مطالعه پاسخ‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی کاملینا (*Camelina sativa* L.) به کاربرد نیتروژن در زمان‌های متفاوت کاشت

شهاب زارعی[۱]، پیمان حسیبی[۲*]، دانیال کهریزی[۳] و سید محمد صفی‌الدین اردبیلی[۴]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲) دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۳) استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۴) استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

[*]نویسنده مسئول: p.hassibi@scu.ac.ir

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۴**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر زمان کاشت و مصرف نیتروژن بر صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی کاملینا، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. در این تحقیق تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱۵ آذر و ۱۵ دی‌ماه) به‌عنوان عامل اصلی و نیتروژن خالص (۰، ۲۳، ۴۶ و ۶۹ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد اثر برهم‌کنش زمان کاشت و مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه، کلروفیل a و b، کاروتنویید، نشت الکترولیت، تعرق و هدایت روزنه ای در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، در حالی که اثر اصلی زمان کاشت بر محتوی نسبی آب و فتوسنتز معنی دار بود. کمترین درصد نشت الکترولیت (۷/۵۶ درصد) و حداکثر برخی صفات مورد بررسی در شرایط تاریخ کاشت اول و مصرف نیتروژن حاصل شد به طوری که بیشترین عملکرد دانه (۲۶۵۳/۸ کیلوگرم در هکتار) از زمان کاشت اول و مصرف ۴۶ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد. بنابراین به نظر می‌رسد انتخاب زمان کاشت مناسب و مصرف بهینه نیتروژن در حفظ سلامت فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی کاملینا و دستیابی به عملکرد بالا حائز اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: تعرق، دانه‌های روغنی، رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی و فتوسنتز.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

مقدمه

کاملینا[1] گیاهی دانه‌روغنی از خانواده براسیکاسه است که مصارف خوراکی، کنجاله و صنعتی دارد (اخوان هزاوه، ۱۳۹۷). کاملینا نسبت به سایر دانه‌های روغنی نیاز کمتری به آب، کود و آفت‌کش‌ها دارد، به همین سبب گیاهی کم هزینه و تولید آن متناسب با کشاورزی پایدار است (آژند و همکاران، ۱۳۹۹). کاملینا با آب و هوای خنک سازگاری بهتری دارد و به دمای بالا به خصوص در دوره گلدهی و پر شدن دانه حساس است. بنابراین در مناطق نیمه گرمسیری و مدیترانه‌ای که کاملینا به عنوان گیاهی زمستانه کشت می‌شود برای دستیابی به عملکرد بالا باید زمان کاشت طوری انتخاب شود تا دوره گلدهی و پر شدن دانه گیاه با دمای بالا برخورد نکند (Berti *et al*., 2011). زمان کاشت دیرهنگام به‌ویژه در شرایط آب و هوایی استان خوزستان، سبب کاهش دوره رشد محصول و در نتیجه دوره فعال فتوسنتزی می‌گردد و عملکرد را از این طریق کاهش می‌دهد (Doori *et al*., 2016). برخورد گیاه با دمای بالا می‌تواند منجر به تغییر در فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیک گیاه شود و با کاهش پایداری غشاهای سلولی و کاهش درصد رطوبت نسبی برگ‌ها سبب اختلال در رشد و متابولیسم سلول‌های گیاه گردد (Hasanuzzaman *et al*., 2013). فتوسنتز فرایندی حساس به دما است و وقوع دمای بالا در مراحل حساس زایشی گیاه روند کاهش فتوسنتز را تسریع کرده و همچنین از طریق کاهش سطح رنگدانه‌های فتوسنتزی پیری برگ را تشدید می‌کند. تنش گرمایی به ساختار فرعی اندامک‌هایی مانند کلروپلاست‌ها، هسته‌ها و میتوکندری نیز آسیب می‌رساند و در نهایت بسته به گونه گیاهی، شدت و زمان تنش، کاهش عملکرد محصول را در بردارد (Feng *et al*., 2014). Elferjani و Soolanayakanahall (۲۰۱۸) با بررسی کلزا تحت اثر دمای آخر فصل و خشکی گزارش دادند دمای بالا میزان جذب خالص فتوسنتز، هدایت مزوفیلی، بهره‌وری آسیمیلاسون دی‌اکسید کربن و سرعت انتقال الکترون را کاهش داده و منجر به کاهش ۸۵/۳ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید. آن‌ها بیان داشتند بسته به گونه گیاهی گرما در مراحل گلدهی و دانه‌بندی بیشتر از خشکی می‌تواند بر ظرفیت فتوسنتز، عملکرد دانه و صفات کیفیت روغن اثرگذار باشد. رضایی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) گزارش دادند محتوی نسبی آب برگ، نشت الکترولیت غشا و محتوی کلروفیل کلزا در طی تنش دمای بالا، کاهش یافت، اما اثرگذاری تنش بر میزان کاروتنویید بسته به رقم متفاوت بود، به‌طوری که در رقم حساس میزان کاروتنویید کاهش و در رقم متحمل افزایش یافت. آن‌ها افزایش کاروتنویید در ارقام متحمل را ناشی از توانایی پاکسازی رادیکال آزاد و کلروفیل سه گانه تشکیل شده در تنش گرما در این ارقام دانستند. Gesch (۲۰۱۴) نشان داد بالاترین عملکرد کاملینا از زمان کاشت زود هنگام، به سبب عدم برخورد گیاه با دمای بالای آخر فصل به‌دست آمد. علاوه بر زمان کاشت، کاربرد کود مانند نیتروژن می‌تواند نقش مؤثری در افزایش عملکرد گیاه در

