

## اثر تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی بر تجمع ماده خشک، عملکرد و شاخص برداشت دو رقم کانولا (*Brassica napus*)

\* ابوالفضل فرجی<sup>۱</sup>، ناصر لطیفی<sup>۲</sup>، افشین سلطانی<sup>۳</sup> و امیرحسین شیرانی<sup>۴</sup> راد

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته دکترا گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup> استاد گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> استاد گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۴</sup> استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر وزارت جهاد کشاورزی  
تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۱۱

### چکیده

در یک مطالعه دو ساله، تجمع ماده خشک اندام‌های هوایی در کانولا و رابطه آن با شاخص برداشت و عملکرد دانه تحت دامنه وسیعی از شرایط محیطی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد اجرا شد. ۵ تاریخ کاشت، شامل ۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دی، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در کرت‌های اصلی و ۲ رقم هیولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در هر دو سال، میانگین ماده خشک اندام‌های هوایی در شرایط آبیاری تکمیلی به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط دیم بود. میزان بارندگی در طی دوره گلدهی و پر شدن دانه در سال ۸۵-۱۳۸۴ کمتر از ۸۶-۱۳۸۵ بود. این امر باعث شد تا تأثیر آبیاری تکمیلی بر افزایش ماده خشک و عملکرد دانه در سال ۸۵-۱۳۸۴ به طور قابل توجهی بیشتر از سال ۸۶-۱۳۸۵ شود. افزایش دمای هوا در تاریخ‌های کشت دیر، سبب کاهش معنی‌دار ماده خشک اندام‌های هوایی، شاخص برداشت و عملکرد دانه شد. تأخیر در کاشت سبب برخورد مراحل حساس گیاه مانند گلدهی و پر شدن دانه به دمای بالا و خشکی انتهای فصل و کاهش تعداد روز تا شروع گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی شد. مقدار ماده خشک تجمع یافته در اندام‌های هوایی به جز دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی در هیبرید هیولا ۴۰۱ و رقم آرجی اس ۰۰۳ در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۶۲۹۰ و ۶۱۴۰ کیلوگرم در هکتار و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۵۷۹۵ و ۵۸۰۴ کیلوگرم در هکتار بود، بنابراین برتری عملکرد دانه هیبرید هیولا ۴۰۱ نسبت به رقم آرجی اس ۰۰۳ تنها به دلیل شاخص برداشت بالاتر بود و این دو رقم از نظر ماده خشک تجمع یافته در اندام‌های هوایی غیر از دانه اختلاف قابل توجهی نداشتند.

**واژه‌های کلیدی:** کانولا، ماده خشک، رقم، دما، آبیاری تکمیلی

### مقدمه

همکاران، (۲۰۰۴)، گندم (اهدایی و وینز، ۲۰۰۱؛ پلات و همکاران، ۲۰۰۴) و کانولا (آنگادی و همکاران، ۲۰۰۰) مورد مطالعه قرار گرفته است. به طور کلی سرعت تولید ماده خشک در اندام‌های هوایی کانولا (کلزا) در ابتدا کند بوده، اما بعد از بسته شدن کانوبی زیاد و سپس با پیر شدن برگ‌ها

تجمع ماده خشک در اندام‌های هوایی و انتقال آن به دانه در تعدادی از گونه‌های گیاهی مانند برنج (کومار و همکاران، ۲۰۰۶)، سویا (کومادی، ۲۰۰۲)، جو (پرستویا و

شرایط تنش خشکی شدید، متوسط و آبیاری به ترتیب ۱۹/۶، ۲۲/۹ و ۲۲/۶ درصد بود.

از طرفی عملکرد کانولا به پتانسیل عملکرد رقم، شرایط آب و هوایی و مدیریت زراعی بستگی داشته و عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین کننده رشد و نمو گیاه و در نتیجه عملکرد دانه هستند. ارقام مختلف عکس العمل متفاوتی نسبت عوامل زراعی دارند (ریچاردز، ۱۹۷۸). پرادی و همکاران (۱۹۸۹) مشاهده کردند که واکنش ارقام مختلف کانولا به مدیریت های زراعی مختلف، متفاوت می باشد. به نظر می رسد که افزایش عملکرد دانه کانولا در کشت زود هنگام به خصوص در نواحی صورت می گیرد که در طی گلدهی و پر شدن دانه احتمال تنش خشکی و دمای بالا وجود دارد و کشت زود باعث فرار از این شرایط می شود. گاناسکرا و همکاران (۲۰۰۶A) نشان دادند که عملکرد دانه کانولا رابطه قوی با ماده خشک اندام های هوایی بعد از گرده افشانی و شاخص برداشت دارد. به طور کلی میزان نزولات در طی فصل رشد و دمای هوا تعیین کننده پتانسیل عملکرد کانولا هستند (ناتال و همکاران، ۱۹۹۲). ناتال و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که عملکرد کانولای کاشته شده در اواسط مه همبستگی منفی با میانگین حداکثر دما در جولای و آگوست دارد. اجتناب از گرما و خشکی در طی دوره رشد زایشی به عنوان کلید موفقیت در افزایش شاخص برداشت و عملکرد دانه در مطالعه جانسون و همکاران (۱۹۹۵) نیز گزارش شده است.

با توجه به افزایش سطح زیر کشت کانولا در منطقه (سطح زیر کشت کانولا در استان گلستان در سال ۸۶-۱۳۸۵ حدود ۷۰ هزار هکتار، و بالغ بر ۴۰ هزار هکتار آن مربوط به منطقه گنبد و کلاله بود)، این مطالعه جهت تعیین تأثیر عوامل مختلف زراعی، محیطی و آب و هوایی مانند تاریخ کاشت، آبیاری تکمیلی، دما و بارندگی بر تجمع ماده خشک، شاخص برداشت و عملکرد دانه دو رقم کانولا انجام شد.

در طی پر شدن دانه ها کند می شود (والتون و همکاران، ۱۹۹۹). تجمع ماده خشک در کانولا در طی مرحله گلدهی در بیشترین میزان است، در صورتی که در گندم بیشترین میزان تجمع ماده خشک قبل از گرده افشانی صورت می گیرد. وابستگی عملکرد دانه کانولا به ماده خشک تولید شده در زمان گلدهی در تاریخ های کشت دیر افزایش یافته و نوسان آن نیز بیشتر از تاریخ های کاشت زود است (هابکوت، ۱۹۹۷). کانگو و مک وتی (۲۰۰۱) مشاهده کردند که اثر سال، مکان و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه، ماده خشک کل و شاخص برداشت کانولا معنی دار بود. دماهای خنک و مرطوب طی فصل رشد سبب افزایش تولید ماده خشک شد (هال، ۱۹۹۲؛ ماهان و همکاران، ۱۹۹۵).

آنگادی و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که دمای ۳۵/۱۵ درجه سانتی گراد (شب/روز) برای یک دوره ۷ روزه تولید ماده خشک کانولا را تا ۳۰ درصد و وزن دانه را تا ۲۳ درصد کاهش داد. آنها پیشنهاد کردند که محدودیت اسیمیلات ها سبب کاهش عملکرد دانه می شود. گاناسکرا و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که تنش خشکی سبب کاهش شدید عملکرد دانه و ماده خشک اندام های هوایی شد. میانگین عملکرد دانه کانولا تحت شرایط تنش خشکی شدید، متوسط و بدون تنش به ترتیب ۱۰۵۰، ۱۵۹۰ و ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین ماده خشک اندام های هوایی در شرایط تنش شدید، متوسط و بدون تنش به ترتیب ۵۷۰، ۶۹۸۰ و ۸۴۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. با افزایش تنش خشکی ماده خشک نهایی گیاه به طور معنی داری کاهش یافت. میزان ماده خشک در تیمار آبیاری به طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود. در مطالعه دیگری گاناسکرا و همکاران (۲۰۰۶B) نشان دادند که میانگین عملکرد دانه کانولا در شرایط تنش خشکی شدید، متوسط و آبیاری به ترتیب ۱۱۰۰، ۱۴۰۰ و ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. میانگین ماده خشک اندام های هوایی در شرایط تنش خشکی شدید، متوسط و آبیاری به ترتیب ۵۶۰۰، ۷۰۰۰ و ۸۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین شاخص برداشت در

## مواد و روش‌ها

زمستان‌های نسبتاً سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک بوده و معمولاً قسمت عمده نزولات جوی در طی ماه‌های فصل زمستان و فروردین ماه می‌باشد. برای گیاهانی مانند کانولا، به خصوص در کشت دیر، وقوع تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد در منطقه گنبد امری متداول است. داده‌های آب و هوایی ایستگاه گنبد در جدول ۱ و میانگین دمای حداکثر طی گلدهی و پر شدن دانه کانولا در جدول ۲ آورده شده است.

