

## توسعه سطح برگ در کلزا (*Brassica napus L.*) و رابطه آن با عملکرد دانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

ابوالفضل فرجی

دانشیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان  
پست الکترونیک نویسنده مسئول: [abolfazlfaraji@yahoo.com](mailto:abolfazlfaraji@yahoo.com)

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۰۶)

### چکیده

داشتن شاخص سطح برگ بهینه جهت کاهش تبخیر از سطح خاک، دریافت حداکثر تشعشع و افزایش تولید ماده خشک و عملکرد دانه ضروری است. به منظور مطالعه توسعه سطح برگ در کلزا (*B. napus*) و رابطه آن با عملکرد دانه، آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۸۴-۸۵ و ۱۳۸۵-۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم (دو آزمایش مجزا) انجام شد. پنج تاریخ کاشت ۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دی، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در کرت‌های اصلی و دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در تمام تیمارهای آزمایشی تعداد برگ در ساقه اصلی و شاخص سطح برگ تا شروع پر شدن دانه افزایش و سپس به دلیل ریزش شدید برگ‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافت. دامنه تغییرات شاخص سطح برگ در شروع پر شدن دانه در شرایط آبیاری تکمیلی از ۱/۶ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا ۳/۱ در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و در شرایط دیم از ۲/۵ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا ۲/۴ در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند متفاوت بود. رشد اولیه سریع‌تر هیبرید هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم آرجی اس ۰۰۳ سبب شد تا در هر دو سال انجام آزمایش و در هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم، شاخص سطح برگ هایولا ۴۰۱ در مراحل شروع ساقه دهی و غنچه دهی به طور معنی‌داری بیشتر از آرجی اس ۰۰۳ شود. روابط قوی بین تعداد برگ در ساقه اصلی و شاخص سطح برگ در مراحل مختلف رشد با عملکرد دانه نشان‌دهنده تأثیر مثبت این دو صفت بر عملکرد دانه بود.

کلیدواژه‌ها: آبیاری، استان گلستان، دما، رقم، شاخص سطح برگ

**مقدمه**

سپس در شروع گلدهی به حداکثر می‌رسد. در کلزا، برای دریافت ۹۰ درصد از تشعشع خورشید، یک شاخص سطح برگ حدود ۴ مورد نیاز است. از اواخر گلدهی به بعد پیر شدن و ریزش برگ‌ها سرعت می‌باید. تنش‌های غیرزننده در مراحل بعدتر نمو زایشی ممکن است سبب محدودیت منبع برای عملکرد دانه از طریق تحریک ریزش برگ‌ها و سرعت بخشیدن به رسیدگی شود (گان و همکاران، ۲۰۰۴). تصور می‌شود پیر شدن برگ‌ها به دلیل تخلیه مواد غذایی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی صورت گیرد. مشاهده شده است که زرد شدن برگ‌ها که در طی پیر شدن صورت می‌گیرد، با کاهش غلظت نیتروژن اندام‌های هوایی و کاهش فعالیت فتوسنترزی گیاه همراه است. این کاهش مواد فتوسنترزی نشان می‌دهد که فتوآسیمیلات‌های کمتری برای گیاه وجود دارد (Rossato<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). با بلوغ گیاه و پیر شدن برگ‌ها، شاخص سطح برگ کاهش یافته و درنتیجه تبخیر تعرق کاهش می‌یابد (Blum<sup>۹</sup>، ۲۰۰۵).

اگرچه تاکنون عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات زراعی ارقام کلزا در منطقه گنبد به مقدار زیادی موردمطالعه قرار گرفته است (شیرانی راد و همکاران، ۱۳۸۶؛ فرجی و سلطانی، ۱۳۹۰؛ اسدی و فرجی، ۱۳۸۸؛ فرجی و همکاران، ۲۰۰۸؛ فرجی و همکاران، ۲۰۰۹؛ فرجی و محتشم امیری، ۱۳۹۲)، ولی تاکنون تحقیقی روی تأثیر عوامل زراعی مانند تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی بر گسترش سطح برگ و نقش توسعه برگ‌ها در افزایش عملکرد دانه کلزا انجام‌شده است؛ بنابراین در یک مطالعه دوساله، تأثیر تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی بر گسترش سطح برگ در مراحل مختلف نمو دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی‌اس ۰۰۳ کلزا و واکنش عملکرد نسبت به آن مورد بررسی قرار گرفت.

سطح برگ عامل اصلی دریافت تشعشع خورشید و آسیمیلات‌سیون کریم در گیاهان زراعی است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۴؛ کیانی و فرجی، ۱۳۹۳). تحت شرایط آب و مواد غذایی کافی، سرعت رشد گیاه را می‌توان به وسیله توانایی آن در جذب و استفاده از تشعشع خورشیدی توجیه کرد (اولسن و گروسن<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷؛ گاناسکارا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). از طرفی گیاهان مواجه با تنش خشکی با سرعت بسیار کمتری گسترش یافته، اندازه آن‌ها کوچک‌تر بوده، سطح برگ خود را با سرعت بیشتری از دست داده، توانایی دریافت نور پایین‌تری داشته و کارایی مصرف نور کمتری دارند. در محیط‌های با تنش انتهایی فصل رشد شدید، بسته شدن سریع کانوپی ممکن است سبب تخلیه رطوبت خاک و کاهش عملکرد دانه شود (کونگو و مک‌وتی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱).

برگ‌ها پتانسیل مقصد را تعیین کرده و حتی زمانی که در مرحله نمو خورجین به سرعت در حال پیر شدن هستند، یک منبع مواد فتوسنترزی هستند (گان<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۴)، اگرچه در مراحل انتهایی رشد، خورجین‌ها و ساقه‌ها اهمیت بیشتری نسبت به برگ‌ها پیدا می‌کنند (فرجی، ۲۰۱۰). در کشت پاییزه کلزا، ممکن است مقداری از سطح برگ در اثر یخ زدن در زمستان و در اثر پیر شدن در بهار از دست برود. دامنه دمای مطلوب برای توسعه سطح برگ کلزا بین ۱۳ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. دماهای بالاتر سبب رشد برگ کمتر می‌شود. آستانه دمای تنش‌زا برای کلزا از ۲۵ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد و دمای مناسب در طی دوره گلدهی حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (موریسون<sup>۵</sup>، ۱۹۹۳؛ جانسون<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). در کلزا، بسته به تاریخ کاشت، رقم و سایر عوامل زراعی، ممکن است در ساقه اصلی بین ۹–۳۰ برگ وجود داشته باشد ( Walton<sup>۷</sup> و همکاران، ۱۹۹۹).

