پاسخ‌های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا به کاشت تأخیری و محلول‌پاشی هیومیک اسید

فاطمه برکتی[۱]، اسلام مجیدی هروان[۲*]، امیرحسین شیرانی‌راد[۳] و قربان نورمحمدی[۴]

۱) دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲) استاد گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳) استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۴) استاد گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

***نویسنده مسئول: majidi_e@yahoo.com**

این مقاله مستخرج از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۰۳ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۰۲**

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثر کاربرد هیومیک اسید بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت و گزینش ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط محیطی جهت توسعه کشت کلزا در مناطق معتدل سرد و نیمه خشک به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در منطقه کرج اجرا شد. در این آزمایش تاریخ کاشت در سه سطح شامل ۱۵ مهرماه، ۲۵ مهرماه و پنجم آبان ماه، هیومیک اسید در دو سطح شامل محلول‌پاشی با آب خالص (عدم کاربرد هیومیک اسید) و کاربرد هیومیک اسید (محلول‌پاشی به میزان دو در هزار) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌های کلزا (Tassilo، L14، HL3721، WPN6، HW118 و Natali) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برهم‌کنش تاریخ کاشت، هیومیک اسید و ژنوتیپ بر عملکرد دانه، قطر طوقه، بقای زمستانه، میزان پرولین و کربوهیدرات محلول در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه وکاربرد هیومیک اسید، رقم WPN6 بالاترین میزان عملکرد دانه (۵۷۶۴ کیلوگرم در هکتار) و ویژگی‌های فیزیولوژیک را تولید نمودند. همچنین در تاریخ‌های کاشت تاخیری همراه با کاربرد هیومیک اسید نیز رقم HW118 با بالاترین ویژگی‌های مورد مطالعه، قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بقای زمستانه، پرولین، تاریخ کاشت، قطر طوقه و عملکرد دانه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گونه‌های دانه‌های روغنی در جهان می‌باشد و این اهمیت به‌واسطه کیفیت بالای روغن و کنجاله آن بوده که پتانسیل یک منبع تجدیدشدنی سوخت‌های زیستی را نیز دارا می‌باشد. در ایران، کلزا گیاهی نسبتاً جدید بوده و در چند سال گذشته به دلیل اهمیت بسیار بالای روغن خوراکی و کنجاله آن برای خوراک دام، سطح زیرکشت این گیاه روغنی به طور چشمگیری افزایش پیدا کرده است (Moghaddam and Pourdad, 2011). تاریخ کاشت عامل مهمی است که بر طول دوران رشد رویشی و زایشی و توازن بین آن‌ها اثر می‌گذارد. زمان کاشت مناسب با فراهم کردن میزان رشد لازم بوته‌های کلزا و کاهش آسیب پذیری آن‌ها در برابر تنش خشکی آخر فصل، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود (Bashir *et al*.,, 2010). بررسی واکنش ژنوتیپ‌های کلزا به کشت تأخیری و انتخاب ژنوتیپ‌هایی که پایداری عملکرد بالاتری در این شرایط دارند، اثر بسزایی در توسعه کشت کلزا، به‌ویژه در مناطقی که کاشت زراعت‌های بهاره دیر صورت می‌گیرد، خواهد داشت. با وسعت دامنه کشت کلزا از طریق شناسایی ژنوتیپ‌ها مناسب برای کشت تأخیری می‌توان سطح زیر کشت این گیاه را در مناطق سرد و معتدل سرد افزایش داد و با انتخاب ژنوتیپ و زمان مناسب کاشت در هر منطقه از شدت خسارت ناشی از عوامل نامساعد محیطی کاست (Ul-Hassan *et al*., 2005). زمان کاشت مناسب با فراهم کردن میزان رشد لازم بوته‌های کلزا و کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر سرما، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود (پاسبان اسلام، ۱۳۹۰). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد اعمال تاریخ های کاشت زود یا دیرهنگام و رژیم‌های دمایی نامطلوب در طول دوره رشد، سبب کاهش محصول و اجزای عملکرد می‌شود و بالاترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت مناسب به دست می‌آید (رهنما و بخشنده، ۱۳۸۴؛ Bashir *et al*., 2010). هیومیک اسید ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به‌وجود می‌آید که ممکن است برای افزایش محصول و کیفیت آن به‌کار گرفته شود. از مزایای مهم هیومیک اسید، کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و غیره برای غلبه بر کمبود عناصر غذایی است که افزایش طول، وزن ریشه و ایجاد ریشه‌های جانبی را سبب می‌شوند (Abedi and Pakniyat, 2010). هیومیک اسید با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیش‌تری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. علاوه بر این، مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب، پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حد زیادی مانع تبخیر آب می‌شود (میرحاجیان، ۱۳۹۱). همچنین هیومیک اسید با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو، افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه را سبب می‌شود (Delfine *et al*., 2005). در چای ترش، تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید، بهبود تحرک و کارایی عناصر غذایی، افزایش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