این مطالعه در دو سال زراعی ۱۳۸۴-۸۵ و ۱۳۸۵-۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد. ارتفاع این ایستگاه از سطح دریا ۴۵ متر و مشخصات جغرافیایی آن به ترتیب ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه آن ۴۵۴ میلی‌متر، میانگین دمای سالیانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین تبخیر سالیانه ۱۱۵۷ میلی‌متر است. این منطقه دارای

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد طی ۲ سال انجام آزمایش.

ماه	میانگین دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر)	ساعات آفتابی
۱۳۸۴-۸۵					
آبان	۹/۲	۲۱/۲	۱۵/۱	۱۲۰/۲	۱۷۹/۳
آذر	۷/۱	۱۸/۷	۱۲/۹	۲۲/۰	۱۴۶/۹
دی	۱/۳	۱۱/۲	۶/۳	۵۹/۹	۱۶۱/۷
بهمن	۳/۳	۱۳/۹	۸/۶	۵۵/۴	۱۳۴/۷
اسفند	۵/۶	۱۹/۲	۱۲/۴	۱۵/۶	۱۹۰/۶
فروردین	۹/۸	۲۱/۴	۱۵/۶	۴۸/۹	۱۶۷/۹
اردیبهشت	۱۴/۷	۲۵/۸	۲۰/۳	۳۳/۵	۱۵۲/۰
خرداد	۱۹/۰	۳۶/۳	۲۷/۶	۶/۹	۳۱۳/۵
۱۳۸۵-۸۶					
آبان	۱۲/۰	۲۴/۳	۱۸/۱	۵۴/۶	۱۸۱/۵
آذر	۴/۳	۱۲/۷	۸/۵	۶۳/۵	۱۲۳/۴
دی	۲/۹	۱۲/۹	۷/۹	۴۱/۴	۱۶۸/۰
بهمن	۵/۱	۱۷/۱	۱۱/۱	۳۵/۸	۱۶۱/۲
اسفند	۳/۳	۱۵/۹	۹/۶	۹۵/۸	۱۷۲/۲
فروردین	۸/۸	۱۸/۱	۱۳/۴	۹۳/۴	۱۰۳/۷
اردیبهشت	۱۲/۸	۲۳/۹	۱۸/۳	۴۰/۱	۱۷۸/۰
خرداد	۱۸/۹	۳۵/۳	۲۷/۱	۸/۰	۳۰۹/۸

جدول ۲- میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد) طی مراحل گلدهی و پر شدن دانه در تاریخ‌های کاشت مختلف.

تاریخ کاشت	۱۳۸۴-۸۵		۱۳۸۵-۸۶	
	دوره گلدهی	دوره پر شدن دانه	دوره گلدهی	دوره پر شدن دانه
۱۵ آبان	۲۰/۰	۲۲/۳	۱۷/۱	۱۶/۸
۱۵ آذر	۲۰/۶	۲۳/۵	۱۸/۵	۱۸/۰
۱۵ دی	۲۲/۳	۲۵/۲	۱۹/۲	۱۹/۸
۱۵ بهمن	۲۴/۵	۲۶/۱	۲۳/۲	۲۲/۵
۱۵ اسفند	۲۸/۲	۳۵/۷	۲۹/۴	۲۸/۶

آزمایش به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم انجام شد. ۵ تاریخ کاشت، شامل ۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دی، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در کرت‌های اصلی و ۲ رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. به غیر از تاریخ کاشت اول سال اول آزمایش که به دلیل شرایط جوی نامناسب کاشت گیاه با ۳ روز تأخیر صورت گرفت، در سایر تاریخ‌های کاشت، قبل از کاشت بارندگی مناسب انجام شد و کاشت گیاه در تاریخ‌های معین صورت گرفت. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته مورد نظر (۱۰۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و با الگوی کاشت ۲×۵ سانتی‌متر)، در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف کرده و بعد از استقرار بوته‌ها، فاصله بوته‌ها در هر ردیف تنظیم گردید. هر کرت شامل ۸ خط کاشت به طول ۵ متر بود. خطوط ۱، ۴ و ۸ جهت حاشیه، خطوط ۲ و ۳ جهت یادداشت‌برداری‌های طی فصل رشد و خطوط ۵، ۶ و ۷ جهت برداشت نهایی مورد استفاده قرار گرفت. فاصله بین تکرارها ۳ متر، فاصله بین کرت‌های اصلی ۲ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. قبل از کاشت گیاه و براساس نتایج تجزیه خاک، مقادیر کودهای فسفر و پتاس به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و اکسید پتاس (به ترتیب از منابع کودی سوپرفسفات 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 کود 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 خاک محل انجام آزمایش سیلتی لوم، اسیدیته ۸/۱، هدایت الکتریکی ۰/۷۳ دسی‌زیمنس بر متر و نیتروژن کل، مواد خثی شونده و کربن آلی به ترتیب ۰/۱۲، ۲۰ و ۱/۲ درصد بود.

در طی فصل رشد و در صورت نیاز عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی به وسیله کارگر صورت

گرفت. همچنین واکاری و تنک کردن بوته‌های مازاد در مرحله ۴-۲ برگی انجام شد. تعداد روز تا یک مرحله فنولوژیکی معین براساس تعداد روز از سبز شدن تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر کرت به آن مرحله معین برسند، محاسبه شد (هارپر و برکنکمپ، ۱۹۷۵). ماده خشک اندام‌های هوایی براساس محاسبه وزن خشک از ۱۰ بوته در مراحل شروع ساقه‌دهی، شروع غنچه‌دهی، شروع گلدهی، شروع پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیکی تعیین شد. شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد ماده‌خشک اندام‌های هوایی در رسیدگی فیزیولوژیک تعیین شد. در شرایط آبیاری تکمیلی، کرت‌ها در ۳ نوبت، ۵ روز پس از شروع ساقه‌دهی، ۵ روز پس از شروع گلدهی و ۵ روز پس از شروع پر شدن دانه آبیاری شدند. مقدار رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه برای قطعه کاشت قبلاً تعیین شد (درصد وزنی رطوبت خاک معادل ۲۵ درصد بود). ۲ 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 شد و کمبود رطوبت کرت‌های آزمایشی از طریق آبیاری با استفاده از کتور، به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد (ساکستون و همکاران، ۱۹۸۶؛ زانگ و همکاران، ۱۹۹۹). در پایان داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS (سلطانی، ۲۰۰۷) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین داده‌ها براساس آزمون LSD ارزیابی شد.

