a	2687a
Irrigation in flowering + seed filling stages	آبیاری در مرحله گلدهی + پر شدن دانه	180.0a	106a	14.8a	4.68a	2804a
				Cultivar **رقم**		
Hyola401	هایولا۴۰۱	177.8c	89b	17.6a	5.22a	4093a
RGS003	آرجی اس۰۰۳	179.2b	91b	12.4b	4.44b	2500b
Option500	آپشن۵۰۰	180.8a	97a	10.2b	4.13b	1497c

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

Means, in each column and for each factor, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% of probability level- Using Least Significant Difference Test.

دانه بر عملکرد دانه تاثیری نداشت (جدول ۱، ۳ و ۴). بنابراین تاثیر آبیاری بر عملکرد دانه کلزا در سال‌های مختلف انجام آزمایش متفاوت بود و کاملاً به وضعیت بارندگی طی زمان انجام آبیاری بستگی داشت. میانگین عملکرد دانه در تیمارهای بدون آبیاری، آبیاری در مرحله گلدهی، آبیاری در مرحله پر شدن دانه و آبیاری در مرحله گلدهی + مرحله پر شدن دانه در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ به ترتیب ۳۲۸۳، ۳۵۲۰، ۳۷۰۹ و ۳۸۹۰ کیلوگرم در هکتار، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۳۰۹۳، ۳۳۳۹، ۳۰۴۷ و ۳۹۲۲ کیلوگرم در هکتار و سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۲۸۰۲، ۲۴۹۴، ۲۶۸۷ و ۲۸۰۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳، ۴ و ۵).

در هر سه سال زراعی اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. در هر سه سال هیبرید هایولا۴۰۱ با داشتن تعداد دانه در غلاف بیشتر و وزن دانه بالاتر بیشترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۳، ۴ و ۵). میانگین عملکرد دانه ارقام هایولا۴۰۱، آرجی اس۰۰۳ و آپشن۵۰۰ در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ به ترتیب ۳۹۸۴، ۳۵۵۲ و ۳۲۶۶ کیلوگرم در هکتار، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۴۰۳۵، ۳۱۰۹ و ۲۹۰۸ کیلوگرم در هکتار و در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۴۰۹۳، ۲۵۰۰ و ۱۴۹۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳، ۴ و ۵). نکته قابل توجه کاهش شدید عملکرد دانه رقم آپشن۵۰۰ در سال سوم آزمایش بود که این ممکن است ناشی از حساسیت زیاد این رقم به خوابیدگی و همچنین کاهش شدید تعداد دانه در غلاف در سال سوم آزمایش بود (جدول ۵).

عملکرد دانه کلزا به مقدار بارندگی یا

رطوبت موجود در خاک در اوایل دوره زایشی و همچنین دمای هوا طی دوره گلدهی و اوایل دوره پر شدن دانه بستگی زیادی دارد (Brandt and McGregor, 1997; Johnston *et al*., 2002). در نواحی گرم و نیمه‌خشک، معمولاً در دمای گرم و مناسب و رطوبت کافی اوایل فصل رشد، کلزا قادر است رشد رویشی و ماده خشک زیادی را تولید کند، که در شرایط تنش گرما و خشکی در دوره های گلدهی و پر شدن دانه، سبب کاهش کارایی مصرف آب، کاهش تشکیل دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌شود (Johnston *et al*., 2002). در منطقه گنبد، با یک تنش گرما و خشکی انتهای فصل رشد، به خصوص در تاریخ‌های کشت دیر، تنش گرما و خشکی طی دوره گلدهی و پر شدن دانه می‌تواند سبب کاهش تعداد دانه در مترمربع، کاهش وزن دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه شود (Faraji *et al*., 2008; Faraji *et al*., 2009).

در چنین شرایطی و با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان پیشنهاد کرد که در صورت کمبود نزولات جوی (مانند سال اول و دوم این پژوهش) بایستی در دو مرحله گلدهی و پر شدن دانه نسبت به تامین کمبود آب مورد نیاز کلزا از طریق آبیاری تکمیلی اقدام نمود. در کلزا، عملکرد دانه به شرایط محیطی طی دوره گلدهی و پر شدن دانه وابستگی زیادی داشته و در نتیجه مرحله زایشی حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش خشکی می‌باشد (Mendham and Salsbury, 1995)، بنابراین مدیریت زراعت کلزا باید به نحوی انجام شود که طی دوره‌های گلدهی و پر شدن دانه شرایط رطوبتی بهینه ایجاد شود. نتایج این پژوهش نیز به خوبی نشان داد که رقم آزاد گرده‌افشان آرجی اس۰۰۳ می‌تواند به عنوان یک رقم مناسب در کنار هیبرید هایولا۴۰۱ (که در حال حاضر بیش از ۸۰ درصد از سطح زیر کشت منطقه را شامل می‌شود) در منطقه کشت شود.