<sup>۱</sup> Olesen and Grevsen

<sup>۲</sup> Gunasekera

<sup>۳</sup> Chongo and McVetty

<sup>۴</sup> Gan

<sup>۵</sup> Morrison

<sup>۶</sup> Johnston

<sup>۷</sup> Walton

در طی فصل رشد و در صورت نیاز عملیات وحین علفهای هرز به صورت دستی بهوسیله کارگر صورت گرفت. همچنین واکاری و تنک کردن بوتهای مازاد در مرحله ۲-۴ برگی انجام شد. تعداد روز تا یک مرحله فنولوژیکی معین بر اساس تعداد روز از سبز شدن تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر کرت به آن مرحله معین برستند، محاسبه شد (هارپر و برکنکمپ<sup>۱</sup>). شاخص سطح برگ بر اساس محاسبه سطح برگ (سطح یک طرف برگ‌های سبز) ۱۰ بوته با دستگاه سطح برگ‌سنج<sup>۲</sup> در مراحل شروع ساقه دهی، شروع غنچه دهی، شروع گلدهی، شروع پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیکی تعیین شد. برای تأمین آب موردنیاز گیاه در شرایط آبیاری تکمیلی، مقدار رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه برای قطعه کاشت قبلًا تعیین شد و در طول اجرای طرح کمبود آب موردنیاز برای رساندن رطوبت خاک به حالت ظرفیت مزرعه محاسبه و سپس از طریق آبیاری در شروع ساقه دهی، گلدهی و پر شدن دانه به کرت‌های آزمایشی داده شد. آب مصرفی در فرآیند تبخیر تعرق بهوسیله محاسبه میزان آب خاک در زمان کاشت و برداشت، نزولات و آب آبیاری از طریق معادله  $TWU = P + I + \Delta W$  تعیین شد (زانگ<sup>۳</sup> و همکاران، ۱۹۹۹) که در آن  $TWU$  آب مورداستفاده در فرآیند تبخیر تعرق طی فصل رشد،  $P$  نزولات،  $I$  میزان آب آبیاری و  $\Delta W$  اختلاف آب خاک در زمان کاشت و برداشت هستند.

در پایان، داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS (۱۹۹۶) مورد تجزیه و تحلیل (انجام آزمون بارتلت و سپس تجزیه مرکب) قرار گرفت. میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ارزیابی شد.

## نتایج و بحث

تجزیه مرکب دوساله آزمایش نشان داد که اثر سال بر تمام صفات موردمطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱)، بنابراین اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات موردمطالعه به صورت جدأگانه برای دو سال انجام

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف حرارتی و رطوبتی بر گسترش سطح برگ در کلزا، این آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۸۴-۸۵ و ۱۳۸۵-۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۴۵ متر و مشخصات جغرافیایی آن به ترتیب ۵۵ درجه طول شرقی و ۳۷ درجه عرض شمالی است. میانگین بارندگی سالانه آن ۴۵۴ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین تبخیر سالانه ۱۱۵۷ میلی‌متر است. بر طبق تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن، گنبد دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک است. مجموع بارندگی طی دوره رشد کلزا (ماههای آبان تا خرداد) در سال ۱۳۸۵-۸۶ و ۱۳۸۴-۸۵ به ترتیب ۳۶۲ و ۴۳۳ میلی‌متر بود.

آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوك‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم (دو آزمایش جدأگانه) انجام شد. پنج تاریخ کاشت ۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در کرت‌های اصلی و دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی‌اس ۰۰۳ در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته موردنظر (۱۰۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و با الگوی کاشت ۲۰×۵ سانتی‌متر)، در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف کرده و بعد از استقرار، فاصله بوته‌ها در هر ردیف تنظیم شد (اسدی و فرجی، ۱۳۸۸؛ فرجی و محتشم امیری، ۱۳۹۲). هر کرت شامل ۸ خط کاشت به طول ۵ متر بود. قبل از کاشت گیاه، نمونه‌های مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر تهییه و بر اساس نتایج تجزیه خاک، مقدار کودهای 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 کود اوره)، به مقدار یک‌سوم قبل از کاشت، یک‌سوم در مرحله شروع ساقه دهی و یک‌سوم در مرحله شروع گلدهی به زمین داده شد. بافت خاک محل انجام آزمایش سیلتی لئوم، اسیدیته ۸/۱ و هدایت الکتریکی ۰/۷۳ دسی زیمنس بر متر بود.

<sup>1</sup> Harper and Berkenkamp

<sup>2</sup> DELTA-T

<sup>3</sup> Zhang

## فرجی: توسعه سطح برگ در کلزا (*Brassica napus* L.) و رابطه آن با عملکرد دانه

سطح برگ در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به شدت کاهش یافت (جدول ۲ و ۳). این ریزش شدید برگ‌ها در راونع عدم وجود برگ در کانونی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی می‌تواند در افزایش نفوذ نور به داخل کانونی، رسیدگی یکنواخت‌تر و تسهیل در برداشت مکانیزه گیاه بسیار مفید باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).

در هر دو شرایط آبیاری و دیم، با تأخیر در کاشت تا ۱۵ بهمن شاخص سطح برگ کاهش یافت، اگرچه تحت بعضی از شرایط این روند به طور کامل صادق نبود. وجود شرایط آب و هوایی مناسب برای مراحل سبز شدن، ساقه دهی و حتی غنچه دهی در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند سبب افزایش شاخص سطح برگ در این تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت قبلی در مراحل ذکر شده شد، ولی با ادامه یافتن فصل رشد و افزایش شدت تنش گرما و خشکی انتهایی فصل برای تاریخ کاشت ۱۵ اسفند، شاخص سطح برگ در مرحله شروع پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیکی عمدتاً کاهش یافت (جدول ۲ و ۳). دامنه تغییرات شاخص سطح برگ در مرحله شروع پر شدن دانه (زمان رسیدن شاخص سطح برگ به حد اکثر در تمام تیمارهای آزمایشی) در شرایط آبیاری تکمیلی از ۶/۱ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا ۲/۱ در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و در شرایط دیم از ۵/۲ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا ۲/۴ در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند متفاوت بود (جدول ۲).

