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

(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. به‌منظور مطالعه توسعه سطح برگ در کلزا (*B. napus*) و رابطه آن با عملکرد دانه، آزمایشی در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد. آزمایش به‌صورت 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 آرجی‌اس 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 به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت. دامنه تغییرات شاخص سطح برگ در شروع پر شدن دانه در شرایط آبیاری تکمیلی از ۶/۱ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا ۳/۱ 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. رشد اولیه سریع‌تر هیبرید هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم آرجی‌اس 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 به‌طور معنی‌داری بیشتر از آرجی‌اس 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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

مقدمه

سطح برگ عامل اصلی دریافت تشعشع خورشید و آسیمیلاسیون کربن در گیاهان زراعی است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۴؛ کیانی و فرجی، ۱۳۹۳). تحت شرایط آب و مواد غذایی کافی، سرعت رشد گیاه را می‌توان به‌وسیله توانایی آن در جذب و استفاده از تشعشع خورشیدی توجیه کرد (اولسن و گروسن[1]، ۱۹۹۷؛ گاناسکارا[2] و همکاران، ۲۰۰۶). از طرفی گیاهان مواجه با تنش خشکی با سرعت بسیار کمتری گسترش‌یافته، 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 انتهای فصل رشد شدید، بسته شدن سریع کانوپی ممکن است سبب تخلیه رطوبت خاک و کاهش عملکرد دانه شود (کونگو و مک وتی[3]، ۲۰۰۱).

برگ‌ها پتانسیل مقصد را تعیین کرده و حتی زمانی که در مرحله نمو خورجین به‌سرعت در حال پیر شدن هستند، یک منبع مواد فتوسنتزی هستند (گان[4] 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 سریع‌تر شده و طول دوره افزایش سطح 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[5]، ۱۹۹۳؛ جانسون[6] و همکاران، ۲۰۰۲). در کلزا، بسته به تاریخ کاشت، رقم و سایر عوامل زراعی، ممکن است در ساقه اصلی بین ۳۰-۹ برگ وجود داشته باشد (والتون[7] و همکاران، ۱۹۹۹). شاخص سطح برگ در ابتدا کم و سپس در شروع گلدهی به حداکثر می‌رسد. در کلزا، برای دریافت ۹۰ درصد از تشعشع خورشید، یک شاخص سطح برگ حدود ۴ موردنیاز است. از اواخر گلدهی به بعد پیر شدن و ریزش برگ‌ها سرعت می‌یابد. تنش‌های غیرزنده 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 فتوسنتزی گیاه همراه است. این کاهش مواد فتوسنتزی نشان می‌دهد که فتوآسیمیلات‌های کمتری برای گیاه وجود دارد (روساتو[8] و همکاران، ۲۰۰۱). با بلوغ گیاه و پیر شدن برگ‌ها، شاخص سطح برگ کاهش‌یافته و درنتیجه تبخیر تعرق کاهش می‌یابد (بلوم[9]، ۲۰۰۵).

اگرچه تاکنون عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات زراعی ارقام کلزا در منطقه گنبد به مقدار زیادی موردمطالعه قرارگرفته است (شیرانی راد و همکاران، ۱۳۹۰؛ فرجی و سلطانی، ۱۳۸۶؛ 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 انجام‌نشده 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 موردبررسی قرار گرفت.

[1] Olesen and Grevsen
[2] Gunasekera
[3] Chongo and McVetty
[4] Gan
[5] Morrison
[6] Johnston
[7] Walton
[8] Rossato
[9] Blum

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف حرارتی و رطوبتی بر گسترش سطح برگ در کلزا، این آزمایش در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ 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 ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۳۶۲ و ۴۳۳ میلی‌متر بود.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم (دو آزمایش جداگانه) 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 آرجی‌اس ۰۰۳ در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته موردنظر (۱۰۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و با الگوی کاشت ۵×۲۰ 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 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 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 لوم، اسیدیته ۸/۱ و هدایت الکتریکی ۰/۷۳ دسی زیمنس بر متر بود.