مقدار روی و آهن برگ و در نتیجه، افزایش فتوسنتز، تولید کربوهیدرات و پروتئین را سبب شد (حیدری و مینایی، ۱۳۹۳). در پژوهشی، کاربرد هیومیک اسید به میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک، افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک و میزان عناصر غذایی را در گیاه فلفل (*Capsicum annum* L.) موجب شد (Tan, 2003). عملکرد کلزا را می‌توان با رعایت اصول به‌زراعی و به‌نژادی، بهبود بخشید. بدین منظور علاوه بر معرفی ژنوتیپ‌ها دارای عملکرد بالاتر، از حداکثر ظرفیت ژنتیکی ژنوتیپ‌ها موجود نیز در شرایط آب و هوایی مختلف می‌توان استفاده نمود که بخشی از این هدف با به‌کارگیری روش‌های مدیریتی نظیر کاشت در زمان مناسب و مصرف کودهای آلی و زیستی به منظور ارتقای عملکرد کمی و کیفی کلزا قابل دستیابی است (داوودی و همکاران، ۱۳۹۵). این آزمایش با هدف بررسی اثر کاربرد هیومیک اسید بر صفات کیفی ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ کاشت‌های مختلف و گزینش ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط محیطی، جهت توسعه کشت کلزا در مناطق معتدل سرد و نیمه خشک کشور اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی اثر کاربرد هیومیک اسید بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت و گزینش ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط محیطی جهت توسعه کشت کلزا در مناطق معتدل سرد و نیمه خشک به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در منطقه کرج با موقعیت طول جغرافیایی ´۶ و°۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ´۴۹ و°۳۵ شمالی و ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس میانگین داده‌های سی ساله هواشناسی کرج، متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۴۳ میلی‌متر بوده و بارندگی‌ها عمدتاً در اواخر پاییز و اوایل بهار روی می‌دهد. آمار هواشناسی محل آزمایش در طی دو سال زراعی در جدول ۱ ارائه شده است. بافت خاک مزرعه آزمایش، لومی رسی بود و مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین دما و بارش ماهیانه محل آزمایش طی سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۳

		ماه‌های فصل رشد زراعی									
سال		مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
۹۳-۹۴	بارش (میلیمتر)	۱۳/۴	۱۳/۷	۳۱/۶	۶	۴۷/۸	۲۱/۳	۴۵/۴	۲/۲	۶/۶	۰
	دما (سانتی‌گراد)	۱۸/۳۱	۱۸/۲	۶/۳	۵/۲	۷/۳	۶/۷	۱۳/۸	۲۰	۲۶/۴	۳۰/۹
۹۴-۹۵	بارش (میلیمتر)	۳/۵	۷۷/۴	۲۸/۶	۱۵/۶	۸/۷	۱۷/۸	۷۵/۵	۱۳	۰	۰
	دما (سانتی‌گراد)	۱۹/۴	۱۰/۵	۴/۶	۵/۱	۴/۹	۱۱/۸	۱۱/۷	۱۹/۹	۲۴/۲	۲۸/۹

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.44.4.5]

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۳

سال	عمق (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	بافت خاک
اول	۳۰-۰	۱/۴۵	۷/۹	۰/۹۱	۰/۰۹	۱۴/۷	۱۹۷	رسی لومی
	۶۰-۳۰	۱/۲۴	۷/۲	۰/۹۹	۰/۰۷	۱۵/۸	۱۵۵	رسی لومی
دوم	۳۰-۰	۱/۳۳	۷/۸	۰/۸۳	۰/۰۸	۱۴/۲	۱۶۵	رسی لومی
	۶۰-۳۰	۱/۱۵	۷/۴	۰/۹۶	۰/۰۶	۱۵/۳	۱۴۸	رسی لومی