داشتن شاخص سطح برگ مطلوب جهت پوشش سریع سطح زمین، کاهش تبخیر از سطح خاک، دریافت حد اکثر تشعشع فتوسنترزی، افزایش تولید ماده خشک و درنتیجه عملکرد دانه ضروری است (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸). در این مطالعه، رابطه درجه ۲ قوی بین شاخص سطح برگ در مراحل شروع گلدهی (شکل ۱) و شروع پر شدن دانه (شکل ۲) با عملکرد دانه در دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ نشان‌دهنده تأثیر مثبت شاخص سطح برگ بر عملکرد بود. به عنوان مثال، این رابطه قوی در مرحله شروع گلدهی در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم به ترتیب ۹۰ و ۸۵ درصد از تغییرات در هایولا ۴۰۱

آزمایش و دو شرایط آبیاری تکمیلی و بدون آبیاری انجام شد (سلطانی، ۱۳۸۵). اثر آبیاری تکمیلی، تاریخ کاشت و رقم بر تعداد برگ در ساقه اصلی و شاخص سطح برگ در مراحل مختلف رشد در جدول ۲ و ۳ آورده شده است.

تقریباً در تمام مراحل رشد در هر دو سال انجام آزمایش و هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم، با تأخیر در کاشت تعداد برگ در ساقه اصلی کاهش یافت (جدول ۲ و ۳). کلزا بعد از سبز شدن دمای خنک را ترجیح داده و شرایط آب و هوایی طی دوره گلدهی تأثیر زیادی روی عملکرد دارد (براند و مک‌گریگور<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷؛ آنگادی<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۹). در تمام تیمارهای آزمایشی تعداد برگ در ساقه اصلی تا شروع مرحله پر شدن دانه افزایش یافت، ولی سپس به دلیل ریزش شدید برگ‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافت (جدول ۲ و ۳). دامنه تغییرات تعداد برگ در مرحله شروع پر شدن دانه در شرایط آبیاری تکمیلی از ۱۳/۱ برگ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا ۸/۹ برگ در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و در شرایط دیم از ۱۳/۳ برگ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا ۹/۶ برگ در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن متفاوت بود. به هر حال زمانی که برگ‌های جدید قادر به جبران نباشند، پیر شدن برگ‌ها سبب کاهش فتوسنترز کانونی می‌شود. در اکثر تیمارهای آزمایشی میانگین تعداد برگ در ساقه اصلی تا مرحله شروع پر شدن دانه در هایولا ۴۰۱ بیشتر از آرجی اس ۰۰۳ بود، اگرچه در تعدادی از مراحل

این برتری از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲ و ۳). نکته قابل توجه معمکوس شدن این روند در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بود. این مسئله می‌تواند نشان‌دهنده حفظ درصد بیشتری از برگ‌ها در اواخر رشد زایشی، یعنی مرحله بین پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک، در رقم آرجی اس ۰۰۳ نسبت به هایولا ۴۰۱ باشد که با تأخیر در پیر شدن گیاه و رسیدگی آن همراه بود. انجام آبیاری تکمیلی سبب افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ شد (جدول ۲). در تمام تیمارها روند افزایش شاخص سطح برگ تا شروع پر شدن دانه ادامه یافت و سپس به دلیل ریزش شدید برگ‌ها، شاخص

<sup>1</sup> Brandt and McGregor

<sup>2</sup> Angadi

جدول ۱- درجه آزادی و مجموع مربعات تعداد و شاخص سطح برگ در تجزیه مرکب دو سال و دو شرایط آزمایش