References

Abbate, P. E., Andrade, F. H., Culot, J. P., and Bindraban, P. S. 1997. Grain yield in wheat: Effects of radiation during spike growth period. Field Crops Research 54: 245-257.

Bindraban, P. S., Sayre, K. D., and Moya, E. S. 1998. Identifying factors that determine kernel number in wheat. Field Crops Research 58: 223-234.

Brandt, S. A., and McGregor, D. I. 1997. Canola response to growing season climatic conditions. Pp. 322-328. In: Proceedings of Workshop on Soils and Crops.

Chimenti, C. A., and Hall, A. J. 2001. Grain number responses to temperature during floret differentiation in sunflower. Field Crops Research 72: 177-184.

Clarke, J., and Simpson, G. C. 1978. Influence of irrigation and seeding rates on yield and yield components of *Brassica napus*. Canadian Journal of Plant Science 58: 731-737.

Faraji, A. 2003. Effect of sowing date and plant density on rapeseed varieties. Iranian Journal of Crop Science 5: 64-73 (In Persian).

Faraji, A. 2004. Effect of row spacing and seed rate on yield and yield components of rapeseed (*cv*. Quantum) in Gonbad. Seed and Plant 20: 297-314 (In Persian).

Faraji, A., and Soltani, A. 2007. Evaluation of yield and yield components of canola spring genotypes, in two years with different climate conditions. Seed and Plant 23 (2): 191-202 (In Persian).

Faraji, A., Latifi, N., Aghajani, M. A., and Rahnama, K. 2006. Effects of some agronomic factors on phenology stages, vegetative characters and incidence of Sclerotinia stem rot in two genotypes of canola in Gonbad areas. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 13: 56-68 (In Persian).

Faraji, A., Latifi, N., Soltani, A., and Shirani Rad, A. H. 2008. Effect of high temperature stress and supplemental irrigation on flower and pod formation in two canola (*B. napus* L.) cultivars at Mediterranean climate. Asian Journal of Plant Science 7: 343-351.

Faraji, A., Latifi, N., Soltani, A., and Shirani Rad, A. H. 2009. Seed yield and water use efficiency of canola (*B. napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. Agricultural Water Management 96: 132-140.

Gonzalez, F. G., Slafer, G. A., and Miralles, D. J. 2003. Grain and floret number in response to photoperiod during stem elongation in fully and slightly vernalized wheats. Field Crops Research 81: 17-27.

Harper, F. R. and Berkenkamp, B. 1975. Revised growth-stage key for *Brassica campestris* and *B. napus*. Canadian Journal of Plant Science 55: 657-658.

Jensen, C. R., Mogensen, R. O., Mortensen G., fieldsend, J. K., Milford, G. F. J., Andersen, M. N., and Thaga, J. H. 1996. Seed glucosinolate, oil and protein contents of field grown rape (*Brassica napus* L.) as affected by soil drying and evaporative demand. Field Crops Research 47: 93-105.

Johnston, A. M., Tanaka, D. L., Miller, P. R., Brandt, S. A., Nielsen, D. C., Lafond, G. P., and Riveland, N. R. 2002. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. Agronomy Journal 94: 231-240.

Mendham, N. J., and Salisbury, P. A. 1995. Physiology, crop development, growth and yield. Pp. 11-64. In: D. S. Kimber, and D. I. McGregor, (Eds.). Brassica Oilseeds: Production and Utilization. CAB International, Landon.

Pouzet, A. 1995. Agronomy. Pp. 65-92. In: D. S. Kimber, and D. I. McGregor, (Eds.). Brassica Oilseeds: Production and Utilization. CAB International, Landon.

Rao, G., and Mendham, N. J. 1991. Comparison of Chinoli (*B. campestris*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 117: 177-187.

SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, Version 6, 4th editions. SAS Inst., Inc.

Tayo, T. O., and Morgan, D. G. 1979. Factors influencing flower and pod development in oilseed rape (*B. napus*). Journal of Agricultural Science (Cambridge) 92: 363–373.

Vega, C. R. C., Andrade, F. H., Sadras, V. O., Uhart, S. A., and Valentinuz, O. R. 2001. Seed number as a function of growth: A comparative study in soybean, sunflower and maize. Crop Science 41: 748-754.

Wright, G., Smith, C., and Woodroofe, M. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*B. napus*) production in south-eastern Australia: Growth and seed yield. Irrigation Science 9: 1-13.

Zhang, H. P., Wang, X. Y., You, M. Z., and Liu, C. M. 1999. Water-yield relations and water use efficiency of winter wheat in the north China plain. Irrigation Science 19: 37-45.