در این پژوهش، سه تاریخ کاشت شامل ۱۵ مهر ماه، ۲۵ مهرماه و پنجم آبان ماه، هیومیک اسید در دو سطح شامل محلول‌پاشی با آب خالص (عدم کاربرد هیومیک اسید) و کاربرد هیومیک اسید (محلول‌پاشی به میزان دو در هزار) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌های کلزا (HW118, WPN6, HL3721, L14, Tassilo و Natali) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۳: تیپ رشدی و مبدأ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

نام	مبدأ	تیپ رویشی	هیبرید	لاین
HW118	ایرانی	زمستانه		*
WPN6	امریکایی	زمستانه	*	
HL372	ایرانی	زمستانه		*
L14	ایرانی	زمستانه		*
Tassilo	آلمانی	زمستانه	*	
Natali	فرانسوی	زمستانه	*	

هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول شش متر و فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر از هم بود که دو خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت پنج سانتی‌متر بود. کودهای مصرفی براساس آزمون خاک شامل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاس به‌صورت پایه همزمان با آماده‌سازی بستر بذر، ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۱۰۰ کیلوگرم در هنگام کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم در مرحله ساقه‌دهی و ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله گل‌دهی) به‌صورت سرک مصرف شد. کشت بذور برای هر کرت آزمایشی به صورت مکانیزه، توسط دستگاه بذرکار انجام شد. به این صورت که دو طرف هر پشته و به فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری از یکدیگر بذور (به میزان چهار کیلوگرم در هکتار) به‌صورت خطی و در عمق ۲/۵ سانتی‌متری کاشته شدند. آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی و در مرحله ۸-۴ برگی انجام شد. در مرحله چهار برگی اولین محلول‌پاشی هیومیک اسید با غلظت دو در هزار بروی تیمارهای شامل کاربرد انجام شد و دومین محلول‌پاشی هیومیک اسید در مرحله ساقه‌دهی و محلول‌پاشی با آب خالص جهت اعمال تیمار عدم کاربرد هیومیک اسید انجام پذیرفت. به منظور تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک، بوته‌های موجود در مساحت ۴/۸ متر مربع از هر کرت آزمایشی به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفته و با ترازوی دقیق توزین شدند. قطر طوقه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها و قبل از شروع فصل سرما، بوته‌ها در یک مترمربع از هر کرت آزمایشی شمارش شدند و شمارش دوم در بهار و بعد از یخبندان‌های بهاری در همان یک مترمربع قبلی صورت گرفت و بدین صورت درصد بقای زمستانه محاسبه شد. پرولین برگ به روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) اندازه گیری شد. میزان کلروفیل برگ با استفاده از روش Arnon (۱۹۶۷) تعیین شد و با استفاده از رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ برای هر تیمار میزان کلروفیل a، b و کل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ تعیین شد:

رابطه ۱: $$\text{Chlorophyll a (mg/g FW)} = (19.3 \times A663 - 0.86 \times A645)\ V/100W$$

رابطه ۲: $$\text{Chlorophyll b (mg/g FW)} = (19.3 \times A645 - 3.6 \times A663)\ V/100$$

رابطه ۳: $$\text{Chll} = \text{Chl a} + \text{Chl b}$$

اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول برگ بر اساس روش فنل- اسید سولفوریک Dubios (۱۹۵۶) انجام شد. جهت اطمینان از همگنی واریانس داده‌های دو سال، آزمون یک‌نواختی واریانس‌های آزمایش از طریق آزمون بارتلت انجام شد. نتایج آزمون نشان داد که برای کلیه صفات مورد بررسی واریانس‌ها یک‌نواخت بودند. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) و همچنین مقایسه میانگین اثر متقابل با استفاده از روش برش‌دهی انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، تاریخ کاشت، هیومیک اسید و برهم‌کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر کلیه صفات مورد آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. برهم‌کنش تاریخ کاشت و هیومیک اسید

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

سبب معنی‌دار شدن عملکرد دانه و برهم‌کنش تاریخ کاشت، هیومیک اسید و ژنوتیپ سبب معنی‌دار شدن کلیه صفات مورد بررسی (به استثنای کلروفیل و عملکرد بیولوژیک) در سطح احتمال یک درصد گردید (جدول ۴).