تعداد برگ در ساقه اصلی	شاخص سطح برگ												منع تغییرات	
	رسیدگی		شروع پر شدن		رسیدگی		شروع گلدهی		رسیدگی		شروع پر شدن			
	دانه	فیزیولوژیک	دانه	فیزیولوژیک	دانه	فیزیولوژیک	دانه	فیزیولوژیک	دانه	دانه	فیزیولوژیک	دانه		
سال	۰/۳۰۷ **	۶/۶۲ **	۸/۰۸۶ **	۱۷/۵ **	۱/۳۵ **	۲۳۴/۶ **	۳۴۷/۱ **	۷۲/۱ **	۳۱/۷۲ **	۲۲/۹ **	۱			
آبیاری	۰/۳۷۲ ns	۱۵/۵۵ ns	۷/۰۰۴ ns	۰/۸۲۳ ns	۰/۰۳۸ ns	۰/۰۹۶ ns	۱/۱۴ ns	۲/۱۳ ns	۱/۱ ns	۳/۳۷ ns	۱			
سال × آبیاری	۰/۰۲۹ ns	۰/۹۷۲ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۶۲ ns	۴/۴۱ *	۳/۰۴ ns	۰/۰۲۷ ns	۰/۰۶۶ ns	۰/۷۸ ns	۱			
خطای ۱	۰/۰۹۶	۲/۰۲	۱/۸۶	۰/۲۸	۰/۲۳۷	۳/۵۴	۱۲/۴۸	۷/۶۱	۳/۳۸	۷/۷۵	۸	۱		
تاریخ کاشت	۳/۱۷ ns	۱۲۹/۱ *	۵۷/۰۷ ns	۱۴/۴ *	۷/۴۷۹ **	۳۰/۹ ns	۲۴۲/۶ ns	۳۲۶ **	۲۰۱/۳ **	۲۶ **	۴			
سال × تاریخ کاشت	۰/۹۷۳ **	۱۰/۹ **	۱۰/۵۴ **	۲/۱ **	۰/۳۵۹ **	۲۴/۴ **	۹۳/۶ **	۷/۵۹ ns	۳/۷۶ *	۶/۷۳ **	۴			
آبیاری × تاریخ کاشت	۰/۲ *	۰/۹۸۵ ns	۰/۶۱۳ ns	۰/۲۳۶ ns	۰/۰۰۴ ns	۱/۸۶ ns	۸/۶۳ ns	۷/۰۷ ns	۲/۸۳ ns	۲/۹۵ ns	۴			
سال × آبیاری × تاریخ کاشت	۰/۰۳۱ ns	۰/۲۶۲ ns	۰/۲۹۷ ns	۰/۱۸۶ ns	۰/۰۴۷ ns	۷/۱۲ **	۷/۹۴ ns	۱/۱۶ ns	۲/۲۷ ns	۰/۸۱۲ ns	۴			
خطای ۲	۰/۴۷۷	۶/۴۳	۴/۲۳	۱/۱۳	۰/۵۲۱	۸/۳۶	۳۱/۰۱	۲۸/۳	۱۰/۴۱	۹/۱	۳۲	۲		
رقم	۰/۰۷۸ ns	۰/۰۶ ns	۰/۱۱۲ ns	۱/۱۶ ns	۰/۲۰۵ ns	۱/۵۹ **	۰/۶۹ ns	۱/۱۶ ns	۲/۹۸ ns	۱/۳ ns	۱			
سال × رقم	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۲۳ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۴۹۶ ns	۰/۰۴۸ ns	۱/۵۲ **	۰/۱۱۴ ns	۱			
آبیاری × رقم	۰/۰۰۳ ns	۰/۲۳ ns	۰/۱۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۹۶ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۷ ns	۱			
تاریخ کاشت × رقم	۰/۰۵ ns	۰/۲۹ ns	۰/۷۰۴ ns	۰/۷۳۴ ns	۰/۰۹۴ **	۱۱/۶ ns	۱۳/۱۲ ns	۰/۹۹ ns	۰/۸۵ ns	۰/۴۷۹ ns	۴			
سال × آبیاری × رقم	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۶۸ ns	۰/۱۵۶ ns	۰/۰۲۲ ns	۰/۰۰۰۶ ns	۰/۰۱۶ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۳۱ ns	۰/۰۱ ns	۱			
سال × تاریخ کاشت × رقم	۰/۰۱۶ ns	۰/۵۴۹ ns	۰/۸۳۳ *	۰/۱۲۱ ns	۰/۰۳۱ ns	۹/۲۴ **	۱۱/۰۷ **	۱/۵۴ ns	۲/۷۸ *	۰/۹۸ ns	۴			
آبیاری × تاریخ کاشت × رقم	۰/۰۲ ns	۰/۳۲۳ ns	۰/۰۶۸ ns	۰/۰۵۹ ns	۰/۰۰۲ ns	۱/۲۷ ns	۱/۴۱ ns	۱/۳ ns	۱/۶۳ ns	۰/۳۳۸ ns	۴			
سال × آبیاری × تاریخ کاشت × رقم	۰/۰۱ ns	۰/۱۱۷ ns	۰/۲ ns	۰/۰۶۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۱/۳ ns	۲/۱۷ ns	۱/۳ ns	۱/۳۴ ns	۰/۳۸۶ ns	۴			
خطای ۳	۰/۲۹۱	۲/۸۹	۳/۰۷	۰/۸۱۷	۰/۱۵۶۲	۷/۵۸	۱۳/۵۹	۱۰/۳	۷/۹۹	۶/۳۳	۴۰	۳		

\*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و \* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد ns غیر معنی دار

فرجی: توسعه سطح برگ در کلزا (*Brassica napus L.*) و رابطه آن با عملکرد دانه

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مربوط به تعداد برگ در ساقه اصلی و شاخص سطح برگ در دو سال آزمایش

شاخص سطح برگ										تعداد برگ در ساقه اصلی				
شروع رسیدگی پر شدن دانه		شروع گلدهی		شروع ساقه دهی غنچه دهی		رسیدگی فیزیولوژیک		شروع پر شدن دانه		شروع ساقه دهی غنچه دهی		تیمار		
۱۳۸۴-۸۵														
۰/۵ a	۴/۴ a	۳/۸ a	۰/۹ a	۰/۶ a	۵/۰ b	۱۲/۲ b	۹/۰ a	۶/۹ a	۵/۶ a	آبیاری تکمیلی				
۰/۴ b	۳/۵ b	۳/۳ b	۰/۸ b	۰/۵ b	۵/۵ a	۱۲/۷ a	۸/۷ b	۶/۵ b	۵/۱ b	بدون آبیاری				
تاریخ کاشت														
۰/۷ a	۵/۱ a	۴/۳ a	۱/۸ a	۱/۱ a	۶/۲ a	۱۳/۹ a	۱۱/۸ a	۹/۰ a	۷/۸ a	۱۵ آبان				
۰/۶ b	۴/۵ b	۳/۶ bc	۰/۶ c	۰/۵ c	۴/۹ c	۱۲/۰ c	۹/۰ b	۶/۵ b	۵/۵ b	۱۵ آذر				
۰/۶ b	۳/۹ c	۳/۸ b	۰/۸ c	۰/۳ d	۴/۰ d	۱۲/۹ b	۸/۶ b	۶/۱ bc	۴/۶ c	۱۵ دی				
۰/۴ c	۳/۴ d	۳/۴ c	۰/۵ c	۰/۳ d	۵/۴ bc	۱۱/۷ c	۷/۳ c	۵/۸ c	۴/۴ c	۱۵ بهمن				
۰/۱ d	۳/۰ e	۲/۷ d	۰/۷ b	۰/۵ b	۵/۷ b	۱۱/۸ c	۷/۳ c	۶/۱ bc	۴/۶ c	۱۵ اسفند				
۰/۴ b	۳/۹ a	۳/۶ a	۰/۹ a	۰/۶ a	۵/۱ a	۱۲/۶ a	۸/۹ a	۷/۰ a	۵/۵ a	۴۰۱ هایولا				
۰/۵ a	۴/۰ a	۳/۵ a	۰/۷ b	۰/۵ b	۵/۴ a	۱۲/۳ a	۸/۷ a	۶/۴ b	۵/۳ b	۰۰۳ آرجی اس				
۱۳۸۵-۸۶														
۰/۴ a	۴/۷ a	۴/۳ a	۱/۷ a	۰/۷ a	۲/۶ a	۹/۱ a	۷/۴ a	۵/۷ a	۴/۶ a	آبیاری تکمیلی				
۰/۳ b	۴/۲ b	۳/۹ b	۱/۵ b	۰/۷ a	۲/۳ b	۹/۰ a	۷/۱ a	۵/۷ a	۴/۴ a	بدون آبیاری				
تاریخ کاشت														
۰/۷ a	۶/۲ a	۵/۳ a	۲/۰ a	۱/۱ a	۳/۴ a	۱۲/۶ a	۱۰/۱ a	۸/۵ a	۷/۸ a	۱۵ آبان				
۰/۳ b	۵/۶ b	۵/۰ b	۱/۴ b	۰/۶ c	۲/۴ c	۱۰/۸ b	۸/۲ b	۵/۶ b	۴/۴ b	۱۵ آذر				
۰/۳ b	۴/۵ c	۳/۹ c	۱/۵ b	۰/۵ d	۲/۶ b	۷/۶ c	۶/۳ c	۵/۰ c	۳/۴ cd	۱۵ دی				
۰/۲ c	۳/۴ d	۳/۳ d	۱/۵ b	۰/۶ c	۲/۳ c	۷/۳ d	۵/۹ cd	۴/۸ c	۳/۳ d	۱۵ بهمن				
۰/۳ b	۲/۸ e	۲/۹ e	۱/۵ b	۰/۸ b	۱/۵ d	۷/۰ d	۵/۸ d	۴/۵ d	۳/۶ c	۱۵ اسفند				
۰/۳ b	۴/۴ a	۴/۱ a	۱/۷ a	۰/۸ a	۲/۳ a	۹/۱ a	۷/۳ a	۵/۷ a	۴/۶ a	۴۰۱ هایولا				
۰/۴ a	۴/۵ a	۴/۰ a	۱/۵ b	۰/۷ b	۲/۶ a	۹/۱ a	۷/۲ a	۵/۶ a	۴/۴ a	۰۰۳ آرجی اس				