## نتایج و بحث

معنی دار شدن اثر سال و اثرات متقابل سال × آبیاری و سال × تاریخ کاشت بر صفات مربوط به ماده‌خشک در تجزیه مرکب (جدول تجزیه واریانس مرکب آورده نشده است) نشان داد که ماده‌خشک کانولا تحت تأثیر بارندگی و دما طی فصل رشد قرار گرفت، بنابراین به دلیل معنی دار

شدن اثر سال در تجزیه مرکب، داده‌های سالیانه صفات به طور جداگانه تجزیه و بررسی شد (جدول های ۳ و ۴). میزان ماده خشک تجمع یافته در مراحل مختلف رشد در ۲ سال انجام آزمایش و همچنین شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در جدول های ۳ و ۴ آورده شده است. نتایج تجزیه سالیانه

نشان داد در هر دو سال انجام آزمایش، میانگین ماده خشک اندام های هوایی در مراحل شروع غنچه دهی، شروع گلدهی، شروع پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیک در شرایط آبیاری تکمیلی به طور معنی داری بیشتر از شرایط دیم بود (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین های سالیانه صفات مربوط به مربوط به ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت کانولا<sup>۱</sup>.

تیمار	ماده خشک اندام های هوایی (شروع ساقه دهی)	ماده خشک اندام های هوایی (شروع غنچه دهی)	ماده خشک اندام های هوایی (شروع گلدهی)	ماده خشک اندام های هوایی (شروع پر شدن دانه)	ماده خشک اندام های هوایی (رسیدگی)	شاخص برداشت (درصد)
۱۳۸۴-۸۵						
آبیاری تکمیلی	۴۵۹ <sup>A</sup>	۷۸۳ <sup>A</sup>	۵۱۸۳ <sup>A</sup>	۸۳۶۸ <sup>A</sup>	۹۵۷۸ <sup>A</sup>	۲۵/۵ <sup>A</sup>
دیم	۴۵۱ <sup>A</sup>	۷۴۹ <sup>B</sup>	۴۲۵۴ <sup>B</sup>	۶۴۳۶ <sup>B</sup>	۷۵۱۱ <sup>B</sup>	۲۵/۶ <sup>A</sup>
تاریخ کاشت						
۱۸ آبان	۱۰۲۶ <sup>A</sup>	۱۴۱۷ <sup>A</sup>	۷۳۸۸ <sup>A</sup>	۱۱۴۳۲ <sup>A</sup>	۱۲۲۶۳ <sup>A</sup>	۳۰/۹ <sup>A</sup>
۱۵ آذر	۴۵۵ <sup>B</sup>	۷۴۶ <sup>B</sup>	۶۰۳۶ <sup>B</sup>	۸۳۹۰ <sup>B</sup>	۱۰۱۹۵ <sup>B</sup>	۳۰/۹ <sup>A</sup>
۱۵ دی	۲۷۹ <sup>C</sup>	۵۶۵ <sup>C</sup>	۳۶۱۴ <sup>C</sup>	۶۸۴۷ <sup>C</sup>	۸۸۴۸ <sup>C</sup>	۲۷/۶ <sup>B</sup>
۱۵ بهمن	۲۲۸ <sup>D</sup>	۵۳۱ <sup>C</sup>	۳۵۹۸ <sup>C</sup>	۵۲۹۸ <sup>D</sup>	۶۴۴۲ <sup>D</sup>	۲۶/۳ <sup>B</sup>
۱۵ اسفند	۲۸۷ <sup>C</sup>	۵۷۱ <sup>C</sup>	۲۹۵۷ <sup>D</sup>	۵۰۴۴ <sup>E</sup>	۴۹۹۶ <sup>E</sup>	۱۲/۲ <sup>C</sup>
هائولا ۰۱	۴۸۲ <sup>A</sup>	۸۰۲ <sup>A</sup>	۴۸۲۸ <sup>A</sup>	۷۶۲۳ <sup>A</sup>	۸۹۶۸ <sup>A</sup>	۲۸/۷ <sup>A</sup>
آرجی اس ۰۳	۴۲۸ <sup>B</sup>	۷۳۰ <sup>B</sup>	۴۶۰۸ <sup>B</sup>	۷۱۸۲ <sup>B</sup>	۸۱۳۰ <sup>B</sup>	۲۲/۵ <sup>B</sup>
۱۳۸۵-۸۶						
آبیاری تکمیلی	۴۸۹ <sup>A</sup>	۹۷۶ <sup>A</sup>	۵۵۱۵ <sup>A</sup>	۷۹۵۳ <sup>A</sup>	۸۶۸۳ <sup>A</sup>	۲۲/۹ <sup>A</sup>
دیم	۴۸۳ <sup>A</sup>	۸۹۳ <sup>B</sup>	۵۱۱۸ <sup>B</sup>	۶۹۶۱ <sup>B</sup>	۷۱۳۴ <sup>B</sup>	۲۵/۲ <sup>A</sup>
تاریخ کاشت						
۱۵ آبان	۹۷۹ <sup>A</sup>	۱۴۱۲ <sup>A</sup>	۷۶۷۵ <sup>A</sup>	۱۲۰۲۷ <sup>A</sup>	۱۲۷۱۹ <sup>A</sup>	۲۷/۸ <sup>A</sup>
۱۵ آذر	۶۴۸ <sup>B</sup>	۱۰۰۱ <sup>B</sup>	۷۳۰۷ <sup>B</sup>	۹۷۱۲ <sup>B</sup>	۱۰۲۶۰ <sup>B</sup>	۲۸/۷ <sup>A</sup>
۱۵ دی	۲۵۷ <sup>C</sup>	۷۹۷ <sup>C</sup>	۴۸۲۲ <sup>C</sup>	۷۳۶۳ <sup>C</sup>	۷۸۱۵ <sup>C</sup>	۳۰/۶ <sup>A</sup>
۱۵ بهمن	۲۶۴ <sup>C</sup>	۷۶۳ <sup>D</sup>	۳۵۴۲ <sup>D</sup>	۴۵۹۳ <sup>D</sup>	۵۱۸۶ <sup>D</sup>	۲۸/۵ <sup>A</sup>
۱۵ اسفند	۲۸۱ <sup>C</sup>	۶۹۹ <sup>E</sup>	۳۲۳۵ <sup>E</sup>	۳۵۹۰ <sup>E</sup>	۳۵۶۳ <sup>E</sup>	۴/۷ <sup>B</sup>
هائولا ۰۱	۵۱۶ <sup>A</sup>	۹۵۹ <sup>A</sup>	۵۵۱۳ <sup>A</sup>	۷۶۰۹ <sup>A</sup>	۸۱۲۷ <sup>A</sup>	۲۵/۷ <sup>A</sup>
آرجی اس ۰۳	۴۵۵ <sup>B</sup>	۹۱۰ <sup>B</sup>	۵۱۱۹ <sup>B</sup>	۷۳۰۵ <sup>B</sup>	۷۶۹۰ <sup>B</sup>	۲۲/۴ <sup>B</sup>

\*- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD هستند.

جدول ۴- میانگین‌های صفات مربوط به ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم\*.