در طی فصل رشد و در صورت نیاز عملیات وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی به‌وسیله کارگر صورت گرفت. همچنین واکاری و تنک کردن بوته‌های مازاد در مرحله ۴-۲ 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 برسند، محاسبه شد (هارپر و برکنکمپ[1]، ۱۹۷۵). شاخص سطح برگ بر اساس محاسبه سطح برگ (سطح یک طرف برگ‌های سبز) ۱۰ بوته با دستگاه سطح برگ‌سنج[2] 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 قبلاً 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[3] و همکاران، ۱۹۹۹) که در آن TWU آب مورداستفاده در فرآیند تبخیر تعرق طی فصل رشد، P نزولات، I میزان آب آبیاری و ΔW اختلاف آب خاک در زمان کاشت و برداشت هستند.

در پایان، داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS (۱۹۹۶) مورد تجزیه‌وتحلیل (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 به‌صورت جداگانه برای دو سال انجام

[1] Harper and Berkenkamp
[2] DELTA-T
[3] Zhang

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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 (برانت و مک گریگور[1]، ۱۹۹۷؛ آنگادی[2] 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 به‌طور قابل‌توجهی 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. به‌هرحال زمانی که برگ‌های جدید قادر به جبران نباشند، پیر شدن برگ‌ها سبب کاهش فتوسنتز کانوپی می‌شود. در اکثر تیمارهای آزمایشی میانگین تعداد برگ در ساقه اصلی تا مرحله شروع پر شدن دانه در هیبرید هایولا ۴۰۱ بیشتر از آرجی‌اس ۰۰۳ بود، اگرچه در تعدادی از مراحل این برتری ازنظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲ و ۳).

نکته قابل‌توجه معکوس 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 آرجی‌اس 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 سطح برگ در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به‌شدت کاهش یافت (جدول ۲ و ۳). این ریزش شدید برگ‌ها و درواقع عدم وجود برگ در کانوپی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی می‌تواند در افزایش نفوذ نور به داخل کانوپی، 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 به‌طور 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 ذکرشده شد، ولی با ادامه یافتن فصل رشد و افزایش شدت تنش گرما و خشکی انتهای 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 حداکثر در تمام تیمارهای آزمایشی) در شرایط آبیاری تکمیلی از ۶/۱ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا ۳/۱ 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 حداکثر تشعشع فتوسنتزی، 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 آرجی‌اس ۰۰۳ نشان‌دهنده تأثیر مثبت شاخص سطح برگ بر عملکرد بود. به‌عنوان‌مثال، این رابطه قوی در مرحله شروع گلدهی در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم به ترتیب ۹۰ و ۸۵ درصد از تغییرات در هایولا ۴۰۱