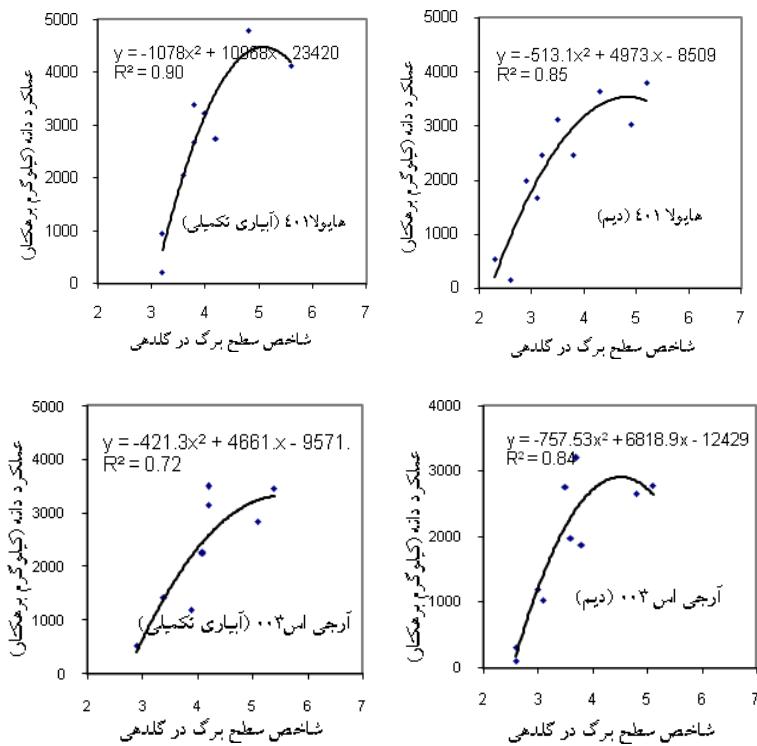
اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مربوط به تعداد برگ در ساقه اصلی و شاخص سطح برگ در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم

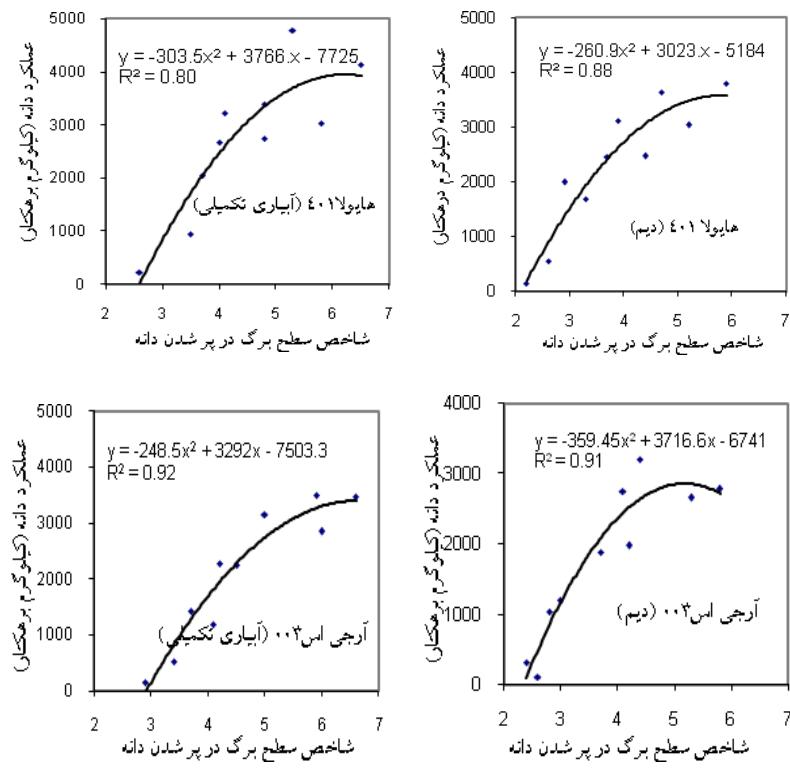
تیمار	تعداد برگ در ساقه اصلی										تاریخ کاشت	
	شاخص سطح برگ					تعداد برگ در ساقه اصلی						
	رسیدگی فیزیولوژیک	شروع پر شدن دانه	شروع گلدهی دانه	شروع غنجه دھی	شروع ساقه دھی	رسیدگی فیزیولوژیک	شروع پر شدن دانه	شروع گلدهی دانه	شروع غنجه دھی	شروع ساقه دھی		
آبیاری تکمیلی												
۰/۸ a	۶/۱ a	۵/۰ a	۲/۱ a	۱/۱ a		۴/۷ a	۱۳/۱ a	۱۱/۳ a	۹/۰ a	۸/۱ a	۱۸ آبان	
۰/۵ b	۵/۴ b	۴/۴ b	۱/۱ b	۰/۵ c		۳/۷ c	۱۱/۸ b	۹/۰ b	۶/۴ b	۵/۳ b	۱۵ آذر	
۰/۴ c	۴/۴ c	۴/۱ c	۱/۱ b	۰/۴ d		۳/۳ d	۱۰/۱ c	۷/۵ c	۵/۶ c	۴/۰ c	۱۵ دی	
۰/۳ d	۳/۸ d	۲/۷ d	۱/۱ b	۰/۴۵ d		۴/۱ b	۹/۴ d	۶/۸ d	۵/۲ d	۳/۹ c	۱۵ بهمن	
۰/۲ e	۳/۱ e	۲/۱ e	۱/۲ b	۰/۷ b		۳/۴ cd	۸/۹ e	۶/۲ d	۵/۳ cd	۴/۲ c	۱۵ اسفند	
۰/۴ a	۴/۵ a	۴/۱ a	۱/۴ a	۰/۷ a		۳/۷ b	۱۰/۸ a	۸/۳ a	۶/۴ a	۵/۲ a	۴۰۱ هایولا	
۰/۵ a	۴/۶ a	۴/۰ a	۱/۲ b	۰/۶ b		۴/۰ a	۱۰/۶ a	۸/۱ a	۶/۱ b	۵/۰ a	۰۰۳ آرجی اس	
میوه												
۰/۶ a	۵/۲ a	۴/۶ a	۱/۷ a	۱/۱ a		۴/۹ a	۱۳/۳ a	۱۰/۶ a	۸/۵ a	۷/۵ a	۱۵ آبان	
۰/۴ b	۴/۶ b	۴/۲ b	۰/۹ c	۰/۵ c		۳/۷ b	۱۱/۱ b	۸/۳ b	۵/۸ b	۴/۶ b	۱۵ آذر	
۰/۴ b	۴/۰ c	۳/۶ c	۱/۰ bc	۰/۴ d		۳/۴ b	۱۰/۵ c	۷/۴ c	۵/۵ bc	۴/۱ c	۱۵ دی	
۰/۳ c	۳/۰ d	۲/۰ d	۱/۰ bc	۰/۴ d		۳/۷ b	۹/۶ d	۶/۵ e	۵/۴ c	۳/۸ c	۱۵ بهمن	
۰/۲ d	۲/۴ e	۲/۵ e	۱/۱ b	۰/۷ b		۳/۸ b	۹/۹ d	۶/۸ d	۵/۳ c	۴/۰ c	۱۵ اسفند	
۰/۳ b	۳/۹ a	۲/۶ a	۱/۲ a	۰/۷ a		۳/۸ a	۱۰/۹ a	۸/۰ a	۶/۳ a	۴/۹ a	۴۰۱ هایولا	
۰/۴ a	۳/۸ a	۲/۶ a	۱/۰ b	۰/۶ b		۴/۰ a	۱۰/۸ a	۷/۸ a	۵/۹ b	۴/۷ b	۰۰۳ آرجی اس	

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

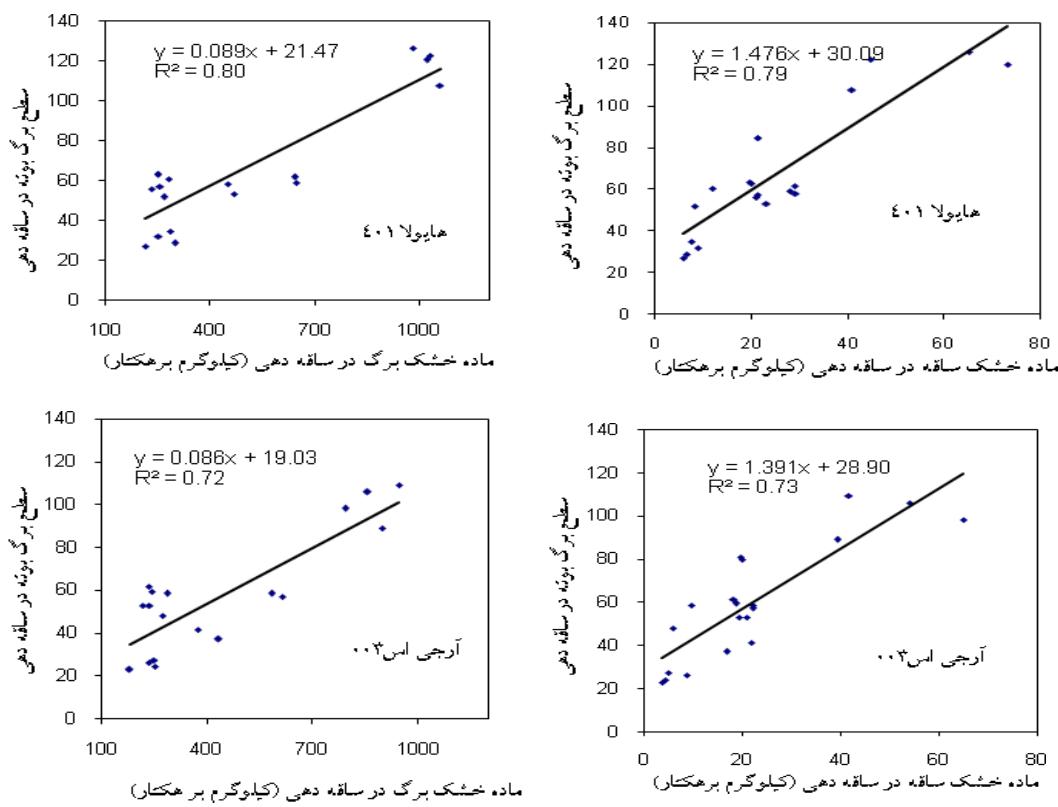
## فرجی: توسعه سطح برگ در کلزا (*B. napus L.*) و رابطه آن با عملکرد دانه



شکل ۱- رابطه درجه ۲ بین شاخص سطح برگ در مرحله شروع گلدهی با عملکرد دانه



شکل ۲- رابطه درجه ۲ بین شاخص سطح برگ در مرحله شروع پر شدن دانه با عملکرد دانه



شکل ۳-

رابطه بین ماده خشک برگ و ساقه با سطح برگ بوته (سانتی متر مربع) در شروع ساقه دهی

رسیدگی، شاخص سطح برگ رقم آرجی اس ۰۰۳ در هر دو سال انجام آزمایش و همچنین شرایط دیم برتری معنی داری نسبت به شاخص سطح برگ هیبرید هایولا ۴۰۱ داشت.