1- *Camelina sativa* L. crantz

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

شرایط نرمال و یا در شرایط تنش‌های محیطی ایفا کند (میرزاشاهی و نورعلی‌پور، ۱۳۹۹). تأمین نیتروژن گیاه بر میزان پروتئین، اسیدهای آمینه، پروتوپلاسم و کلروفیل تشکیل شده، اندازه سلول، سطح برگ و فعالیت فتوسنتزی اثرگذار است (Salvagiotti *et al*., 2008; Cendrero-Mateo *et al*., 2016). در کاملینا استفاده از نیتروژن، عملکرد دانه را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد، اما این اثرگذاری به نوع خاک، شرایط آب و هوایی و دما بستگی دارد (Solis *et al*., 2013). Wysocki و همکاران (۲۰۱۳) اثر شش سطح نیتروژن (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰) بر روی عملکرد کاملینا در چهار منطقه در آمریکا را بررسی و گزارش دادند. حداکثر عملکرد دانه در مناطق لیند (۷۵۸ کیلوگرم در هکتار) و پندلتون (۱۸۳۵کیلوگرم در هکتار) از تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد، در حالی که حداکثر عملکرد دانه در منطقه موسکو ـ پالمن (۲۱۹۶ کیلوگرم در هکتار) و در منطقه کوارلیس (۱۹۱۵ کیلوگرم در هکتار) در سطح مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. Pan و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه‌ای بر صفات مورفوفیزیولوژیک کاملینا تحت اثر چهار سطح نیتروژن (۰، ۱۷/۳۴، ۳۴، ۵۱ کیلوگرم در هکتار) و ۳ سطح تنش کم آبی (۰، ۰/۶۵-، ۰/۱۳۰- مگا پاسکال) گزارش دادند در شرایط بدون تنش، بالاترین بیوماس شاخه و برگ، تعرق، فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در سطوح ۳۴ و ۵۱ به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما با اعمال تنش کم آبی تا سطح ۰/۱۳۰-، تعرق و فتوسنتز در سطح ۳۴ و هدایت روزنه در سطح ۵۱ کیلوگرم حاصل شد. Namvar و Khandan (۲۰۱۵) نشان دادند کاربرد نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم منجر به افزایش پایداری غشای سلول و کاهش نشت یونی غشا برگ کلزا شد، اما محتوی کلروفیل و عملکرد دانه به طوری خطی تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم افزایش یافت. در پژوهش Gao و همکاران (۲۰۱۸) کاربرد نیتروژن سبب افزایش فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای در کلزا و کاملینا شد و این صفات را در کلزا به طور خطی افزایش داد، اما در کاملینا تا سطح بهینه افزایش یافته و سپس ثابت ماند. برای کشت این گیاه در مناطق جدید مطالعه بر روی مدیریت کود و تاریخ کاشت اهمیت به سزایی دارد. انتخاب مدیریت‌های زراعی مانند تاریخ کاشت و کوددهی می‌تواند عملکرد کمی و کیفی این گیاه را افزایش دهد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر زمان کاشت و نیتروژن بر خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دانه کاملینا رقم سهیل در شرایط آب و هوایی اهواز بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در جنوب غربی اهواز و حاشیه غربی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا اجرا شد. برخی از مشخصات خاک و پارامترهای آب و هوایی منطقه مورد مطالعه بر اساس سازمان هواشناسی استان خوزستان به ترتیب در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق	بافت خاک	ماده آلی	نیتروژن	هدایت الکتریکی	پتاسیم قابل دسترس	فسفر قابل دسترس	اسیدیته
(سانتی متر)		(درصد)		(دسی زیمنس بر متر)	(میلی گرم بر کیلوگرم)		
۰-۳۰	لومی ـ شنی	۰/۶۲	۰/۱۱	۰/۵	۱۳/۳۵	۱۳۰	۷/۵

جدول ۲: متوسط درجه حرارت‌های ماهانه و بارندگی منطقه مورد بررسی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷

	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
میانگین حداکثر دمای ماهانه (درجه سانتی گراد)	۳۴	۲۶/۵	۲۳/۳	۲۵/۰	۲۷/۰	۳۶/۱	۴۳/۶
میانگین حداقل دمای ماهانه (درجه سانتی گراد)	۱۲/۱	۷/۱	۲/۸	۴/۳	۷/۱	۱۰/۷	۱۲/۲
میانگین دمای ماهانه (درجه سانتی گراد)	۲۱/۹	۱۷/۱	۱۴/۰	۱۵/۲	۱۷/۱	۲۳/۱	۲۹/۰
میانگین بارندگی ماهانه (میلی متر)	۹۷/۴	۱۰۳/۶	۲۷/۱	۳۳/۳	۱۱/۸	۴۵/۴	۲/۲

طرح آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. زمان کاشت ۱۵ آبان (براساس شرایط آب و هوایی منطقه)، ۱۵ آذر و ۱۵ دی به عنوان عامل اصلی و سطوح نیتروژن در چهار سطح صفر، ۲۳، ۴۶ و ۶۹ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل فرعی در کرت‌های آزمایشی به صورت تصادفی قرار گرفتند. بذر این تحقیق، گیاه کاملینا[1] رقم سهیل بود که از شرکت دانش بنیان بیستون شفا تهیه گردید. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و عملیات تسطیح بود. در مجموع نه کرت اصلی و ۳۶ کرت فرعی درون کرت‌های اصلی ایجاد شد. کرت‌های اصلی و تکرارها به فاصله یک متر و بین کرت‌های فرعی پشته‌های ۶۰ سانتی متری در نظر گرفته شد. در هر کرت فرعی شش خط کاشت به جهت شرقی ـ غربی ایجاد گردید. طول هر خط کاشت ۲/۵ متر و فاصله بین خطوط ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر (۵۰ بوته در متر مربع) بود. بر اساس آزمایش خاک مزرعه و توصیه کودی آزمایشگاه، در مرحله پایه میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل استفاده شد. نیمی از نیتروژن به‌صورت پایه همراه با فسفر و پتاسیم در سطح هر واحد آزمایشی پخش و قبل از کاشت با خاک مخلوط شد و نیم دیگر نیتروژن در سه مرحله چهار برگی حقیقی، ابتدای ساقه‌دهی و ابتدای ظهور خورجینک‌ها قبل از آبیاری و یا بارندگی در سطح کرت‌های آزمایشی پخش گردید. کاشت به‌صورت دستی و بذرها در عمق یک سانتی‌متری خاک کشت شدند. تنک کردن بوته‌ها به‌منظور رسیدن به تراکم موردنظر در دو بار صورت گرفت، بار اول در مرحله تک برگی حقیقی و بار دوم در سه برگی حقیقی انجام گردید. مبارزه با علف‌های هرز در چندین مرحله به‌صورت وجین دستی در طول دوره رشد انجام شد. از سم کاپتان برای کنترل سفیدک پودری در زمان کاشت سوم و از دیازینون و سموم پودری برای مبارزه با مورچه استفاده شد. برای صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی، در بازه زمانی هفت تا ۱۰ روز پس از شروع گلدهی، از آخرین برگ‌های توسعه یافته محور اصلی نمونه‌برداری صورت گرفت. هدایت روزنه‌ای در برگ با