بقای زمستانه

واکنش ژنوتیپ‌ها به سطوح کاربرد هیومیک اسید در سه تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، ۲۵ مهرماه و پنجم آبان ماه از نظر بقای زمستانه معنی‌دار بود (جدول ۴). در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، بیش‌ترین درصد بقای زمستانه در تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید مربوط به ژنوتیپ WPN6 بود (جدول ۵). تأخیر در کاشت سبب کاهش درصد بقای زمستانه بوته‌ها گردید. به طوری‌که در تاریخ‌های کاشت ۲۵ مهرماه و پنجم آبان ماه، بیش‌ترین درصد بقای زمستانه با کاربرد هیومیک اسید در ژنوتیپ HW118 حاصل شد (جدول ۵). همان طورکه کشت زود هنگام کلزا سبب جذب مقادیر زیاد آب و مواد غذایی در طول فصل پاییز و رشد زیاد بوته‌ها و کاهش قدرت بقای گیاه در زمستان می‌شود؛ از طرف دیگر کاشت با تأخیر نیز باعث کوچک ماندن گیاه و عدم ذخیره کافی مواد غذایی شده و این مسئله خطر سرمازدگی را افزایش و درصد بقای زمستانه بوته‌ها را کاهش می‌دهد (Javidfar *et al*., 2011). عدم کاربرد هیومیک اسید در کاشت ۲۵ مهرماه و پنجم آبان ماه به ترتیب سبب کاهش سه و دو درصدی بقای زمستانه بوته‌ها در ژنوتیپ HW118 گردید (جدول ۵). Nikbakht و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که غلظت یک گرم در لیتر هیومیک اسید سبب افزایش معنی‌داری در رشد ریشه گیاه گلتاب (*Gerbera Jamesonni* L.) شد. افزایش طول ریشه در طی دوره رشد عامل استقرار و بقای بهتر گیاه می‌باشد (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۸). آزمایش‌های مختلف نشان داده است که کاشت به موقع ارقام زمستانه و ایجاد روزت شش تا هشت برگی با ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر می‌تواند بقای زمستانه گیاه را تا حدود زیادی تأمین کند (Toryama and Hinata, 1984).

قطر طوقه

ژنوتیپ‌های مورد آزمون، از نظر قطر طوقه در تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید در تاریخ‌های کاشت تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۴). به طوری‌که در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، بیش‌ترین قطر طوقه در تیمار عدم کاربرد هیومیک اسید در ژنوتیپ‌های WPN6 و Natali و در تیمار کاربرد هیومیک اسید در ژنوتیپ WPN6 مشاهده شد (جدول ۵). علاوه بر این، ژنوتیپ HW118 با میانگین ۱۰/۷۶ (کاربرد هیومیک اسید) و ۹/۹۵ (عدم کاربرد هیومیک اسید) میلی‌متر در تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه و با میانگین‌های ۷/۶۵ (کاربرد هیومیک اسید) و ۷ (عدم کاربرد هیومیک اسید) میلی‌متر در تاریخ کاشت پنجم آبان ماه بیش‌ترین قطر طوقه را به خود اختصاص داد (جدول ۵). در این پژوهش با توجه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