[1] Brandt and McGregor
[2] Angadi

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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				
منبع تغییرات	درجه آزادی	شروع ساقه دهی	شروع غنچه دهی	شروع گلدهی	شروع پر شدن دانه	رسیدگی فیزیولوژیک	شروع ساقه دهی	شروع غنچه دهی	شروع گلدهی	شروع پر شدن دانه	رسیدگی فیزیولوژیک
سال	۱	۲۲/۹**	۳۱/۷۲**	۷۲/۱**	۳۴۷/۱**	۲۳۴/۶**	۱/۳۵**	۱۷/۵**	۸/۰۸۶**	۶/۶۲**	۰/۳۰۷**
آبیاری	۱	۳/۳۷^{ns}	۱/۱^{ns}	۲/۱۳^{ns}	۱/۱۴^{ns}	۰/۰۹۶^{ns}	۰/۰۳۸^{ns}	۰/۸۲۳^{ns}	۷/۰۰۴^{ns}	۱۵/۵۵ ^{ns}	۰/۳۷۲^{ns}
سال× آبیاری	۱	۰/۷۸ ^{ns}	۰/۶۶ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۳/۰۴ ^{ns}	۴/۴۱*	۰/۰۶۲^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۹۷۲^{ns}	۰/۰۲۹^{ns}
خطای ۱	۸	۷/۷۵	۳/۳۸	۷/۶۱	۱۲/۴۸	۳/۵۴	۰/۲۳۷	۰/۲۸	۱/۸۶	۲/۰۲	۰/۰۹۶
تاریخ کاشت	۴	۲۶**	۲۰۱/۳**	۳۲۶**	۲۴۲/۶ ^{ns}	۳۰/۹^{ns}	۷/۴۷۹**	۱۴/۴*	۵۷/۰۷ ^{ns}	۱۲۹/۱*	۳/۱۷^{ns}
سال × تاریخ کاشت	۴	۶/۷۳**	۳/۷۶ *	۷/۵۹ ^{ns}	۹۳/۶ **	۲۴/۴ **	۰/۳۵۹ **	۲/۱ **	۱۰/۵۴ **	۱۰/۹ **	۰/۹۷۳ **
آبیاری× تاریخ کاشت	۴	۲/۹۵^{ns}	۲/۸۳^{ns}	۷/۰۷^{ns}	۸/۶۳^{ns}	۱/۸۶^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۲۳۶^{ns}	۰/۶۱۳^{ns}	۰/۹۸۵^{ns}	۰/۲*
سال× آبیاری× تاریخ کاشت	۴	۰/۸۱۲^{ns}	۲/۲۷^{ns}	۱/۱۶^{ns}	۷/۹۴^{ns}	۷/۱۲**	۰/۰۴۷^{ns}	۰/۱۸۶^{ns}	۰/۲۹۷^{ns}	۰/۲۶۲^{ns}	۰/۰۳۱^{ns}
خطای ۲	۳۲	۹/۱	۱۰/۴۱	۲۸/۳	۳۱/۰۱	۸/۳۶	۰/۵۲۱	۱/۱۳	۴/۲۳	۶/۴۳	۰/۴۷۷
رقم	۱	۱/۳^{ns}	۲/۹۸^{ns}	۱/۱۶^{ns}	۰/۶۹^{ns}	۱/۵۹**	۰/۲۰۵^{ns}	۱/۱۶^{ns}	۰/۱۱۲^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۷۸^{ns}
سال× رقم	۱	۰/۱۱۴^{ns}	۱/۵۲**	۰/۰۴۸^{ns}	۰/۴۹۴^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۲۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
آبیاری× رقم	۱	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۹۶^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
تاریخ کاشت× رقم	۴	۰/۴۷۹^{ns}	۰/۸۵^{ns}	۰/۹۹^{ns}	۱۳/۱۲^{ns}	۱۱/۶^{ns}	۰/۰۹۴**	۰/۷۳۴^{ns}	۰/۷۰۴^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۰۵^{ns}
سال× آبیاری× رقم	۱	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۲۲ ^{ns}	۰/۱۵۶^{ns}	۰/۰۶۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
سال× تاریخ کاشت× رقم	۴	۰/۹۸ ^{ns}	۲/۷۸ *	۱/۵۴ ^{ns}	۱۱/۰۷ **	۹/۲۴ **	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۱۲۱ ^{ns}	۰/۸۳۳ *	۰/۵۴۹ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}
آبیاری× تاریخ کاشت× رقم	۴	۰/۳۳۸ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}	۱/۳ ^{ns}	۱/۴۱ ^{ns}	۱/۲۷ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۵۹ ^{ns}	۰/۰۶۸ ^{ns}	۰/۳۲۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
سال× آبیاری× تاریخ کاشت×رقم	۴	۰/۳۸۶ ^{ns}	۱/۳۴ ^{ns}	۱/۳ ^{ns}	۲/۱۷ ^{ns}	۱/۳ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۶۴ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۰/۱۱۷ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
خطای ۳	۴۰	۶/۳۳	۷/۹۹	۱۰/۳	۱۳/۵۹	۷/۵۸	۰/۱۵۶۲	۰/۸۱۷	۳/۰۷	۲/۸۹	۰/۲۹۱

ns غیر معنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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

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

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.