1- *Camelina sativa*

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

استفاده از دستگاه پرومتر مدل Decagon devices ساخت کشور ایالات متحده آمریکا برحسب میلی‌مول بر مترمربع در ثانیه و سرعت فتوسنتز و سرعت تعرق برگ، به‌وسیله دستگاه تحلیل‌گر گازی مادون قرمز[1] مدل ECD، ساخت کشور انگلستان بین ساعت‌های نه تا ۱۱ صبح از طریق میانگین پنج قرائت بر روی آخرین برگ‌های توسعه یافته محور اصلی از سه بوته تصادفی در هر کرت آزمایشی اندازه‌گیری صورت گرفت. به‌منظور سنجش میزان محتوی نسبی آب و نشت یونی غشا برگ، نمونه‌ها بعد از قرارگیری در ظرف حاوی یخ، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. میزان محتوی نسبی آب (RWC) بر اساس رابطه ۱ اندازه‌گیری شد. در این رابطه W_d وزن خشک برگ پس از قرار گرفتن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، W_t وزن اشباع برگ پس از قرار گرفتن به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر، W_f وزن تازه برگ‌ها پس از نمونه‌برداری می‌باشد (Ritchie and Nguyen, 1990):

رابطه ۱: $$RWC= \{W_f - W_d / W_s - W_d\} \times 100$$

اندازه‌گیری نشت الکترولیت[2] با استفاده از رابطه ۲ به‌دست آمد که در این رابطه EC1 هدایت الکتریکی اولیه نمونه‌ها و EC2 هدایت الکتریکی انتهایی نمونه‌ها می‌باشد (Lutts *et al.*, 1996):

رابطه ۲: $$EL= (EC1/EC2) \times 100$$

به منظور سنجش کلروفیل و کاروتنویید، پس از نمونه‌برداری بلافاصله، نمونه‌ها درون ظرف حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل و برای تجزیه‌های بعدی در دمای زیر صفر نگهداری شدند. سنجش مقادیر کلروفیل و کاروتنویید برگ، از روش Arnon (۱۹۷۶) و با استفاده از طیف‌سنج نوری ساخت کشور آمریکا شرکت Uniko مدل UV 2100 انجام گردید. برداشت نهایی محصول کاملینا در ۱۸ فروردین برای زمان کاشت اول و برای زمان کاشت دوم و سوم به ترتیب در ۱ و ۷ اردیبهشت در زمان زردی و خشک شدن کامل بوته‌ها و رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها انجام شد. جهت برآورد عملکرد دانه نیز، ابتدا پس از حذف اثر حاشیه در هرکرت، با استفاده از کوادرات ۱×۱ متر مربع، نمونه‌برداری صورت گرفت. بعد از جدا نمودن بذرها و توزین دانه‌های هر کرت، عملکرد دانه رقم مورد آزمایش در واحد مترمربع محاسبه شد. تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌داری برهم‌کنش زمان کاشت و نیتروژن بر اکثر صفات مورد بررسی به جز سرعت فتوسنتز و محتوی نسبی آب برگ بود. بنابراین از مقایسه میانگین اثر اصلی خودداری

1 -Leaf Chamber Analyzer (LCA4)
2- Electrolyte leakage (EL)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

شد و برهم‌کنش به صورت برش‌دهی بررسی و مورد بحث قرار گرفت (سلطانی، ۱۳۸۶) (جدول ۳). غلظت کلروفیل a در زمان‌های کاشت اول و دوم با افزایش سطح نیتروژن، روند افزایشی داشت، اما در زمان کاشت سوم افزایش کلروفیل a تا سطح ۴۶ کیلوگرم نیتروژن بود. در مقابل برش دهی برهم‌کنش برای کلروفیل b نشان داد استفاده از نیتروژن به طور خطی تا سطح ۶۹ کیلوگرم منجر به افزایش کلروفیل b شده است (جدول ۴). شواهد زیادی نشان می‌دهد که مقدار کلروفیل برگ می‌تواند به عنوان شاخص ظرفیت فتوسنتزی گیاه یا پتانسیل عملکرد آن در شرایط تنش حرارتی مورد استفاده قرار گیرد (Wang *et al*., 2015). کاهش محتوی کلروفیل گیاه تحت تنش گرما می‌تواند با کاهش بیان ژن کلروفیل سینتاز توجیه شود (Saha *et al*., 2016). وجود همبستگی زیاد بین میزان کلروفیل و فتوسنتز در دماهای بالا ممکن است از طریق کمبود سنتز کلروفیل در کلروپلاست و تجمع گونه‌های اکسیژن واکنش‌گر باشد که منجر به تخریب کلروفیل در گیاهان و متعاقباً کاهش فتوسنتز شود (Dwivedi *et al*., 2017). این دلایل می‌تواند کاهش محتوی کلروفیل این پژوهش را توجیه نماید. از طرف دیگر تحقیقات مختلف نشان داده که بین غلظت نیتروژن در برگ‌ها و میزان کلروفیل برگ همبستگی مثبتی وجود دارد، زیرا نیتروژن عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل در گیاه است که یک عامل کلیدی در فتوسنتز محسوب می‌شود (Diacono *et al*., 2013). مصرف نیتروژن در شرایط کشت دیرهنگام با افزایش غلظت کلروفیل برگ کلزا، سبب افزایش فتوسنتز و افزایش عملکرد دانه کلزا در مقایسه با عدم مصرف نیتروژن شد (Robertson and Holland, 2004). نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که همبستگی مثبت معنی‌داری بین صفات کلروفیل با عملکرد دانه وجود داشت (جدول ۶). با توجه به جایگاه کلیدی مولکول‌های کلروفیل برگ در جذب انرژی تابشی، تولید مواد فتوسنتزی و تجمع آن در دانه طی فرایند فتوسنتز جاری و همچنین نقش برگ‌های گیاه به‌عنوان یکی از اندام‌های اصلی ذخیره‌ای و تامین کننده نیتروژن جهت نمو دانه و مطابقت نتایج حاصله با تغییرات عملکرد دانه در زمان‌های کاشت مختلف، می‌توان محدودیت عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام را به تخریب کلروفیل در اثر دمای بالا مرتبط دانست، زیرا کاهش غلظت کلروفیل گیاه به خصوص در مراحل ابتدای رشد به معنی کاهش پتانسیل تولید فتوآسیمیلات می‌باشد (عباسی بیدلی و همکاران، ۱۴۰۰). در واقع وجود همبستگی مثبت عملکرد دانه با کلروفیل نشان می‌دهد که در صورتی که میزان کلروفیل (a، b) به مدت طولانی‌تری حفظ شود عملکرد دانه نیز وضعیت بهتری خواهد داشت.