شاخص برداشت (درصد)	ماده خشک (اندام‌های هوایی) (رسیدگی)	ماده خشک (اندام‌های هوایی) (شروع پر شدن دانه)	ماده خشک (اندام‌های هوایی) (شروع گلدهی)	ماده خشک (اندام‌های هوایی) (شروع غنچه‌دهی)	ماده خشک (اندام‌های هوایی) (شروع ساقه‌دهی)	تیمار
آبیاری تکمیلی						
۲۹/۳ <sup>A</sup>	۱۳۵۶۲ <sup>A</sup>	۱۲۹۰۶ <sup>A</sup>	۸۰۲۷ <sup>A</sup>	۱۴۵۱ <sup>A</sup>	۱۰۰۴ <sup>A</sup>	تاریخ کاشت ۱۵ آبان
۲۷/۲ <sup>A</sup>	۱۱۴۸۹ <sup>B</sup>	۱۰۰۵۶ <sup>B</sup>	۶۹۳۹ <sup>B</sup>	۸۸۸ <sup>B</sup>	۵۴۶ <sup>B</sup>	۱۵ آذر
۲۸/۴ <sup>A</sup>	۹۲۰۶ <sup>B</sup>	۷۶۴۵ <sup>C</sup>	۴۴۸۷ <sup>C</sup>	۷۲۱ <sup>C</sup>	۲۷۲ <sup>C</sup>	۱۵ دی
۲۷/۳ <sup>A</sup>	۶۲۶۵ <sup>D</sup>	۵۲۵۹ <sup>D</sup>	۳۸۴۹ <sup>D</sup>	۶۷۹ <sup>D</sup>	۲۵۸ <sup>C</sup>	۱۵ بهمن
۸/۷ <sup>B</sup>	۵۱۵۴ <sup>E</sup>	۴۹۳۶ <sup>D</sup>	۳۴۴۲ <sup>E</sup>	۶۵۸ <sup>D</sup>	۲۸۹ <sup>C</sup>	۱۵ اسفند
۲۶/۵ <sup>A</sup>	۹۴۸۴ <sup>A</sup>	۸۳۹۵ <sup>A</sup>	۵۴۸۶ <sup>A</sup>	۹۱۲ <sup>A</sup>	۵۰۴ <sup>A</sup>	۱۵ بهمن
۲۱/۹ <sup>B</sup>	۸۷۸۶ <sup>B</sup>	۷۹۲۶ <sup>B</sup>	۵۲۱۱ <sup>B</sup>	۸۴۷ <sup>B</sup>	۴۴۴ <sup>B</sup>	۱۵ آذر
دیم						
۲۹/۴ <sup>AB</sup>	۱۱۴۲۱ <sup>A</sup>	۱۰۵۵۳ <sup>A</sup>	۷۰۳۶ <sup>A</sup>	۱۳۷۸ <sup>A</sup>	۱۰۰۰ <sup>A</sup>	تاریخ کاشت ۱۵ آبان
۳۲/۳ <sup>A</sup>	۸۹۶۷ <sup>B</sup>	۸۰۴۵ <sup>B</sup>	۶۴۰۴ <sup>B</sup>	۸۵۹ <sup>B</sup>	۵۵۷ <sup>B</sup>	۱۵ آذر
۲۹/۸ <sup>AB</sup>	۷۴۵۷ <sup>C</sup>	۶۵۶۵ <sup>C</sup>	۳۹۴۹ <sup>C</sup>	۶۴۱ <sup>C</sup>	۲۶۴ <sup>C</sup>	۱۵ دی
۲۷/۵ <sup>B</sup>	۵۳۶۳ <sup>D</sup>	۴۶۳۲ <sup>D</sup>	۳۲۹۱ <sup>D</sup>	۶۱۴ <sup>C</sup>	۲۳۵ <sup>CD</sup>	۱۵ بهمن
۸/۱ <sup>C</sup>	۳۴۰۵ <sup>E</sup>	۳۶۹۸ <sup>E</sup>	۲۷۴۹ <sup>E</sup>	۶۱۲ <sup>C</sup>	۲۷۹ <sup>D</sup>	۱۵ اسفند
۲۷/۹ <sup>A</sup>	۷۶۱۲ <sup>A</sup>	۶۸۳۶ <sup>A</sup>	۴۸۵۶ <sup>A</sup>	۸۴۸ <sup>A</sup>	۴۹۶ <sup>A</sup>	۱۵ بهمن
۲۲/۹ <sup>B</sup>	۷۰۳۳ <sup>B</sup>	۶۵۶۱ <sup>B</sup>	۴۵۱۶ <sup>B</sup>	۷۹۳ <sup>B</sup>	۴۳۸ <sup>B</sup>	۱۵ آذر

\*- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD هستند. در سال اول تاریخ کاشت اول با ۳ روز تاخیر انجام شد.

آزمایش بیشتر از سال دوم بود (داده‌های مربوط به میزان آب مورد استفاده در شرایط آبیاری تکمیلی ارائه نشده است). زمانی که میزان بارندگی طی ماه‌های اسفند تا اردیبهشت (جدول ۱)، که مصادف با دوره گلدهی و پر شدن دانه برای کشت‌های معمول در منطقه است، را در نظر بگیریم، مقدار بارندگی در طی این ۳ ماه در سال‌های ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب معادل ۹۸/۰ و ۲۲۹/۳ میلی متر بود. بنابراین شدت تنش خشکی در طی دوره گلدهی و پر شدن دانه در سال ۸۵-۱۳۸۴ بیشتر از ۸۶-۱۳۸۵ بود، که سبب افزایش تأثیر آبیاری تکمیلی بر افزایش ماده خشک (جدول ۳) و عملکرد دانه (جدول ۵) در سال اول نسبت به سال دوم شد.

اختلاف بین میانگین ماده خشک اندام‌های هوایی در شرایط دیم با آبیاری تکمیلی در سال ۸۵-۱۳۸۴ به طور قابل توجهی بیشتر از سال ۸۶-۱۳۸۵ بود (جدول ۳). به عنوان مثال در سال اول، انجام آبیاری تکمیلی ماده خشک اندام‌های هوایی در مرحله شروع پر شدن دانه و رسیدگی را به ترتیب به میزان ۱۹۳۲ و ۲۰۶۷ کیلوگرم در هکتار افزایش داد، در حالی که در سال دوم، افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی در اثر آبیاری تکمیلی در مراحل شروع پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیک به ترتیب برابر ۹۹۲ و ۱۵۴۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). میزان بارندگی در دوره بین ماه‌های آبان تا خرداد در سال‌های ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۳۶۲/۴ و ۴۳۲/۶ میلی متر بود (جدول ۱)، بنابراین میزان آب آبیاری تکمیلی کاربردی در سال اول

جدول ۵- میانگین‌های سالیانه صفات مربوط به فنولوژی و عملکرد دانه کانولا\*.

تیمار	روز تا شروع گلدهی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی	طول دوره پرشدن دانه (روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱۳۸۴-۸۵				
آبیاری تکمیلی	۶۹/۷ <sup>A</sup>	۱۱۸/۹ <sup>A</sup>	۲۹/۸ <sup>A</sup>	۲۵۶۷ <sup>A</sup>
دیم	۶۹/۴ <sup>A</sup>	۱۱۷/۳ <sup>B</sup>	۲۹/۲ <sup>B</sup>	۲۰۹۵ <sup>B</sup>
تاریخ کاشت				
۱۸ آبان	۱۰۲/۷ <sup>A</sup>	۱۶۰/۳ <sup>A</sup>	۳۳/۹ <sup>A</sup>	۳۷۸۰ <sup>A</sup>
۱۵ آذر	۸۸/۷ <sup>B</sup>	۱۴۱/۳ <sup>B</sup>	۳۰/۸ <sup>B</sup>	۳۱۰۶ <sup>B</sup>
۱۵ دی	۵۷/۹ <sup>C</sup>	۱۰۹/۸ <sup>C</sup>	۳۳/۱ <sup>C</sup>	۲۴۶۰ <sup>C</sup>
۱۵ بهمن	۵۳/۶ <sup>D</sup>	۹۴/۲ <sup>D</sup>	۲۹/۰ <sup>D</sup>	۱۷۲۴ <sup>D</sup>
۱۵ اسفند	۴۴/۹ <sup>E</sup>	۸۴/۸ <sup>E</sup>	۲۰/۷ <sup>E</sup>	۵۸۲ <sup>E</sup>
هایولا ۴۰۱	۶۸/۳ <sup>B</sup>	۱۱۶/۷ <sup>B</sup>	۲۹/۶ <sup>A</sup>	۲۶۷۸ <sup>A</sup>
آرجی اس ۰۰۳	۷۰/۸ <sup>A</sup>	۱۱۹/۴ <sup>A</sup>	۲۹/۴ <sup>A</sup>	۱۹۸۴ <sup>B</sup>
۱۳۸۵-۸۶				
آبیاری تکمیلی	۷۵/۹ <sup>A</sup>	۱۳۱/۱ <sup>A</sup>	۳۷/۷ <sup>A</sup>	۲۲۳۳ <sup>A</sup>
دیم	۷۵/۰ <sup>B</sup>	۱۳۰/۱ <sup>B</sup>	۳۷/۸ <sup>A</sup>	۱۹۸۷ <sup>B</sup>
تاریخ کاشت				
۱۵ آبان	۱۰۴/۶ <sup>A</sup>	۱۷۷/۳ <sup>A</sup>	۴۶/۸ <sup>A</sup>	۳۵۴۳ <sup>A</sup>
۱۵ آذر	۹۲/۲ <sup>B</sup>	۱۵۰/۵ <sup>B</sup>	۳۹/۱ <sup>B</sup>	۲۸۹۶ <sup>B</sup>
۱۵ دی	۷۲/۳ <sup>C</sup>	۱۲۱/۳ <sup>C</sup>	۳۲/۲ <sup>C</sup>	۲۳۶۲ <sup>C</sup>
۱۵ بهمن	۶۲/۸ <sup>D</sup>	۱۰۷/۷ <sup>D</sup>	۳۱/۲ <sup>D</sup>	۱۵۸۸ <sup>D</sup>
۱۵ اسفند	۴۵/۴ <sup>E</sup>	۹۶/۳ <sup>E</sup>	۳۹/۴ <sup>B</sup>	۱۶۲ <sup>E</sup>
هایولا ۴۰۱	۷۴/۶ <sup>B</sup>	۱۳۰/۳ <sup>B</sup>	۳۹/۱ <sup>A</sup>	۲۳۳۲ <sup>A</sup>
آرجی اس ۰۰۳	۷۶/۳ <sup>A</sup>	۱۳۱/۰ <sup>A</sup>	۳۶/۳ <sup>B</sup>	۱۸۸۶ <sup>B</sup>