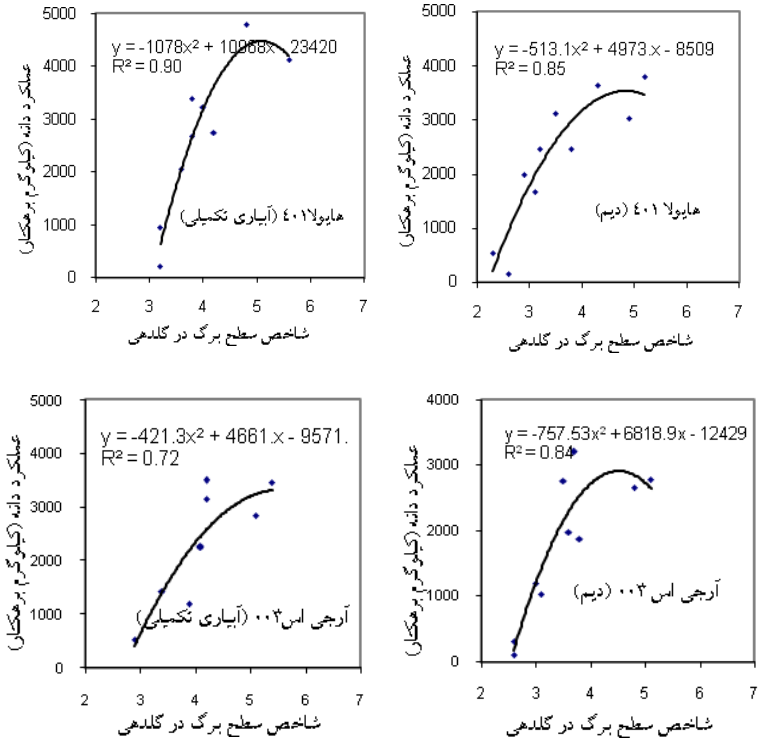
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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

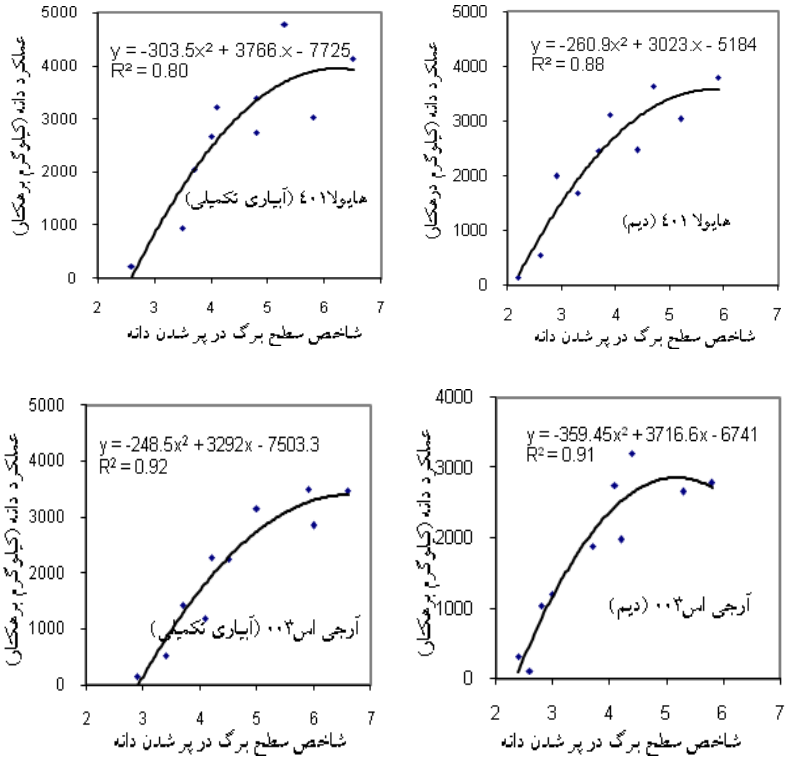
	تعداد برگ در ساقه اصلی					شاخص سطح برگ				
تیمار	شروع ساقه دهی	شروع غنچه دهی	شروع گلدهی	شروع پر شدن دانه	رسیدگی فیزیولوژیک	شروع ساقه دهی	شروع غنچه دهی	شروع گلدهی	شروع پر شدن دانه	رسیدگی فیزیولوژیک
	آبیاری تکمیلی									
تاریخ کاشت										
۱۸ آبان	۸/۱ a	۹/۰ a	۱۱/۳ a	۱۳/۱ a	۴/۷ a	۱/۱ a	۲/۱ a	۵/۰ a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