جدول ۴: تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	بقای زمستانه	قطر طوقه	میزان پرولین	میزان کربوهیدرات	کلروفیل کل	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
سال	۱	۱۹۸۰/۷۷**	۰/۰۷۷**	۱۳۴۰/۳۶**	۱۰۲۹/۳۵**	۱/۳۴۷**	۳۰۴۵۴۶۲۵۲**	۲۶۸۴۲۱۷۰/۱**
خطا	۴	۸/۱۳	۰/۹۶۳	۱۷/۱۴۹	۴۵/۰۸۲	۰/۰۱۹	۲۰۸۶۷۰۸	۱۴۹۷۵۹۷/۸
تاریخ کاشت	۲	۸۶۶۸/۲**	۶۹۷/۷۲**	۱۷۱۸/۰۴۶ **	۷۹۱۱/۸۵۸**	۱۳/۱۹۷**	۱۶۰۱۳۹۵۷۳۶**	۱۴۹۷۵۹۷/۸**
سال، تاریخ کاشت	۲	۸۸۲/۹۷**	۲/۲۰۱*	۳۴/۲**	۳/۴۶۸ ^{ns}	۰/۰۳۴^{ns}	۷۰۹۹۷۲^{ns}	۱۳۷۵۸۱/۶**
هیومیک اسید	۱	۴۳۳/۴۷**	۳۵/۶۰۷**	۷۸/۳**	۳۸۳/۳۸۶**	۰/۶۲۲**	۹۴۸۱۱۷۰۰**	۵۰۲۳۹۶۰**
سال، هیومیک اسید	۱	۲۳/۶۶^{ns}	۰/۱۱۱^{ns}	۰/۳۰۴ ^{ns}	۰/۴۶۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۱^{ns}	۸۰۱/۲^{ns}
تاریخ کاشت، هیومیک اسید	۲	۸/۶^{ns}	۰/۵۱۷ ^{ns}	۰/۱۵۳ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۱۴۱۰۰۴۰^{ns}	۹۰۳۲/۵**
سال، تاریخ کاشت، هیومیک اسید	۲	۲۲/۶۷^{ns}	۰/۶۶۱ ^{ns}	۲/۸۶۵*	۱/۲۵۴ ^{ns}	۰/۰۰۳۳ ^{ns}	۵۱۰۲۰۴^{ns}	۶۰۶^{ns}
خطا	۲۰	۱۵	۰/۴۸۵	۱/۹۶۱	۶/۶۱۶	۰/۰۲۱	۹۱۲۴۹۳	۲۵۵۴۳۱/۲
ژنوتیپ	۵	۲۴۶/۴۹**	۱۹/۱۱۸**	۴۵/۱۳**	۲۰۵/۴۳۱**	۰/۳۷۱**	۵۰۸۵۵۲۸۸**	۲۷۴۵۷۶۸/۲**
سال، ژنوتیپ	۵	۴۹/۵۸^{ns}	۰/۲۱۴ ^{ns}	۴۲۲۰ ^{ns}	۰/۱۲۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۱۸۴۷۱۲^{ns}	۸۱۳^{ns}
تاریخ کاشت، ژنوتیپ	۱۰	۶۶/۲۱**	۴/۴۳۳**	۹/۴۳۱**	۴۴/۴۱۸**	۰/۰۷۵**	۱۳۱۶۸۸۱۲**	۶۰۱۱۵۶/۳**
سال، تاریخ کاشت، ژنوتیپ	۱۰	۱۸/۴۳^{ns}	۰/۵۱۳ ^{ns}	۲/۲۷۸**	۰/۳۷۵ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲۸۱۹۲۲^{ns}	۴۶۱۲/۸^{ns}
هیومیک اسید، ژنوتیپ	۵	۲/۵۷ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۱۷۱ ^{ns}	۱/۴۷۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۸۸۶۶۸^{ns}	۶۴۴۸/۶^{ns}
سال، هیومیک اسید، ژنوتیپ	۵	۰/۷۸۱^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۴۲۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۴۱۴۳۶^{ns}	۴۷۰۷/۸^{ns}
تاریخ کاشت، هیومیک اسید، ژنوتیپ	۱۰	۳/۴۹**	۰/۱۳۸**	۰/۲۹۲**	۱/۳۷**	۰/۰۰۲۱^{ns}	۲۴۹۱۸۷^{ns}	۱۸۱۹۹/۹**
سال، تاریخ کاشت، هیومیک اسید، ژنوتیپ	۱۰	۰/۶۲ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۹۳ ^{ns}	۰/۱۷۸^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۶۳۸۷۹^{ns}	۲۴۴۱^{ns}
خطا	۱۲۰	۲۷/۱۱	۰/۶۷۸	۰/۸۴	۴/۵۹۲	۰/۰۱۷	۱۱۲۲۷۷۰	۲۳۵۲۳۵/۳
ضریب تغییرات	-	۷/۱۴	۸/۷۳	۵/۲۹	۶/۰۶	۸/۶۱	۶/۲۷	۱۱/۹۸

ns، * و **: به ترتیب نمایانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.44.4.5]