\*- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD هستند.

قابل توجه دمای هوا شاخص برداشت به طور معنی‌داری کاهش یافت. تأخیر در کاشت سبب کاهش معنی‌دار شاخص برداشت (جدول ۳) و عملکرد دانه (جدول ۵) در هر دو سال انجام آزمایش شد. همچنین تأخیر در کاشت سبب برخورد مراحل حساس گیاه مانند گلدهی و پر شدن دانه با دماهای بسیار زیاد انتهای فصل رشد شد (جدول ۲) و در نتیجه تعداد روز تا شروع گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی و طول دوره پر شدن دانه کاهش یافت. میانگین تعداد روز تا شروع گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی در سال اول آزمایش به ترتیب ۶۹/۶ و ۱۱۸/۱

در هر دو سال، تأخیر در کاشت سبب کاهش معنی‌دار ماده خشک اندام‌های هوایی در تمام مراحل رشد شد (جدول ۳). به عنوان مثال در مراحل شروع گلدهی، شروع پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیکی بیشترین ماده خشک اندام‌های هوایی مربوط به تاریخ کاشت اول و کمترین ماده خشک اندام‌های هوایی مربوط به تاریخ کاشت آخر بود (جدول ۳). در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند، وجود شرایط مناسب آب و هوایی (جدول ۱) در طی دوره کاشت تا شروع طویل شدن ساقه سبب گردید تا ماده خشک اندام‌های به طور قابل توجهی افزایش یابد، ولی با افزایش

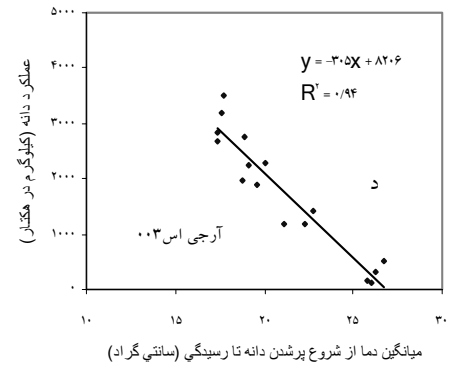
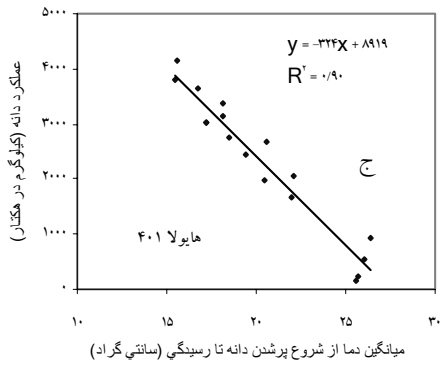
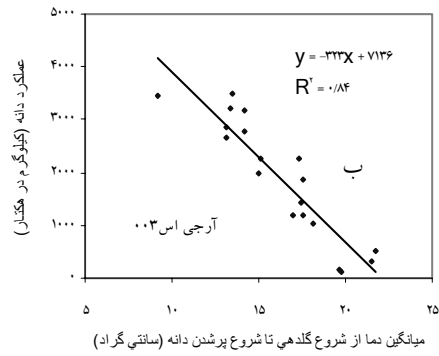
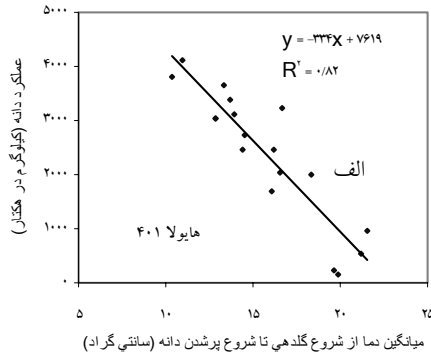
روز و در سال دوم به ترتیب ۷۵/۴ و ۱۳۰/۶ روز بود (جدول ۵). همچنین دامنه تغییرات روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی بین تاریخ کاشت‌های مختلف از ۸۴/۸ تا ۱۶۰/۳ روز در سال ۸۵-۱۳۸۴ و ۹۶/۳ تا ۱۷۷/۳ روز در سال ۸۶-۱۳۸۵ متفاوت بود. میانگین شاخص برداشت در تاریخ کاشت اول و پنجم در سال اول آزمایش به ترتیب ۳۰/۹ و ۱۲/۲ درصد و در سال دوم آزمایش به ترتیب ۲۷/۸ و ۴/۷ درصد بود (جدول ۳). بنابراین همان‌طوری که در مطالعه چن و همکاران (۲۰۰۵) نشان داده شده است، در این مطالعه کشت زودتر سبب فرار گیاه از تنش خشکی و حرارت در مراحل بحرانی رشد گیاه شد و در نتیجه افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی، شاخص برداشت و عملکرد دانه شد.

وجود رابطه منفی بین عملکرد دانه با میانگین دمای هوا طی دوره های شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه و شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی و همچنین وجود رابطه مثبت بین عملکرد دانه با ماده خشک اندام‌های هوایی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و شاخص برداشت در هر دو رقم مورد مطالعه نشان‌دهنده تأثیر منفی دماهای بالا بر ماده‌خشک اندام‌های هوایی، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. رابطه منفی و قوی بین عملکرد دانه با میانگین دمای هوا طی دوره های شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه و شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی به ترتیب ۸۲ و ۹۴ درصد از تغییرات در هیبرید هایولا ۴۰۱ و ۸۴ و ۹۰ درصد از تغییرات در رقم آرچی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۱ الف، ب، ج و د). به ازای افزایش هر درجه سانتی‌گراد میانگین دمای هوا طی دوره‌های شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه و شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی عملکرد دانه هیبرید هایولا ۴۰۱ به ترتیب ۳۳۴ و ۳۲۴ کیلوگرم در هکتار و عملکرد دانه رقم آرچی اس