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.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

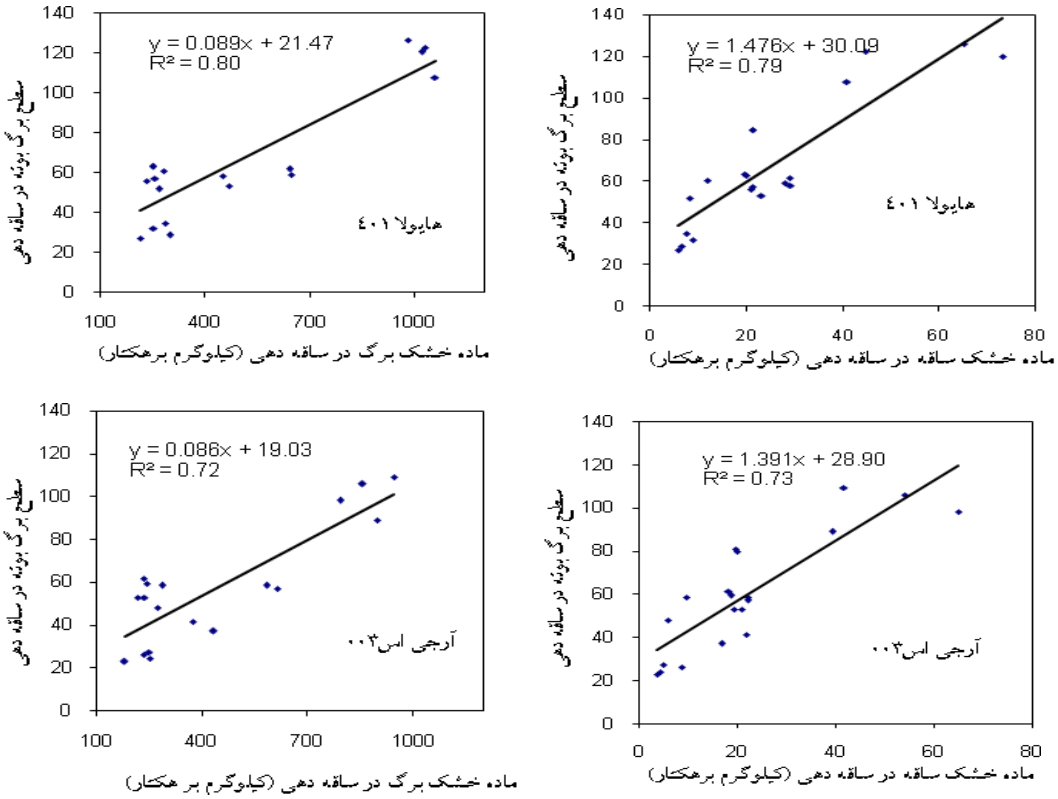


شکل ۱- رابطه درجه ۲ بین شاخص سطح برگ در مرحله شروع گلدهی با عملکرد دانه



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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]



شکل ۳- رابطه بین ماده خشک برگ و ساقه با سطح برگ بوته (سانتی‌متر مربع) در شروع ساقه دهی

و ۷۲ و ۸۴ درصد از تغییرات در آرجی‌اس 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 توجیه‌کننده ۸۰ و ۹۲ درصد از تغییرات دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی‌اس 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 آرجی‌اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۳).