از نظر کاروتنویید برگ، نتایج نشان داد بیشترین کاروتنویید از زمان کاشت اول به دست آمد در حالی که با تأخیر در کاشت از میزان آن کاسته شد، از طرف دیگر در هر سه زمان کاشت استفاده از نیتروژن تا سطح ۴۶ کیلوگرم نیتروژن منجر به افزایش کاروتنویید برگ شده است (جدول ۳). مطالعات نشان داده که افزایش دما منجر به ایجاد تنش‌های اکسیداتیو شده و از این طریق خسارت زیادی به عملکرد فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه وارد می‌نماید، در پاسخ به این تنش‌ها

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

آبشارهای سیگنالینگ درون سلولی راه‌اندازی شده و منجر به فعال شدن بسیاری از سازوکارهای آنزیمی و غیرآنزیمی در گیاه می‌شود که یکی از این سازوکاری آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی کاروتنوییدها می‌باشند (Wahid *et al*., 2007). حال در این میان کاربرد تغذیه مطلوب سبب بهبود توان گیاه جهت مقابله با تنش‌های اکسیداتیو می‌شود. در این راستا حق‌جو و بحرانی (۱۳۹۳) گزارش دادند افزایش نیتروژن منجر به افزایش کاروتنویید برگ گردیده است. وجود رابطه مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با میزان کاروتنوییدها (جدول ۶) نیز بیانگر نقش پر اهمیت این رنگیزه‌های نوری در کاهش اثرات تنش و بهبود توان گیاه تحت تنش می‌باشد چرا که رنگ دانه‌های کاروتنوئید دو وظیفه بر عهده دارند: جمع آوری انرژی که می تواند در فتوسنتز مورد استفاده قرار گیرد و محافظت از تخریب کلروفیل در مواقعی که شدت نور زیاد است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۸). ظاهرا در این پژوهش کاروتنوئید ها به خوبی هر دو نقش خود را ایفا کرده اند هر چند که در زمان های کشت دیرهنگام به سبب شرایط نامطلوب رشدی، تاثیر بازدارندگی تخریب کلروفیل ها کاهش یافته اما مصرف کود بهینه تا ۴۶ کیلوگرم در هکتار منجر به حفظ کاروتنوئید ها، کلروفیل ها، فتوسنتز و سایر عوامل حیاتی گیاه شده که سبب گشته عملکرد دانه در زمان کاشت سوم نیز در سطح کودی ۴۶ کیلوگرم نسبت به سایر سطوح کودی بالاتر باشد.

از نظر صفت نشت الکترولیت برش‌دهی برهم‌کنش نشان داد، علی‌رغم اینکه کشت دیرهنگام به موجب برخورد دوره گلدهی گیاه با دمای بالا موجب افزایش نشت یونی غشا شد، استفاده از نیتروژن صرف‌نظر از معنی‌داری در مجموع سه زمان کاشت موجب کاهش نشت یونی گردید (جدول ۴). پایداری غشای سلولی یکی از سازوکارهای مهم گیاهان در شرایط تنش است. تنش‌های غیر زیستی به خصوص در ارقام حساس گیاهی غالباً سبب از بین رفتن یکپارچگی غشا و نشت مواد به خارج سلول می‌گردد (پروازی شندی و همکاران، ۱۳۹۲). رضایی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند با افزایش دما به ۳۵ درجه سانتی‌گراد بر میزان نشت یونی برگ کلزا افزوده شد. چرا که افزایش دما به ویژه در زمان گلدهی به واسطه کاهش پایداری غشاهای سلولی و کاهش درصد رطوبت نسبی برگ‌ها نیز سبب اختلال در رشد و متابولیسم سلول های گیاه می شود (رضایی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹). در شرایط برخورد گیاه با دمای بالا، درغشای سلول، اسید های چرب غیر اشباع تولید می‌شود که به خواص و ساختمان غشا آسیب می‌زنند و منجر به افزایش در نفوذ پذیری و کاهش پایداری غشا می‌گردد در نتیجه هدایت الکتریکی را افزایش می‌دهد. دمای بالا، حرکت مولکول ها را تسریع کرده و پیوند داخل مولکول‌ها را سست می‌نماید بر این اساس سیالیت دو لایه چربی غشا به دلیل تجزیه پروتئین‌ها یا افزایش میزان اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش می‌یابد (Killi *et al*., 2017). با این وجود یافته‌های Saneoka و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که در شرایط مختلف محیطی کاربرد نیتروژن به خصوص در مقادیر بالا در افزایش پایداری غشا موثر است. در این پژوهش بین عملکرد دانه با نشت یونی غشا همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶) که با یافته‌های رضایی‌زاده و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