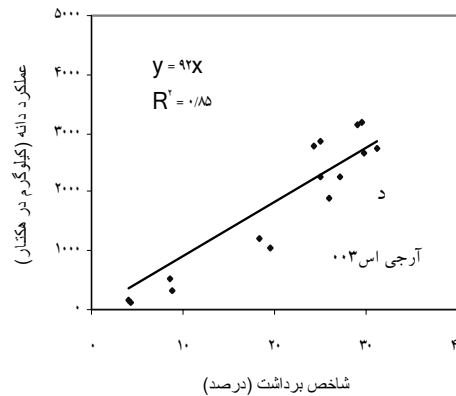
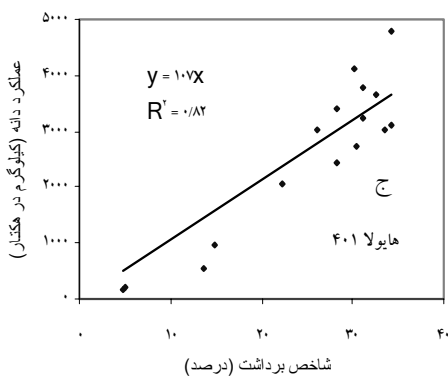
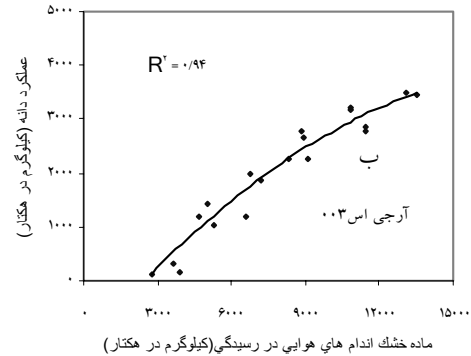
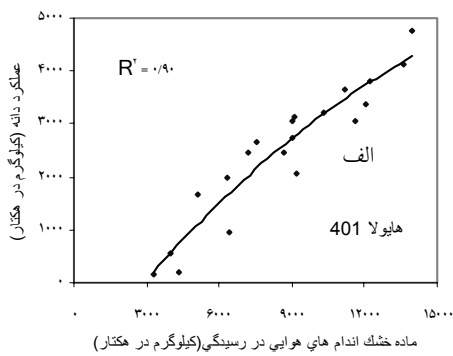
۰۰۳ به ترتیب ۳۲۳ و ۳۰۵ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (شکل ۱ الف، ب، ج و د).

مشاهده می‌شود که میزان کاهش عملکرد دانه با افزایش دما طی دوره های نموی فوق بسیار قابل توجه و در دو رقم مورد مطالعه تقریباً مشابه بود. ناتال و همکاران (۱۹۹۲) نیز نشان دادند که افزایش ۳ درجه سانتی‌گراد دمای حداکثر روزانه (۲۴-۲۱ درجه سانتی‌گراد) در طی دوره گلدهی کانولا سبب کاهش عملکرد دانه به میزان ۴۳۰ کیلوگرم در هکتار شد. کاهش مشابه‌ای روی عملکرد دانه کانولا به وسیله تنش خشکی در طی دوره گلدهی و پر شدن دانه در مطالعه نیلسن (۱۹۹۷) مشاهده شد. به هر حال دمای مناسب در طی دوره گلدهی کانولا حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد (جانسون و همکاران، ۲۰۰۲) و آستانه دمای تنش‌زا برای کانولا ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (موریسون، ۱۹۹۳) و افزایش دمای هوا طی دوره های فوق می‌تواند تأثیر منفی بر کانولا داشته باشد. بین عملکرد دانه با ماده‌خشک اندام‌های هوایی در رسیدگی فیزیولوژیکی رابطه درجه ۲ قوی وجود داشت، که به ترتیب ۹۰ و ۹۴ درصد از تغییرات در هیبرید هایولا ۴۰۱ و رقم آرچی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۲ الف و ب). در هر دو رقم، با افزایش ماده‌خشک اندام‌های هوایی عملکرد دانه، در ابتدا، به شدت افزایش یافت و سپس نرخ افزایش کمتر شد. بین عملکرد دانه و شاخص برداشت رابطه مثبت خطی و قوی وجود داشت، که به ترتیب ۸۲ و ۸۵ درصد از تغییرات در هیبرید هایولا ۴۰۱ و رقم آرچی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۲ ج و د). به ازای هر درصد افزایش شاخص برداشت عملکرد دانه هیبرید هایولا ۴۰۱ و رقم آرچی اس ۰۰۳ به ترتیب ۱۰۷ و ۹۲ درصد افزایش یافت (شکل ۲ ج و د).





شکل ۱- رابطه بین عملکرد دانه با میانگین دمای هوا طی دوره‌های شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه (الف و ب) و شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی (ج و د).



شکل ۲- رابطه بین عملکرد دانه با ماده خشک اندام‌های هوایی در رسیدگی فیزیولوژیکی (الف و ب) و شاخص برداشت (ج و د).

بنابراین پتانسیل عملکرد گیاه نه تنها به تولید ماده خشک، بلکه به انتقال کارآمد ماده خشک تجمع یافته به دانه‌ها نیز وابسته است (اهدایی و وینز، ۲۰۰۱). کومار و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که از نظر تجمع ماده خشک و انتقال آن به دانه در برنج، بین مکان‌ها و سال‌های مختلف اختلاف وجود دارد. ایشان اظهار داشتند که در مکان‌هایی که گیاه در مرحله گلدهی و بعد از آن با تنش خشکی مواجه می‌شود، تولید ماده خشک در طی گلدهی تا رسیدگی افزایش نمی‌یابد. در این آزمایش، در تاریخ کاشت ۱۵ آبان از نظر افزایش ماده خشک از شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک اختلاف قابل توجهی بین دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم مشاهده نشد (جدول ۳)، ولی در تاریخ کاشت‌های دیر، افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی در طی این دوره در شرایط آبیاری تکمیلی به‌طور قابل توجهی بیشتر از شرایط دیم بود (جدول ۳). میزان افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی از شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کاشت سوم و چهارم در تیمار آبیاری تکمیلی به ترتیب ۲۰۰۱ و ۱۱۴۴ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم به ترتیب ۴۵۲ و ۵۹۳ کیلوگرم در هکتار بود. در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن، به دلیل وجود دمای بسیار زیاد در انتهای فصل رشد، میزان ماده خشک اندام‌های هوایی از شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی اندکی کاهش یافت، که احتمالاً می‌تواند ناشی از کاهش شدید فتوسنتز و تولید ماده خشک باشد.

وجود شرایط آب و هوایی مناسب‌تر و زودرسی گیاه در سال اول آزمایش سبب گردید تا کاهش ماده خشک، شاخص برداشت و عملکرد دانه در اثر تأخیر در کاشت کمتر از سال دوم آزمایش باشد. نکته قابل توجه در این آزمایش عملکرد مناسب و قابل قبول کانولا در تاریخ‌های کشت ۱۵ آذر، ۱۵ دی و ۱۵ بهمن، به‌خصوص در شرایط آبیاری تکمیلی، در هر دو سال انجام آزمایش بود (جدول ۶). میانگین دو ساله عملکرد دانه در تاریخ‌های کشت ۱۵ آذر، ۱۵ دی و ۱۵ بهمن در شرایط آبیاری تکمیلی به ترتیب

معادل ۳۱۰۷، ۲۶۲۷ و ۱۸۳۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). با توجه به این‌که برخلاف توصیه‌های صورت گرفته جهت کشت به موقع کانولا، انجام کشت‌های تأخیری در منطقه گنبد و کلاله امری متداول است، پتانسیل بالای گیاه (به‌خصوص هیبرید هایولا ۴۰۱ در شرایط آبیاری تکمیلی) در تولید یک عملکرد دانه مناسب و قابل قبول در کشت تأخیری بسیار مفید است. به هر حال وجود دمای بسیار زیاد در اواسط و اواخر فصل رشد در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند (جدول ۲)، یا به عبارتی کشت بهاره گیاه، سبب شد تا به رغم انجام آبیاری تکمیلی عملکرد مناسبی تولید نشود. از این رو کشت بهاره کانولا، حداقل با ارقام و هیبریدهای موجود، به هیچ وجه در منطقه قابل توصیه نمی‌باشد.