توانایی رشد اولیه سریع‌تر هیبرید هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ سبب شد تا شاخص سطح برگ هیبرید هایولا ۴۰۱ در مراحل شروع ساقه دهی و غنچه دهی به‌طور معنی‌داری بیشتر از آرجی‌اس ۰۰۳ شود (جدول ۲ و ۳). این برتری شاخص سطح برگ در مراحل گلدهی و پر شدن دانه حفظ نشد و حتی در مرحله رسیدگی، شاخص سطح برگ رقم آرجی‌اس ۰۰۳ در هر دو سال انجام آزمایش و همچنین شرایط دیم برتری معنی‌داری نسبت به شاخص سطح برگ هیبرید هایولا ۴۰۱ داشت.

مندهام و سالیسبوری[1] (۱۹۹۵) نیز نشان دادند که بین ارقام کلزا ازنظر سرعت طویل شدن و شاخص سطح برگ تنوع وجود دارد. در ذرت، افزایش ماده خشک در هیبریدهای جدید ناشی از تأخیر در پیری برگ و بنابراین طول دوره فتوسنتز بیشتر، ادامه جذب نیتروژن و افزایش تعداد و وزن دانه‌ها بود (مول[2] و همکاران، ۱۹۹۴؛ راجکان[3] و تولنار، ۱۹۹۹ الف و ب). البته شرایط متفاوت این مطالعه که با تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد همراه بود سبب شد تا افزایش دوام سطح برگ نتواند تأثیر چندانی در افزایش عملکرد دانه رقم آزاد گرده‌افشان آرجی‌اس ۰۰۳ داشته باشد. مهم‌ترین

[1] Mendham and Salisbury
[2] Moll
[3] Rajcan and Tollenaar

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

عامل محدودکننده عملکرد در طی دوره زایشی یک سطح فعال فتوسنتزی کوچک است (سانچز[1] و همکاران، ۲۰۰۲). به‌هرحال، ژنوتیپ‌هایی که دیرتر پیر می‌شوند، بیشتر مواد فتوسنتزی را در برگ‌ها (بورل و هامر[2]، ۲۰۰۰) و ساقه حفظ می‌کنند، درحالی‌که پیر شدن سریع ممکن است نشان‌دهنده انتقال مواد غذایی ذخیره‌شده به دانه تحت شرایط تنش باشد (یانگ[3] و همکاران، ۲۰۰۱).

نتیجه‌گیری

مشخص شدن نور به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده مهم رشد گیاه سبب گردید تا ژنوتیپ‌ها و فعالیت‌های زراعی به سمتی مدیریت گردند 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 فتوسنتز کانوپی و قابلیت دسترسی کربن 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 به‌وسیله گیاه بستگی دارد. کشت زودهنگام 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 قرارگرفته و همچنین از طریق افزایش سریع‌تر سرعت نمو برگ‌های اولیه، سبب بسته شدن سریع‌تر 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.

[1] Sanchez
[2] Borrell and Hammer
[3] Yang

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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 مجد 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 ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در دو سال زراعی با شرایط آب و هوایی مختلف. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۳ (۲): ۲۰۲-۱۹۱.

فرجی، آ. و محتشم امیری، آ. ۱۳۹۲. مدیریت تنش‌های محیطی در مزارع کلزا. انتشارات ترویج و آموزش کشاورزی. ۱۳۷ صفحه.

کوچکی، ع.ر.، زند، آ.، بنایان 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.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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 Grevsen, K. 1997. Effects of temperature and irradiance on vegetative growth of cauliflower (*B. oleracea* L. botrytis) and broccoli (*B. oleracea* L. italica). 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 10th 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

.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

Journal of Oil Plants Production, 1(2), Autumn & Winter, 2015

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

(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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]