جدول ۵: مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت، هیومیک اسید و ژنوتیپ بر برخی صفات به روش برش‌دهی

تاریخ کاشت	هیومیک اسید	ژنوتیپ	بقایای زمستانه (درصد)	قطر طوقه (میلی‌متر)	میزان پرولین (میکرومول در گرم وزن تر)	میزان کربوهیدرات (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)
		HW118	۷۷/۶ b	۱۱ c	۱۴/۳۵ a	۲۹/۳۲ a	۴۶۸۹ b
		WPN6	۸۸/۱۳a	۱۳/۶۳ a	۱۱/۳۹ d	۲۲/۷۱ c	۵۵۸۱ a
	عدم کاربرد هیومیک اسید	HL3721	۷۹/۲۵ b	۱۱/۳۱ bc	۱۴/۱۲ ab	۲۸/۳۶ ab	۴۸۱۲ b
		L14	۸۱/۸۳ b	۱۱/۹۸ b	۱۳/۳ c	۲۶/۶ b	۴۹۹۷ b
		Tassilo	۸۰/۶۱ b	۱۱/۶۱ bc	۱۳/۵۸ bc	۲۷/۴۸ ab	۴۹۱۸ b
تاریخ کاشت		Natali	۸۷/۵۶ a	۱۳/۳ a	۱۱/۶۶ d	۲۳/۲۷ c	۵۴۸۶ a
(۷/۱۵)		HW118	۸۲/۶ d	۱۲/۲۶ b	۱۲/۹۶ a	۲۵/۶۷ a	۵۰۹۷ c
		WPN6	۸۹/۸۶ a	۱۴/۱۵ a	۱۰/۷۶ d	۲۱/۴۸ c	۵۷۶۴ a
	کاربرد هیومیک اسید	HL3721	۸۳/۷۶ cd	۱۲/۵ b	۱۲/۵۹ ab	۲۴/۸۹ a	۵۱۹۵ bc
		L14	۸۶/۵۸ abc	۱۲/۰۳ b	۱۱/۹۷ bc	۲۳/۷۲ ab	۵۳۷۷ abc
		Tassilo	۸۵/۲۸ bcd	۱۲/۷۶ b	۱۲/۱۹ ab	۲۴/۲۵ ab	۵۳۱۶ abc
		Natali	۸۸/۸۸ ab	۱۳/۹۱ ab	۱۱/۱۱ cd	۲۲/۱۷ bc	۵۶۸۲ ab
		HW118	۷۴/۰۶ a	۹/۹۵ a	۱۶/۲۱ b	۳۲/۵۹ c	۴۳۰۹ a
		WPN6	۷۲/۱۱ ab	۹/۳۵ ab	۱۷/۰۵ ab	۳۴/۴۷ bc	۴۱۵۹ ab
	عدم کاربرد هیومیک اسید	HL3721	۶۹/۲۶ ab	۸/۲ b	۱۸/۴۹ a	۳۸/۲۵ ab	۳۷۴۹ bc