همکاران (۱۳۹۹) مبنی بر افزایش نشت الکترولیت‌ها از غشا و تخریب لیپیدها در شرایط درجه حرارت بالا مطابقت داشت. با توجه به اینکه قابلیت نفوذ غشاهای پروتوپلاسمی صرف نظر از عوامل خارجی مانند درجه حرارت بالا، بستگی به نوع و تنوع مواد سازنده، مقدار آب موجود در غشاها و سیالیت آنها، ضخامت غشا و نیز تفاوت در بخش‌های مختلف سلول دارد، لذا می توان گفت برای یافتن گونه‌های گیاهی متحمل به گرما، افزایش پایداری غشا می‌تواند حائظ اهمیت باشد (گیلانی و همکاران، ۱۳۸۸). از طرفی در برخی مواقع مانند پژوهش حاضر می‌تواند به عنوان معیار مدیریت زراعی مناسب باشد به طوری که در این پژوهش زمان کاشت اول بیشترین پایداری غشا را داشت و با مصرف و افزایش مصرف نیتروژن روند افزایش پایداری غشا نیز افزایش یافت و در زمان های کاشت بعدی با وجود اینکه در اثر دمای بالا پایداری غشا کاهش یافت، استفاده از نیتروژن در بهبود وضعیت پایداری غشا نقش موثری ایفا کرد. کشت زود هنگام به موجب دمای خنک در طول دوره گلدهی بیشترین هدایت روزنه‌ای را داشته است، اما به علت برخورد با گرما و بسته شدن روزنه‌ها در زمان‌های کشت دیرهنگام هدایت روزنه‌ای کاهش یافته است. از طرفی کاربرد نیتروژن تا سطح ۴۶ کیلو هدایت روزنه‌ای را در زمان‌های کشت اول و دوم افزایش داده است (جدول ۴). باید توجه داشت که عکس‌العمل تبادلات گازی برگ نسبت به دمای هوا، تا حد زیادی به اثر برهم‌کنش عوامل از جمله وضعیت آب درونی گیاه و اختلاف فشار بخار بین گیاه و هوا بستگی دارد. هم‌چنین نگهداری آب درون روزنه‌ها از طریق بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق را می‌توان از دلایل کاهش هدایت روزنه‌ای و جلوگیری از هدر رفت آب دانست (Hao *et al*., 2019). در این میان تغذیه کودی مناسب منجر به تغییر واکنش گیاه به شرایط تنش می‌شود. در این راستا کاربرد نیتروژن منجر به افزایش هدایت روزنه‌ای کاملینا تا سطح بهینه شده و سپس ثابت مانده است (Pan *et al*., 2011). نتایج نشان داد در کشت‌های دیر هنگام تعرق کاهش یافته است و استفاده از نیتروژن در زمان کاشت اول منجر به بیشتر شدن تعرق شده است، اما در کشت‌های دیرهنگام علی‌رغم افزایش تعرق با کاربرد نیتروژن، اثر معنی‌داری بر تعرق نداشته است (جدول ۴). واکنش‌های گیاهان به شرایط محیطی بر اساس ویژگی‌های ژنتیکی می‌تواند متفاوت باشد. در این پژوهش کاهش میزان تعرق با افزایش دمای تدریجی در کشت‌های دیر هنگام می‌تواند به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها برای حفظ آب سلول‌ها باشد که استفاده از نیتروژن موجب کند شدن روند بسته شدن روزنه‌ها و تداوم فتوسنتز شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد کاربرد نیتروژن می‌تواند نقش موثری در حفظ سرعت تبادلات گازی کاملینا از جمله تعرق، در شرایط معمول و حتی تنش‌های محیطی نسبت به عدم کاربرد نیتروژن داشته باشد (Pan *et al*., 2011). بیشترین فتوسنتز از زمان کاشت اول به‌دست آمده در حالی که در کشت‌های دیرهنگام به علت برخورد با دمای بالا منجر به کاهش این صفت شده است (جدول ۵). بارزترین عکس‌العمل گیاهان حساس به تنش دمای بالا، کاهش میزان فتوسنتز است که در شرایط نور متوسط نیز منجر به اختلال در فعالیت فتوسیستم دو می‌شود، در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

نتیجه منجربه کاهش متابولیسم کربن و کاهش انتقال الکترون در چرخه نوری می‌شود (Wahid *et al*., 2007). در میان صفات و شاخص‌های فیزیولوژیک، توانایی حفظ سطح بهینه فتوسنتز در شرایط تنش‌های محیطی، به عنوان عامل تعیین کننده اصلی رشد و عملکرد گیاهان زراعی بسیار مهم است، زیرا با افزایش تنش و به دنبال آن بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای فتوسنتز کاهش یافته و در نتیجه منجر به اثر گذاری بر عملکرد می‌گردد (گودرزیان قهفرخی و همکاران، ۱۳۹۹). مقایسه میانگین اثر اصلی زمان کاشت نشان داد محتوی نسبی آب برگ در زمان کاشت اول بیشتر از دو زمان کاشت دیگر بود (جدول ۵). با توجه به این که همه واکنش‌های زیستی در محیط آبی صورت می‌گیرند، کاهش آب در دسترس در اثر افزایش دما، فعالیت آنزیم‌های مورد نیاز گیاه برای رشد و توسعه را با اختلال مواجه می‌کند و از این طریق بر عملکرد گیاه اثرگذار است (رضایی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹). در این پژوهش ارتباط مثبت معنی‌دار بین عملکرد دانه، هدایت روزنه‌ای، سرعت تعرق، فتوسنتز و محتوی نسبی آب برگ مشاهده شد که در سایر تحقیقات نیز تایید شده است (Namvar and Khandan, 2015). لذا به نظر می‌رسد در این پژوهش صفت محتوی نسبی آب برگ نیز نقش بسیار مهمی در حفظ تبادلات گازی کاملینا و جلوگیری از کاهش عملکرد ایفا کرده چرا که در زمان‌های کشت دیرهنگام افزایش دمای محیط منجر به از دست رفتن آب برگ‌ها و کاهش عملکرد کاملینا شده است. بیشترین عملکرد دانه از زمان کاشت اول به دست آمد، اما کاشت دیرهنگام موجب کاهش عملکرد کاملینا شد. هم‌چنین بالاترین عملکرد در هر سه زمان کاشت از کاربرد ۴۶ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد. با افزایش دمای محیط، کاهش طول دوره رشد و برخورد دوره گلدهی و دانه-بندی کاملینا با دمای بالا در زمان‌های کاشت دیرهنگام منجربه کاهش اجزای عملکرد بخصوص تعداد خورجینک و وزن هزار دانه و باعث کاهش ۹۱/۱۸ درصدی عملکرد دانه در سطح صفر نیتروژن زمان کاشت سوم نسبت به صفر نیتروژن زمان کاشت اول شده است (جدول ۴). گیاه کاملینا در شرایط مختلف محیطی نسبت به مدیریت‌های زراعی تاریخ کاشت و نیتروژن پاسخ های متفاوتی می‌دهد به‌طوری‌که عملکرد این گیاه در مناطقی با محدودیت شرایط محیطی به خصوص دما با افزایش نیتروژن بیشتر از حد بهینه، منجر به کاهش عمکلرد این گیاه می‌شود (Malhi *et al*., 2014). در مطالعات دیگر نیز کشت‌های دیر هنگام به علت برخورد دوره گلدهی و دانه بندی گیاه منجر به کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجینک و وزن هزار دانه شد در حالی که بالاترین عملکرد در کشت‌های زود هنگام به سبب بهره‌مندی گیاه از دمای خنک به خصوص در دوره گلدهی و دانه بندی به سبب طولانی‌تر شدن دوره مؤثر رشد و فتوسنتز حاصل شده است (Berti *et al*., 2011). از طرف دیگر از دلایل افزایش عملکرد کاملینا با کاربرد نیتروژن در هر سه تاریخ کاشت می‌توان به نقش نیتروژن در ساختار رنگیزه‌های فتوستزی، اندازه سلول، افزایش تبادلات گازی و حفظ سطح سبز گیاه که به تداوم فتوسنتز و در نهایت افزایش زیست توده و عملکرد دانه می‌انجامد اشاره کرد (Namvar and Khandan, 2015)..