در تمام مراحل رشد در هر دو سال انجام آزمایش، ماده خشک اندام‌های هوایی تجمع یافته در هیبرید هایولا ۴۰۱ به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم آرچی اس ۰۰۳ بود (جدول ۳). ماده خشک اندام‌های هوایی هیبرید هایولا ۴۰۱ در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سال‌های ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب معادل ۱۰/۳ و ۵/۷ درصد بیشتر از رقم آرچی اس ۰۰۳ بود (جدول ۳)، ولی به دلیل کاهش شدیدتر شاخص برداشت رقم آرچی اس ۰۰۳ نسبت به هیبرید هایولا ۴۰۱، عملکرد دانه هایولا ۴۰۱ در طی سال‌های ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب معادل ۳۵/۰ و ۲۳/۶ درصد بیشتر از رقم آرچی اس ۰۰۳ بود. بنابراین اگر چه کل ماده خشک تولیدی (ماده خشک تجمع یافته در اندام‌های رویشی و زایشی، شامل دانه) هیبرید هایولا ۴۰۱ بیشتر از رقم آرچی اس ۰۰۳ بود، ولی برتری عملکرد دانه هیبرید هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم آرچی اس ۰۰۳ به‌طور عمده به دلیل شاخص برداشت بیشتر این هیبرید بود (جدول ۳ و ۵). با مقایسه ماده خشک تجمع یافته غیر از دانه در دو رقم در دو سال انجام آزمایش مشاهده می‌شود که از نظر این صفت بین دو رقم اختلاف قابل توجهی وجود ندارد. مقدار ماده خشک تجمع یافته در اندام‌های هوایی به جز دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در هایولا ۴۰۱ و آرچی اس ۰۰۳ در سال اول به ترتیب ۶۲۹۰ و ۶۱۴۰ کیلوگرم در هکتار

و در سال دوم به ترتیب ۵۷۹۵ و ۵۸۰۴ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین برتری هایولا ۴۰۱ نسبت به آرجی اس ۰۰۳ به دلیل عملکرد دانه بیشتر بوده و این دو رقم از نظر ماده خشک تجمع یافته در اندام های هوایی غیر از دانه اختلاف قابل توجهی نداشتند. به هر حال برتری هایولا ۴۰۱ نسبت به آرجی اس ۰۰۳ از نظر شاخص برداشت و عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم صادق بود (جدول های ۳، ۴، ۵ و ۶). آپادهای و همکاران (۲۰۰۵) نیز با مقایسه ارقام هیبرید و آزاد گرده افشان کانولا نتیجه گرفتند که مدیریت زراعی می تواند سبب اختلاف معنی دار

عملکرد دانه آنها شود. عملکرد دانه تحت تاثیر مدیریت های زراعی مختلف مانند تاریخ کاشت از ۵۲۷ کیلوگرم در هکتار تا ۳۲۱۶ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. تقریباً در تمامی تیمارها میانگین عملکرد دانه ارقام هیبرید بیشتر از ارقام آزاد گرده افشان بود. در مطالعه دیگری جانسون و هانسون (۲۰۰۳) با بررسی ارقام هیبرید و آزاد گرده افشان کانولا مشاهده کردند که میانگین عملکرد دانه هیبرید هایولا ۴۰۱ نسبت به ارقام آزاد گرده افشان به کار رفته در آزمایش حدود ۱۵-۱۰ درصد بیشتر بود، که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

جدول ۶- میانگین های صفات مربوط به فنولوژی و عملکرد دانه در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم\*.

تیمار	روز تا شروع گلدهی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی	طول دوره پرشدن دانه (روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری تکمیلی				
تاریخ کاشت				
۱۵ آبان	۱۰۴/۱ <sup>A</sup>	۱۶۹/۴ <sup>A</sup>	۴۰/۵ <sup>A</sup>	۳۹۶۷ <sup>A</sup>
۱۵ آذر	۹۰/۶ <sup>B</sup>	۱۴۶/۵ <sup>B</sup>	۳۵/۱ <sup>B</sup>	۳۱۰۷ <sup>B</sup>
۱۵ دی	۶۴/۸ <sup>C</sup>	۱۱۶/۵ <sup>C</sup>	۳۳/۰ <sup>C</sup>	۲۶۲۷ <sup>C</sup>
۱۵ بهمن	۵۸/۸ <sup>D</sup>	۱۰۱/۸ <sup>D</sup>	۳۰/۳ <sup>D</sup>	۱۸۳۶ <sup>D</sup>
۱۵ اسفند	۴۵/۸ <sup>E</sup>	۹۰/۸ <sup>E</sup>	۲۹/۷ <sup>E</sup>	۴۶۲ <sup>E</sup>
هایولا ۴۰۱	۷۱/۸ <sup>B</sup>	۱۲۴/۰ <sup>B</sup>	۳۴/۳ <sup>A</sup>	۲۷۲۰ <sup>A</sup>
آرجی اس ۰۰۳	۷۳/۸ <sup>A</sup>	۱۲۶/۰ <sup>A</sup>	۳۳/۱ <sup>B</sup>	۲۰۸۰ <sup>B</sup>
دیم				
تاریخ کاشت				
۱۵ آبان	۱۰۳/۲ <sup>A</sup>	۱۶۸/۲ <sup>A</sup>	۴۰/۲ <sup>A</sup>	۳۳۵۶ <sup>A</sup>
۱۵ آذر	۹۰/۳ <sup>B</sup>	۱۴۵/۳ <sup>B</sup>	۳۴/۸ <sup>B</sup>	۲۸۹۴ <sup>B</sup>
۱۵ دی	۶۵/۳ <sup>C</sup>	۱۱۴/۷ <sup>C</sup>	۳۲/۳ <sup>C</sup>	۲۱۹۶ <sup>C</sup>
۱۵ بهمن	۵۷/۷ <sup>D</sup>	۱۰۰/۱ <sup>D</sup>	۲۹/۸ <sup>D</sup>	۱۴۷۶ <sup>D</sup>
۱۵ اسفند	۴۴/۶ <sup>E</sup>	۹۰/۳ <sup>E</sup>	۳۰/۴ <sup>D</sup>	۲۸۳ <sup>E</sup>
هایولا ۴۰۱	۷۱/۱ <sup>B</sup>	۱۲۳/۰ <sup>B</sup>	۳۴/۴ <sup>A</sup>	۲۲۸۹ <sup>A</sup>
آرجی اس ۰۰۳	۷۳/۳ <sup>A</sup>	۱۲۴/۴ <sup>A</sup>	۳۲/۶ <sup>B</sup>	۱۷۹۳ <sup>B</sup>

\*- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD هستند.

در سال اول تاریخ کاشت اول با ۳ روز تاخیر انجام شد.

## نتیجه گیری

توانایی کانولا جهت تطبیق مراحل حساس نموی با شرایط عدم تنش در طی فصل رشد می تواند سبب فرار گیاه از تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد شود. در این

مطالعه، تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی ابزارهای مدیریتی مهم در به حداقل رساندن جنبه های منفی دمای بالا و تنش خشکی در طی گلدهی و پر شدن دانه کانولا بودند. وجود شرایط آب و هوایی مناسب و زودرسی گیاه در سال اول

عملکرد دانه کاهش یافت. با توجه به این که برخلاف توصیه‌های صورت گرفته جهت کشت به موقع کانولا، انجام کشت‌های تأخیری در منطقه گنبد و کلاله امری متداول است، پتانسیل بالای گیاه (به خصوص هیبرید هایولا ۴۰۱ در شرایط آبیاری تکمیلی) در تولید یک عملکرد دانه مناسب و قابل قبول در کشت تأخیری بسیار مفید است.