		L14	۶۸/۲۱ b	۷/۹۵ b	۱۸/۷۸ a	۳۹/۱۱ ab	۳۶۳۶ c
تاریخ کاشت		Tassilo	۶۷/۸۸ b	۷/۷۸ b	۱۹/۱۸ a	۴۰/۱۲ a	۳۵۲۲ c
(۷/۲۵)		Natali	۷۲/۷۸ab	۹/۶۸ ab	۱۶/۵۶ab	۳۳/۸۳ bc	۴۱۹۷ ab
		HW118	۷۶/۲۳ a	۱۰/۷۶ a	۱۴/۸۷ b	۲۹/۸۱ c	۴۵۹۷ a
		WPN6	۷۵/۰۳ ab	۱۰/۲۸ ab	۱۵/۶۷ ab	۳۱/۹۶ bc	۴۴۰۹ abc
	کاربرد هیومیک اسید	HL3721	۷۱/۵۵ b	۹/۰۵ b	۱۷/۵۷ a	۳۵/۸۳ ab	۳۹۹۲ abc
		L14	۷۰/۷۸ b	۸/۸۱ b	۱۷/۷۸ a	۳۶/۳۷ ab	۳۹۳۸ bc
		Tassilo	۷۰/۰۶ b	۸/۶۱ b	۱۸/۱۱ a	۳۷/۶ a	۳۸۲۸ c
		Natali	۷۵/۴۶ ab	۱۰/۵۱ ab	۱۵/۳۱ ab	۳۱/۰۶ bc	۴۴۹۲ ab
		HW118	۶۵/۳۳ a	۷ a	۲۱/۱۸ c	۴۳/۷۸ b	۳۱۳۷ a
		WPN6	۶۴/۶۳ ab	۶/۷۶ ab	۲۱/۵۵ bc	۴۴/۷۴ ab	۲۹۲۶ ab
	عدم کاربرد هیومیک اسید	HL3721	۵۸/۶۶ bc	۵/۶۸ bc	۲۳/۸۷ ab	۴۹/۲۶ a	۲۴۵۸ bcd
		L14	۵۷/۹۸ c	۵/۴۸ c	۲۴/۱۷ b	۵۰/۱۴ a	۲۳۷۷ cd
تاریخ کاشت		Tassilo	۵۷/۳۶ c	۵/۲۱ c	۲۴/۷۳ a	۵۰/۷۶ a	۲۲۶۹ d
(۸/۵)		Natali	۶۴/۶۳ ab	۶/۴۳ ab	۲۲/۰۱ bc	۴۵/۳۹ ab	۲۸۶۱ abc
		HW118	۶۷/۱ a	۷/۶۵ a	۱۹/۶۷ c	۴۰/۷۱ b	۳۳۶۱ a
		WPN6	۶۶/۶ a	۷/۴۱ ab	۲۰/۲۷ bc	۴۱/۸۵ ab	۳۲۹۴ ab
	کاربرد هیومیک اسید	HL3721	۶۱/۸ ab	۶/۱۵ b	۲۲/۴۲ ab	۴۶/۳۶ a	۲۷۸۸ bc
		L14	۶۱ ab	۶/۰۳ b	۲۳/۱۲ ab	۴۷/۱۸ a	۲۶۷۸ c
		Tassilo	۵۹/۶۳ b	۵/۸۶ b	۲۳/۵ a	۴۸/۲۱ a	۲۵۶۲ c
		Natali	۶۵/۹۶ a	۷/۲۱ ab	۲۰/۶۶ bc	۴۲/۷۸ ab	۳۲۰۶ ab