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گیاه کاملینا تحت اثر زمان کاشت و سطوح مختلف کود نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		عملکرد دانه	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنویید	نشت یونی غشا	هدایت روزنه ای	سرعت فتوسنتز	سرعت تعرق	محتوی نسبی آب برگ
تکرار	۲	۴۳۰/۲*	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۲۶۷^{ns}	۲۷۱^{ns}	۸/۰۴^{ns}	۰/۴۵^{ns}
زمان کاشت	۳	۱۲۴۵۵**	۰/۱۳*	۰/۰۱**	۰/۰۳*	۷۳/۲۰**	۴۴۱۳۹**	۲۱۲۹۹**	۹۹۵۸**	۱۱۱*
خطا (a)	۶	۴۹^{ns}	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۲۲	۱۵۶	۵۲۴	۹۱	۱۰/۶
نیتروژن	۲	۶۲۸۹**	۰/۱۵**	۰/۰۱**	۰/۰۶**	۱۴/۶۱**	۶۵۴۹**	۲۱۳^{ns}	۹۰۰**	۳/۳^{ns}
زمان × نیتروژن	۶	۷۷۱**	۰/۴۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۱**	۳/۳۷*	۱۸۲۰**	۳۱۳^{ns}	۷۶۰**	۸/۱^{ns}
خطای (b)	۱۸	۱۰۴/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰	۱/۱۳	۲۷۵	۳۵۶	۱۰۱	۹/۵
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۱۴	۱۳/۸۱	۱۴/۵۹	۱۱/۰۱	۹/۴۳	۸/۵۹	۵/۸۸	۱۰/۳۶	۳/۶۷

برش‌دهی اثرات متقابل مجموع مربعات سطوح نیتروژن در هر سطح زمان کاشت

زمان کاشت	درجه آزادی	عملکرد دانه	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنویید	نشت یونی غشا	هدایت روزنه ای	سرعت فتوسنتز	سرعت تعرق	محتوی نسبی آب برگ
اول	۳	۲۲۷**	۰/۰۹**	۰/۰۰**	۰/۰۳**	۱/۲۱^{ns}	۲۸۲۹**	۲۶۳^{ns}	۱۸۲۵**	۹/۹^{ns}
دوم	۳	۲۸۴۹**	۰/۱۲**	۰/۰۱**	۰/۰۴**	۱۵/۶۵*	۲۷۴۵**	۵۲۵^{ns}	۲۷۸^{ns}	۱/۶۲^{ns}
سوم	۳	۴۷۶**	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۰۰**	۴/۴۹*	۶۱۵^{ns}	۵۱^{ns}	۳۱۷^{ns}	۶/۹^{ns}

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرمتقابل زمان کاشت و نیتروژن بر برخی صفات مورد مطالعه کاملینا

زمان کاشت	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کلروفیل a	کلروفیلb	کاروتنویید	نشت یونی غشا	هدایت روزنه ای	سرعت تعرق
۱۵ آبان	صفر	۱۷۳/۵۳^{c}	۰/۶۹^{b}	۰/۲۱^{b}	۰/۲۸^{c}	۹/۰۸^{a}	۲۱۳/۹^{c}	۹۲/۸^{b}
	۲۳	۲۳۷/۳۸^{b}	۰/۶۴^{b}	۰/۱۹^{b}	۰/۳۵^{b}	۸/۵۸^{ab}	۲۴۳/۶^{b}	۱۴۱/۰^{a}
	۴۶	۲۶۵/۳۸^{a}	۰/۹۳^{a}	۰/۲۸^{a}	۰/۵۰^{a}	۸/۵۳^{ab}	۳۲۲/۶^{a}	۱۳۹/۲^{a}
	۶۹	۲۴۸/۹۴^{ab}	۱/۰۱^{ab}	۰/۳۱^{a}	۰/۴۲^{b}	۷/۵۶^{b}	۲۳۳/۷^{bc}	۱۴۵/۵^{a}
۱۵ آذر	صفر	۸۳/۳۱^{c}	۰/۶۹^{b}	۰/۲۰^{b}	۰/۲۸^{cb}	۱۴/۵۷^{a}	۱۶۱/۳^{c}	۹۱/۰^{a}
	۲۳	۹۶/۷۵^{c}	۰/۶۰^{b}	۰/۱۸^{b}	۰/۲۷^{c}	۱۳/۵۹^{a}	۱۸۵/۳^{bc}	۹۰/۳^{a}
	۴۶	۱۵۲/۲۹^{a}	۰/۶۶^{b}	۰/۲۰^{b}	۰/۵۱^{a}	۹/۳۷^{b}	۲۳۴/۰^{a}	۹۱/۲^{a}
	۶۹	۱۲۶/۰۷^{b}	۱/۰۴^{a}	۰/۳۱^{a}	۰/۳۶^{b}	۱۱/۸۱^{ab}	۱۹۴/۶^{b}	۹۲/۲^{a}
۱۵ دی	صفر	۱۵/۵۶^{c}	۰/۵۹^{ab}	۰/۱۸^{ab}	۰/۲۳^{c}	۱۴/۳۷^{a}	۱۱۱/۰^{a}	۷۲/۹^{a}
	۲۳	۲۵/۴۶^{bc}	۰/۵۷^{ab}	۰/۱۵^{b}	۰/۳۰^{ba}	۱۳/۳۷^{a}	۱۳۵/۵^{a}	۶۷/۵^{a}
	۴۶	۴۵/۸۱^{a}	۰/۷۲^{a}	۰/۱۹^{a}	۰/۳۴^{a}	۱۱/۹۱^{b}	۱۴۱/۰^{a}	۶۹/۳^{a}
	۶۹	۲۹/۷۴^{b}	۰/۵۴^{a}	۰/۲۱^{a}	۰/۲۷^{bc}	۱۲/۰۵^{b}	۱۴۱/۱^{a}	۸۹/۹^{a}

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند (برش دهی بر اساس تیمار زمان کاشت صورت گرفته است).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