آزمایش سبب گردید تا کاهش ماده خشک، شاخص برداشت و عملکرد دانه در اثر تأخیر در کاشت، کمتر از سال دوم شود. همچنین تأخیر در کاشت سبب برخورد مراحل حساس گیاه مانند گلدهی و پر شدن دانه به دمای بالای انتهای فصل شد، در نتیجه تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی، طول دوره پر شدن دانه، شاخص برداشت و

## منابع

1. Angadi, S.V., Cutforth, H.W., Miller, P.R., McConkey, B.G., Entz, M.H., Brandt, A., and Olkmar, K.M. 2000. Response of three Brassica species to high temperature stress during reproductive growth. *Can. J. Plant Sci.* 80: 693-701.
2. Chen, C., Jackson, G., Neill, K., Wichman, D., Johnson, G., and Johnson, D. 2005. Determining the feasibility of early seeding canola in the Northern Great Plains. *Agron. J.* 97: 1252-1262.
3. Chongo, G., and McVetty, P.B.E. 2001. Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape (*B. napus*). *Can. J. Plant Sci.* 81: 1-6.
4. Ehdai, B., and Waines, J.G. 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Res.* 73: 47-61.
5. Gunasekera, C.P., Martin, L.D., Siddique, K.H.M., and Walton, G.H. 2006a. Genotype by environment interactions of Indian mustard (*B. juncea* L.) and canola (*B. napus* L.) in Mediterranean-type environments: I- Crop growth and seed yield. *Eur. J. Agron.* 25: 1-12.
6. Gunasekera, C.P., Martin, L.D., French, R.J., and Siddique, K.H.M. 2006b. Response of mustard and canola genotypes to soil moisture stress during the post-flowering period. Muresk Institute, Curtin University of Technology, Northam, WA, Australia. [Http://WWW.curtin.edu.au/](http://WWW.curtin.edu.au/). 3p.
7. Gunasekera, C.P., Martin, L.D., French, R.J., Siddique, K.H.M., and Walton, G.H. 2003. Effects of water stress on water relations and yield of Indian mustard (*B. juncea* L.) and canola (*B. napus* L.). Proceedings of the 11<sup>th</sup> Australian Agronomy Conference. Geelong, Victoria. Aust. Soc. Agron. 3p.
8. Habekotte, B. 1997. Evaluation of seed yield determining factors of winter oilseed rape (*B. napus* L.) by means of crop growth modeling. *Field Crops Res.* 54: 137-151.
9. Hall, A.E. 1992. Breeding for heat tolerance. *Plant Breed. Rev.* 10: 129-168.
10. Harper, F.R., and Berkenkamp, B. 1975. Revised growth-stage key for *Brassica campestris* and *B. napus*. *Can. J. plant Sci.* 55: 657-658.
11. Johnson, B.L., and Hanson, B.K. 2003. Row spacing interactions on spring canola performance in the Northern Great Plains. *Agron. J.* 95: 703-708.
12. Johnson, B.L., McKay, K.R., Schneiter, A.A., Hanson, B.K., and Schatz, B.G. 1995. Influence of planting date on canola and crambe production. *J. Prod. Agric.* 8: 594-599.
13. 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. *Agron. J.* 94: 231-240.
14. Kumar, R., Sarawgi, A.K., Ramos, C., Amarante, S.T., Ismail, A.M., and Wade, L.J. 2006. Partitioning of dry matter during drought stress in rainfed lowland rice. *Field Crops Res.* 96: 455-465.
15. Kumudi, S. 2002. Trials and tribulations: a review of the role of assimilate supply in soybean genetic yield improvement. *Field Crops Res.* 75: 211-222.
16. Mahan, J.R., McMichael, B.L., and Wanjura, D.F. 1995. Methods for reducing the adverse effects of temperature stress on plants: A review. *Environ. Exp. Bot.* 35: 251-258.
17. Morrison, M.J. 1993. Heat stress during reproduction in summer rape. *Can. J. Bot.* 71: 303-308.
18. Nielsen, D.C. 1997. Water use and yield of canola under dryland conditions in the Central Great plains. *J. Prod. Agric.* 10: 307-313.
19. Nuttall, W.F., Moulin, A.P., and Smith, L.J.T. 1992. Yield response of canola to nitrogen, phosphorus, precipitation, and temperature. *Agron. J.* 84: 765-768.

20. Parodi, P.C., Nebreda, M.I., and Rojas, L.G. 1989. Response to some management practices in spring germplasm. *Ciencia-e-Investigacion-Agraria*. 16: 3-18.
21. Plaut, Z., Butow, B.J., Blumenthal, C.S., and Wrigley, C.W. 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. *Field Crops Res.* 86: 185-198.
22. Prystupa, P., Savin, R., and Slafer, G.A. 2004. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N×P fertilization in barley. *Field Crops Res.* 90: 245-254.
23. Richards, R.A. 1978. Variation within and between species of rapeseed (*B. campestris*) in response to drought stress. Physiological and physicochemical characters. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 491-501.
24. Saxton, K.E., Rawls, W.J., Romberger, J.S., and Papendick, R.L. 1986. Estimating generalized soil water characteristics from texture. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1031-1036.
25. Soltani, A. 2007. Application of SAS in statistical analysis. Mashhad Jihad Daneshgahi Press. Second Edition. 182p.
26. Upadhyay, B.M., Smith, E.G., Clayton, G.W., Harker, K.N., ODonovan, J.T., and Blackshaw, R.E. 2005. Economic evaluation of seeding decisions in hybrid and open-pollinated herbicide-resistant canola (*B. napus*). *Can. J. Plant Sci.* 85: 761-769.
27. Walton, G., Mendham, N., Robertson, M., and Potter, T. 1999. Canola, Phenology, Physiology and Agronomy. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Canberra, Australia. 6p.
28. 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. *Irrig. Sci.* 19: 37-45.

**Effect of sowing date and supplemental irrigation on dry matter accumulation, yield and harvest index of two canola (*Brassica napus*) cultivars**

**A. Faraji<sup>1</sup>, N. Latifi<sup>2</sup>, A. Soltani<sup>3</sup> and A.H. Shirani Rad<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Former Ph.D. student, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, <sup>2</sup>Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran,

<sup>3</sup>Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran,

<sup>4</sup>Assistant Prof., Oilseed Crops, Plant and Seed Institute, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Iran

---

---

**Abstract**

In a two-year study, above-ground dry matter accumulation in canola (*Brassica napus*), and its relation with harvest index and seed yield were evaluated under vast environmental conditions. The experiment was a randomized complete block design arranged in split plot, conducted at Agricultural Research Station of Gonbad. It was arranged in two conditions, i.e. supplemental irrigation and rainfed. Two cultivars of spring type canola (Hyola 401 and RGS003) as subplots were grown at five sowing dates as main plots. The sowing dates were 6 Nov., 6 Dec., 5 Jan., 4 Feb. and 6 Mar. In both years, the mean above-ground dry matter in supplemental irrigation was more than that of rainfed conditions. The amount of rainfall at flowering and seed filling periods in 2005-6 was less than that of in 2006-7. This resulted that the efficiency of supplemental irrigation to increase above-ground dry matter and seed yield in 2005-6 was considerably more than that of in 2006-7. The increase of air temperature at late sowing dates caused significantly decreases in above-ground dry matter, harvest index and seed yield. Delay in sowing date led to critical periods of flowering and seed filling coincided with terminal high temperature and drought, which resulted in decrease in the number of days to flowering and physiological maturity stages. The amount of accumulated above-ground dry matter (except seed) at physiological maturity stage in Hyola 401 and RGS003 cultivars was 6290 and 6140 kg/ha in 2005-6, and 5795 and 5804 kg/ha in 2006-7, respectively. So the seed yield superiority of Hyola 401, compare to RGS003, was mainly due to higher harvest index, and there was not any considerable difference between two cultivars, for accumulated above-ground dry matter except seed.

**Keywords:** Canola; Dry matter; Cultivar; Temperature; Supplemental irrigation