مندهام و سالیسیوری<sup>۱</sup> (۱۹۹۵) نیز نشان دادند که بین ارقام کلزا از نظر سرعت طویل شدن و شاخص سطح برگ تنوغ وجود دارد. در ذرت، افزایش ماده خشک در هیبریدهای جدید ناشی از تأخیر در پیری برگ و بنابراین طول دوره فتوسنتر بیشتر، ادامه جذب نیتروژن و افزایش تعداد و وزن دانه ها بود (مول<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۴؛ Rajcan<sup>۳</sup> و Tollenaar، ۱۹۹۹ الف و ب). البته شرایط متفاوت این مطالعه که با تنش خشکی و گرمای انتها فصل رشد همراه بود سبب شد تا افزایش دوام سطح برگ نتواند تأثیر چندانی در افزایش عملکرد دانه رقم آزاد گردد افشا ن آرجی اس ۰۰۳ داشته باشد. مهم ترین

و ۷۲ و ۸۴ درصد از تغییرات در آرجی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۱). رابطه درجه ۲ و قوی بین شاخص سطح برگ در مرحله شروع پر شدن دانه با عملکرد دانه، به ترتیب توجیه کننده ۸۰ و ۹۲ درصد از تغییرات دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ در شرایط آبیاری تکمیلی و ۸۸ و ۹۱ درصد از تغییرات دو رقم در شرایط دیم بود (شکل ۲). از طرفی، در شروع ساقه دهی، بین ماده خشک برگ و ساقه با سطح برگ بوته روابط قوی وجود داشت که به ترتیب ۷۹ و ۸۰ درصد از تغییرات در هایولا ۴۰۱ و ۷۳ و ۷۲ درصد از تغییرات در آرجی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۳).

توانایی رشد اولیه سریع تر هیبرید هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم آرجی اس ۰۰۳ سبب شد تا شاخص سطح برگ هیبرید هایولا ۴۰۱ در مراحل شروع ساقه دهی و غنچه دهی به طور معنی داری بیشتر از آرجی اس ۰۰۳ شود (جدول ۲ و ۳). این برتری شاخص سطح برگ در مراحل گلدهی و پر شدن دانه حفظ نشد و حتی در مرحله

<sup>1</sup> Mendham and Salisbury<sup>2</sup> Moll<sup>3</sup> Rajcan and Tollenaar

موجب گلدهی زودتر می‌شود و به دنبال آن پر شدن دانه زمانی رخ می‌دهد که حداکثر تشعشع خورشیدی وجود دارد. در چنین شرایطی بسته شدن سریع کانوپی سبب دریافت تشعشع بیشتر و افزایش پتانسیل عملکرد می‌شود.

این امکان وجود دارد که طول دوره رشد گیاه و زمان مراحل نموی آن را طوری تغییر دهیم که دریافت تشعشع، دما و رطوبت به بهترین شکل در طی آن دوره نموی بهخصوص، در اختیار گیاه قرار گرفته و همچنین از طریق افزایش سریع تر سرعت نمو برگ‌های اولیه، سبب بسته شدن سریع تر کانوپی جهت دریافت حداکثر نور شویم. اهمیت هر یک از این صفات در افزایش عملکرد به شرایط محیطی که گیاه در آن در حال رشد است بستگی دارد. تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی یک ابزار مدیریتی مهم در به حداقل رساندن جنبه‌های منفی دمای بالا و تنش رطوبت در طی گلدهی و پر شدن دانه کلزا است. تأخیر در تاریخ کاشت می‌تواند سبب کاهش تعداد و شاخص سطح برگ و درنتیجه کاهش عملکرد دانه کلزا شود.

عامل محدود کننده عملکرد در طی دوره زایشی یک سطح فعال فتوسنتری کوچک است (سانچز<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۲)، به‌هرحال، ژنوتیپ‌هایی که دیرتر پیر می‌شوند، بیشتر مواد فتوسنتری را در برگ‌ها (بورل و هامر، ۲۰۰۰) و ساقه حفظ می‌کنند، درحالی‌که پیر شدن سریع ممکن است نشان‌دهنده انتقال مواد غذایی ذخیره‌شده به دانه تحت شرایط تنش باشد (یانگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۱).

### نتیجه‌گیری

مشخص شدن نور به عنوان یک عامل تعیین‌کننده مهم رشد گیاه سبب گردید تا ژنوتیپ‌ها و فعالیت‌های زراعی به سمتی مدیریت گردد که سرعت بسته شدن کانوپی و دریافت تشعشع خورشیدی در ابتدای فصل رشد حداکثر باشد. بسته شدن سریع کانوپی بهخصوص در نقاط با فصل رشد کوتاه، برای تولید عملکرد مناسب بسیار مهم است. نقش برگ‌ها در فتوسنتر کانوپی و قابلیت دسترسی کردن برای عملکرد، یک عامل مهم در مدیریت دستیابی به پتانسیل عملکرد است. تحت شرایط رطوبت مناسب و فقدان تنش، عملکرد به مقدار تشعشع دریافت شده به وسیله گیاه بستگی دارد. کشت زودهنگام