جدول ۵: مقایسه میانگین برخی صفات مورد بررسی گیاه کاملینا تحت اثر زمان کاشت

تاریخ کاشت	سرعت فتوسنتز (umol/m2.s)	محتوی نسبی آب برگ (%)
۱۵ آبان	۳۷۱/۱ a	۸۷/۲ a
۱۵ آذر	۳۲۸/۸ b	۸۳/۱ b
۱۵ دی	۲۹۷/۸ c	۸۱/۳ b

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون **LSD** در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

جدول ۶: ضریب همبستگی بین صفات مورد بررسی گیاه کاملینا

		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱	عملکرد دانه	۱								
۲	کلروفیل a	۰/۵۳۸**	۱							
۳	کلروفیل b	۰/۵۵۸**	۰/۹۲۳**	۱						
۴	کاروتنویید	۰/۶۴۲**	۰/۵۱۴**	۰/۴۶۲**	۱					
۵	نشت یونی غشا	-۰/۸۲۹**	-۰/۴۵۵**	-۰/۴۴۹**	-۰/۵۸۴**	۱				
۶	هدایت روزنه ای	۰/۸۳۰**	۰/۴۶۷**	۰/۴۳۶**	۰/۴۵۹**	-۰/۵۵۸**	۱			
۷	سرعت فتوسنتز	۰/۷۸۱**	۰/۳۶۳*	۰/۳۶۶*	۰/۴۳۵**	-۰/۶۵۶**	۰/۶۸۳**	۱		
۸	سرعت تعرق	۰/۸۶۲**	۰/۴۸۵**	۰/۴۹۳**	۰/۵۵۰**	-۰/۷۳۲**	۰/۷۷۳**	۰/۶۹۹**	۱	
۹	محتوی نسبی آب برگ	۰/۵۸۵**	۰/۲۸۳ns	۰/۳۰۰ns	۰/۱۶۱ns	-۰/۴۵۸**	۰/۵۳۰**	۰/۴۷۹**	۰/۴۶۱**	۱

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان داد زمان کاشت اول (۱۵ آبان) با وجود دمای خنک در زمان گلدهی و دانه بندی از شرایط فیزیولوژیک و بیوشیمیایی خوبی نسبت به دو زمان کاشت بعدی برخوردار بود و سبب شد بیشترین عملکرد دانه در کاملینا تولید شود؛ اما کاشت دیر هنگام به موجب برخورد مراحل حساس زایشی کاملینا با دماهای بالای آخر فصل خوزستان، سبب کاهش صفاتی چون کلروفیل، کاورتنوئید، هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز، تعرق، محتوی نسبی آب برگ و افزایش نشت الکترولیت غشا شد. به طوری که کمترین عملکرد دانه از زمان کاشت سوم (۱۵ دی) حاصل شد. از طرفی کاربرد نیتروژن تا سطح ۴۶ کیلوگرم در هکتار، با تأمین بهینه نیتروژن، پتانسیل عملکرد کاملینا را با توجه به شرایط آب و هوایی هر زمان کاشت نشان داد و سبب بهبود صفات مورد بررسی در هر زمان کاشت شد. در مجموع برای دست یابی به عملکرد مطلوب کامیلنا، انتخاب زمان کاشت مناسب و کاربرد بهینه نیتروژن حائظ اهمیت است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به جهت تأمین هزینه مورد نیاز این تحقیق که قسمتی از قرارداد پژوهانه به شماره ۹۸/۳/۰۵/۱۴۹۰۹ می‌باشد، تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

منابع

آژند، م.، سعیدی، م.، بهشتی آل آقا، ع. و کهریزی، د. ۱۳۹۹. اثر محلول سولفات آهن و روی بر عملکرد و برخی ویژگی های فیزیولوژیک کاملینا (Camelina sativa L. crantz) در شرایط دیم. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۲(۴۷): ۶۳-۴۵.

اخوان هزاوه، ط.، پوراکبر، ل.، رحمانی، ف. و علیپور، ه. ۱۳۹۷. اثرتنش شوری و محلول‌پاشی نانواکسید روی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه کلزا (*Brassica napus L.*) و کاملینا (*Camelina sativa L.*). نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰(۴۰): ۱۲۷-۱۱۱.

پروازی شندی، س.، پازکی، ع.، اصغرزاده، ا.، آزادی، ا. و پاک نژاد، ف. ۱۳۹۲. اثر دور آبیاری، اسیدهیومیک و باکتری‌های محرک رشد بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گندم رقم کویر در منطقه شهر ری. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۵(۱۸): ۱۹-۳۳.

حق جو، م. و بحرانی، ع. ۱۳۹۳. اثر میزان آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک ذرت رقم سینگل کراس ۲۶۰. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۱۶(۴): ۲۹۲-۲۷۸.

حیدری، م.، پایدار، ا.، برادران فیروزآباد، م. و عابدینی اسفهلانی، م. ۱۳۹۸. تاثیر تنش خشکی و کاربرد اسید هیومیک بر عملکرد کمی، رنگدانه های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی دانه آفتابگردان. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۰(۴):۶۲-۵۱.

دوری، س.، مرادی تلاوت، م.، سیادت، س. ع.، بخشنده، ع. ۱۳۹۵. تاثیر محلول پاشی نیتروژن بر عملکرد کلزا (*Brassica napus L*) و شاخص های کارایی جذب و مصرف نیتروژن در تاریخ های مختلف کاشت. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۱۴(۳): ۲۹۳-۲۸۴.

رضایی زاده، ا.، محمدی، و.، زینالی، ح.، زالی، ع.ع. ۱۳۹۸. پاسخ های فیزیولوژیکی ارقام متحمل و حساس کلزا به تنش گرما. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۰(۴): ۹۸-۸۹.

سلطانی، آ. ۱۳۸۶. کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه‌های آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ هفتم، ۱۸۲ ص.

عباسی بیدلی، م.، روشنفکر ح. ا.، نبی پور، م.، مسکر باشی، م. ۱۴۰۰. بررسی پتانسیل تولید دو منظوره برخی ژنوتیپ های جو بودن پوشینه در تاریخ کاشت های مختلف. . نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۳(۵۰): ۶۵-۴۷.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

گودرزیان قهفرخی، م.، مسکرباشی، م.، راهنما، ا. و اسمیت، د. ۱۳۹۹. ارزیابی خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد ارقام گلرنگ در واکنش به محلول‌پاشی اسیدسالسیلیک و تنش گرمای پایان فصل. علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۱(۳): ۷۲-۵۹.