<sup>1</sup> Sanchez

<sup>2</sup> Borrell and Hammer

<sup>3</sup> Yang

## منابع

- اسدی، م.آ. و فرجی، آ. ۱۳۸۸. مبانی کاربردی زراعت دانه‌های روغنی (سویا، پنبه، کلزا و آفتابگردان). نشر علم کشاورزی ایران. ۸۴ صفحه.
- سلطانی، آ. ۱۳۸۵. تجدیدنظر در کاربرد روش‌های آماری در تحقیقات کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۴ صفحه.
- شیرانی راد، آ.ح.، فرجی، آ.، عزیزی، م. و مجذ نصیری، ب. ۱۳۹۰. ارزیابی و برآورد میزان خسارت کشت تأخیری به مزارع کلزا. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، ۲۶۳ صفحه.
- عزیزی، م.، سلطانی آ. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۷۸. کلزا، فیزیولوژی، زراعت، بهنژادی و تکنولوژی زیستی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳ صفحه.
- فرجی، آ. و سلطانی، آ. ۱۳۸۶. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ژنتیک‌های بهاره کلزا در دو سال زراعی با شرایط آب و هوای مختلف. مجله بهنژادی نهال و بذر، ۲۳(۲): ۱۹۱-۲۰۲.
- فرجی، آ. و محتمم امیری، آ. ۱۳۹۲. مدیریت تنشهای محیطی در مزارع کلزا. انتشارات ترویج و آموزش کشاورزی. ۱۳۷ صفحه.
- کوچکی، ع.ر.، زند، آ.، بنیان اول، م.، رضوانی مقدم، پ.، مهدوی دامغانی، ع.م.، جامی الاحمدی، م. و وصال، س.ر. ۱۳۸۴. اکو فیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۹۵۱ صفحه.
- کیانی، ع.ر. و فرجی، آ. ۱۳۹۳. آبیاری پنبه. نشر علم کشاورزی. ۱۴۹ صفحه.
- Angadi, S.V., McConkey, B.G., Ulrich, D., Cutforth, H.W., Miller, P.R., Entz, M.H., Brandt, S.A., and Volkmar, K. 1999. Developing viable cropping options for the semiarid prairies. Project Rep. Agric. and Agri-Food Can., Swift Current, SK.
- Blum, A. 2005. Drought resistance, water use efficiency and yield potential-are they compatible, dissonant or mutually exclusive?.Crop and Pasture Science, 56: 1159-1168.
- Borrell, A.K., and Hammer, G.L. 2000. Nitrogen dynamics and the physiological basis of stay-green in sorghum. Crop Science, 40: 1295-1307.
- Brandt, S.A., and McGregor, D.I. 1997. Canola response to growing season climatic conditions. P. 322-328. In Proc. Workshop on Soils and Crops 97, Saskatoon, SK, Canada. 20-21 Feb. 1997. Univ. Ext. Press, Saskatoon, SK, Canada.
- Chongo, G., and McVetty, P.B.E. 2001. Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape (*B. napus*). Canadian Journal of Plant Science, 81: 1-6.
- Faraji, A. 2010. Flower formation and pod/flower ratio in canola (*B. napus* L.) affected by assimilates supply around flowering. International Journal of Plant Production, 4: 271-280.
- 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.
- Gan, Y., Angadi, S.V., Cutforth, H., Potts, D., Angadi, V.V., and McDonald, C.L. 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Canadian Journal of Plant Science, 84: 697-704.

- Gunasekera, C.P., Martin, L.D., Siddique, K.H.M., and Walton, G.H. 2006. Genotype by environment interactions of Indian mustard (*B. Juncea* L.) and canola (*B. napus* L.) in Mediterranean-type environments: II. Oil and protein concentrations in seed. European Journal of Agronomy, 25: 13-21.
- 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.
- 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: Kimber, D.S. and McGregor, D.I., (eds.). *Brassica Oilseeds: Production and Utilization*. CAB International, Landon.
- Moll, R.H., Jackson, W.A., and Mikkelsen, R.L. 1994. Recurrent selection for maize grain yield: dry matter and nitrogen accumulation and partitioning changes. Crop Science, 34: 874-881.
- Morrison, M.J. 1993. Heat stress during reproduction in summer rape. Canadian Journal of Botany. 71: 303-308.
- Olesen, J.E., and Grevesen, K. 1997. Effects of temperature and irradiance on vegetative growth of cauliflower (*B. oleracea* L. botrytis) and broccoli (*B. oleracea* L. italic). Journal of Experiential Botany, 48: 1591-1598.
- Rajcan, I., and Tollenaar, M. 1999a. Source: sink ratio and leaf senescence in maize. I. Dry matter accumulation and partitioning during grain filling. Field Crops Research, 60: 245-253.
- Rajcan, I., and Tollenaar, M. 1999b. Source: sink ratio and leaf senescence in maize. II. Nitrogen metabolism during grain filling. Field Crops Research, 60: 255-265.
- Rossato, L., Laine, P., and Qurry, A. 2001. Nitrogen storage and remobilization in *Brassica napus* L. during the growth cycle: nitrogen fluxes within the plant and changes in soluble protein patterns. Journal of Experiential Botany, 52: 1655-1663.
- Sanchez, A.C., Subudhi, P.K., Rosenow, D.T., and Nguyen, H.T. 2002. Mapping QTLs associated with drought resistance in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Plant Molecular Biology, 48: 713-726.
- SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, Version 6, 4th editions, SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- 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.
- Yang, J.C., Zhang, J.H., Wang, Z.Q., Zhu, Q.S., and Wang, W. 2001. Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. Field Crops Research, 71: 47-55.
- 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
- .

**Leaf area development in canola (*Brassica napus L.*) and its relation with seed yield under rainfed and supplemental irrigation conditions****Abolfazl Faraji***Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Golestan, Golestan, Iran*Corresponding author, E-mail address: [abolfazlfaraji@yahoo.com](mailto:abolfazlfaraji@yahoo.com)

(Received: 2014.10.15 - Accepted: 2015.12.27)

**Abstract**

Optimum leaf area index (LAI) is necessary to decrease in soil surface evaporation, to intercept maximum radiation and to increase in dry matter production and seed yield. In order to study the development of leaf area in canola (*B. napus*) and its relationship with seed yield, this experiment was conducted at agricultural research station of Gonbad during 2005-7. The experiment was a RCBD arranged in a split-plot in two conditions, i.e. supplemental irrigation and rain-fed. Five sowing dates (SD) (Nov. 6, Dec. 6, Jan. 4, Feb. 5 and Mar. 5) assigned as main plots and two cultivars (Hyola 401 and RGS003) as subplots. In all treatments, the number of leaves on main stem and LAI increased till the beginning of seed filling, and then decreased considerably due to sever shedding of leaves. LAI at the beginning of seed filling stage, varied from 6.1 in Nov. 6 to 3.1 at Mar. 5 SDs in supplemental irrigation conditions, and from 5.2 on Nov. 6 to 2.4 at Mar. 5 SDs in rain-fed conditions. The better early growth of Hyola401 compared to RGS003 cultivar caused that, in each year and conditions, LAI of Hyola401 was significantly more than RGS003 at the beginning of stem elongation and budding. The strong relationships between the number of leaves on main stem and LAI at different growth stages and seed yield, showed the positive effects of these traits on seed yield.

**Keywords:** *Cultivar, Golestan province, Irrigation, Leaf area index, Temperature*