گیلانی، ع.، سیادت، ع.، عالمی سعید، خ.، بخشنده، ع.، مرادی، ف. و سیدنژاد، م.، ۱۳۸۸. اثر تنش گرما بر پایداری عملکرد، محتوای کلروفیل و ثبات غشای سلول برگ پرچم در ارقام رایج برنج در استان خوزستان. مجله علوم زراعی ایران. ۱۱(۱): ۱۰۰-۸۲.

میرزاشاهی، ک. و نورقلی پور، ف. ۱۳۹۹. بررسی میزان و نحوه مصرف نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۲(۴۷): ۶۳-۴۵.

Berti, M., Wilckens, R., Fischer, S., Solis, A. and Johnson, B. 2011. Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. Industrial Crops and Products. 34 (2): 1358-1365.

Cendrero-Mateo, M. P., Moran, M. S., Papuga, S. A., Thorp, K. R., Alonso, L., Moreno, J., Ponce-Campos, G., Rascher, U., and Wang, G. 2016. Plant chlorophyll fluorescence: active and passive measurements at canopy and leaf scales with different nitrogen treatments. Journal of Experimental Botany. 67 (1): 275-286.

Diacono, M., Rubino, P., and Montemurro, F. 2013. Precision nitrogen management of wheat. A review. Agronomy for Sustainable Development. 33(1): 219-241.

Dwivedi, S.K., Basu, S., Kumar, S., Kumar, G., Prakash, V., Kumar, S., Mishra, J.S., Bhatt, B.P., Malviya, N., Singh, G.P. and Arora, A. 2017. Heat stress induced impairment of starch mobilisation regulates pollen viability and grain yield in wheat: Study in Eastern Indo-Gangetic Plains. Field Crops Research. 206: 106-114.

Elferjani, R. and Soolanayakanahally, R. 2018. Canola responses to drought, heat, andcombined stress: Shared and specific effects on carbon assimilation, seed yield, and oil composition. Frontiers in Plant Science. 9: 1-17.

Evans, J. R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. Oecologia. 78(1): 9-19.

Feng, B., Liu, P. Li, G. Dong, S. T. Wang, F. H. Kong, L. A. and Zhang, J. W. 2014. Effect of Heat Stress on the Photosynthetic Characteristics in Flag Leaves at the GrainFilling Stage of Different HeatResistant Winter Wheat Varieties. Journal of Agronomy and Crop Science. 200 (2): 143-155.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

Gao, L., Caldwell, C. D. and Jiang, Y. 2018. Photosynthesis and Growth of Camelina and Canola in Response to Water Deficit and Applied Nitrogen. Crop Science. 58 (1): 393-401.

Gesch, R. W. 2014. Influence of genotype and sowing date on camelina growth and yield in the north central U.S. Industrial Crops and Products. 54 (3): 209-215.

Hao, L., Guo, L., Li, R., Cheng, Y., Huang, L., Zhou, H. and Zheng, Y. 2019. Responsesof photosynthesis to high temperature stress associated with changes in leaf structure and biochemistry of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). Scientia Horticulturae. 246: 251-264.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M., Roychowdhury, R. and Fujita, M. 2013. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. International Journal of Molecular Sciences. 14 (5): 9643-9684.

Killi, D., Bussotti, F., Raschi, A. and Haworth, M. 2017. Adaptation to high temperature mitigates the impact of water deficit during combined heat and drought stress in C3 sunflower and C4 maize varieties with contrasting drought tolerance. Physiologia Plantarum. 159 (2):130-147.

Leclère, M., Lorent, A. R., Jeuffroy, M. H., Butier, A., Chatain, C. and Loyce, Chantal. 2021. Diagnosis of camelina seed yield and quality across an on-farm experimental network. European Journal of Agronomy. 122: 126190.

Lutts, S., Kinet, J. M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany. 78 (3): 389-398.

Malhi, S. S., Johnson, E. N., Hall, L. M., May, W. E., Phelps, S. and Nybo, B. 2014. Effect of nitrogen fertilizer application on seed yield, N uptake, and seed quality of *Camelina sativa*. Canadian Journal of Soil Science. 94 (1): 35-47.

Namvar, A. and Khandan, T. 2015. Inoculation of rapeseed under different rates of inorganic nitrogen and sulfur fertilizer: impact on water relations, cell membrane stability, chlorophyll content and yield. Archives of Agronomy and Soil Science. 61 (8): 1137-1149.

Pan, X., Lada, R., Caldwell, C. D. and Falk, K. C. 2011. Photosynthetic and growth responses of *Camelina sativa* (L.) Crantz to varying nitrogen and soil water status. Photosynthetica. 49 (2): 316-320.

Ritchie, S. W. and Nguyen, H. T. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 30: 105-111.

Robertson, M. J. and Holland, J. F. 2004. Production risk of canola in the semi-arid subtropics of Australia. Australian Journal of Agricultural Research. 55: 525-538.

Saha, P., Sade, N., Arzani, A., Wilhelmi, M. D. M. R., Coe, K. M., Li, B. and Blumwald, E. 2016. Effects of abiotic stress on physiological plasticity and water use of *Setaria viridis* (L.). Plant Science. 251: 128-138.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

Salvagiotti, F., Cassman, K. G., Specht, J. E., Walters, D. T., Weiss, A., and Dobermann, A. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. Field Crops Research. 108 (1): 1-13.

Saneoka, H., Moghaieb, R. E.A., Premachandra, G. S. and Fujita, K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in Agrostis palustris Huds. Environmental and Experimental Botany. 52 (2): 131-138.

Solis, A., Vidal, I., Paulino, L., Johnson, B. L. and Berti, M. T. 2013. Camelina seed yield response to nitrogen, sulfur, and phosphorus fertilizer in South Central Chile. Industrial Crops and Products. 44: 132-138.

Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. and Foolad, M. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. Environmental and Experimental Botany. 61 (3): 199-223.

Wang, X., Dinler, B. S., Vignjevic, M., Jacobsen, S., and Wollenweber, B. 2015. Physiological and proteome studies of responses to heat stress during grain filling in contrasting wheat cultivars. Plant Science. 230: 33-50.

Wysocki, D. J., Chastain, T. G., Schillinger, W. F., Guy, S. O. and Karow, R. S. 2013. Camelina: Seed yield response to applied nitrogen and sulfur. Field Crops Research. 145: 60-66.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]