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

به تأخیر در کاشت و عدم زمان کافی برای ذخیره عناصر، هیومیک اسید با فراهم‌آوری شرایط جذب بهتر عناصر و مواد غذایی باعث افزایش قطر طوقه و زمستان‌گذرانی بهتر در گیاه شده است و خسارت کاشت دیرهنگام را تا حدودی کاهش داده است. در آزمایش پاسبان اسلام (۱۳۹۰) نیز کاشت با تأخیر کلزا سبب کاهش قطر طوقه گردید. بوته‌هایی که قبل از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

ظهور سرمای زمستان از قطر طوقه مناسب (بیش از شش میلی‌متر) برخوردار بودند، کم‌تر دچار سرمازدگی شدند و با رشد و نمو به موقع و مناسب در بهار عملکرد مطلوبی داشتند. تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر روی تعداد برگ در بوته و قطر طوقه در زمان کاهش میانگین دمای روزانه به کم‌تر از صفر گیاهی کلزا (۵ درجه سانتی‌گراد) داشت. به‌طور کلی گیاهان با وزن خشک معادل ۱/۵ گرم در بوته و قطر طوقه در حدود ۸ میلی‌متر مقاومت بیش‌تری در برابر سرما دارند (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹).

محتوای پرولین برگ

ارقام مورد مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری از نظر میزان پرولین در تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید در تاریخ‌های کاشت متفاوت نشان دادند (جدول ۴). به‌طوری‌که در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، کم‌ترین میزان پرولین در تیمار عدم کاربرد هیومیک اسید در ژنوتیپ‌های WPN6 و Natali و در تیمار کاربرد هیومیک اسید در ژنوتیپ WPN6 مشاهده شد (جدول ۵). علاوه بر این، ژنوتیپ HW118 در شرایط کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید و در تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه و تاریخ کاشت پنجم آبان ماه کم‌ترین میزان پرولین را به خود اختصاص داد (جدول ۵). اسید هیومیک با حفظ آب در گیاه و کاهش تعرق و تعریق گیاه در زمان تنش تولید ترکیباتی مانند پرولین را کاهش داده و بدین ترتیب هزینه‌های احتمالی گیاه را کاسته و عملکرد را افزایش می‌دهد. این نتایج با یافته‌های Dhyani و همکاران (۲۰۱۳) مبنی بر افزایش میزان پرولین در برگ گندم با تأخیر در کاشت و قرار گرفتن در معرض تنش گرمایی انتهای فصل مطابقت دارد. انباشته شدن و تجمع پرولین باعث کاهش آسیب به غشا در شرایط تنش می‌شود (چراتی آرایی و خانلریان خطیری، ۱۳۸۷). پرولین انباشت شده می‌تواند در مواقعی که گیاه در شرایط تنش قرار گرفته است، میزان آسیب وارده به گیاه را کاهش دهد. نتایج پژوهشی بر گیاه گندم نیز نشان داده است که بین کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید بر میزان پرولین برگ تفاوت معنی‌داری وجود دارد (پروازی‌شندی و همکاران، ۱۳۹۲) که در گزارش دهقان‌زاده جری و اداوی (۱۳۹۷) بر روی ذرت علوفه‌ای نیز به این مورد اشاره شده است. افزایش در غلظت محتوای پرولین یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های تحمل به کم-آبی در کلزا به‌شمار می‌رود و گزارش شده است که اعمال تنش اسمزی در سطح ۱/۵- مگاپاسکال سبب افزایش معنی‌دار محتوای پرولین در ریشه و ساقه ارقام کلزا شد (Omidi, 2010).

محتوای کربوهیدرات محلول

ژنوتیپ‌های مورد آزمون، تفاوت معنی‌داری از نظر میزان کربوهیدرات در تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید در تاریخ‌های کاشت متفاوت نشان دادند (جدول ۴). در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، کم‌ترین میزان کربوهیدرات در تیمار عدم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

کاربرد هیومیک اسید در ژنوتیپ‌های WPN6 و Natali و در تیمار کاربرد هیومیک اسید در ژنوتیپ WPN6 مشاهده شد (جدول ۵). علاوه بر این، ژنوتیپ HW118 با میانگین ۲۹/۸۱ (کاربرد هیومیک اسید) و ۳۲/۵۹ (عدم کاربرد هیومیک اسید) میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه و با میانگین‌های ۴۰/۷۱ (کاربرد هیومیک اسید) و ۴۳/۷۸ (عدم کاربرد هیومیک اسید) میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در تاریخ کاشت پنجم آبان ماه کم‌ترین میزان کربوهیدرات را به خود اختصاص داد (جدول ۵). کوتاه شدن دوره رشد رویشی به علت کاشت تأخیری می‌تواند زیست توده برگ کلزا را کاهش دهد که احتمالا منجر به تغییر در تولید کربوهیدرات در برگ‌ها و انتقال آن‌ها به سایر اندام‌های گیاهی می‌شود. در شرایط خشکی ممکن است کربوهیدرات‌های مرکب به کربوهیدرات‌های ساده تجزیه شوند. تحت شرایط تنش افزایش نسبت ساکارز به نشاسته و تجزیه نشاسته، همچنین کاهش انتقال ساکارز به خارج از برگ‌ها منجر به افزایش کربوهیدرات‌های محلول می‌شود. بالا رفتن میزان پرولین و کربوهیدرات‌ها در بخش‌های مختلف گیاهان به نوعی بیانگر فعال شدن سیستم تنظیم اسمزی در طی مواجه شدن با تنش می‌باشد. در این میان استفاده از ترکیبات آلی و نیز مواد معدنی مورد نیاز رشد می‌تواند تا حدی بر بهبود سازوکار مقاومتی گیاهان موثر باشد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲). هیومیک اسید با فراهم‌آوری جذب عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش ذخیره مواد غذایی در مرحله روزت با کاهش تولید پرولین و کربوهیدرات در گیاه می‌شود و مقاومت به سرما را به گیاه القا می‌کند که این فرآیند خسارت احتمالی ناشی از کاشت دیرهنگام گیاه را تا حدودی جبران می‌کند که نتایج این پژوهش با یافته‌های حیدری و خلیلی (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

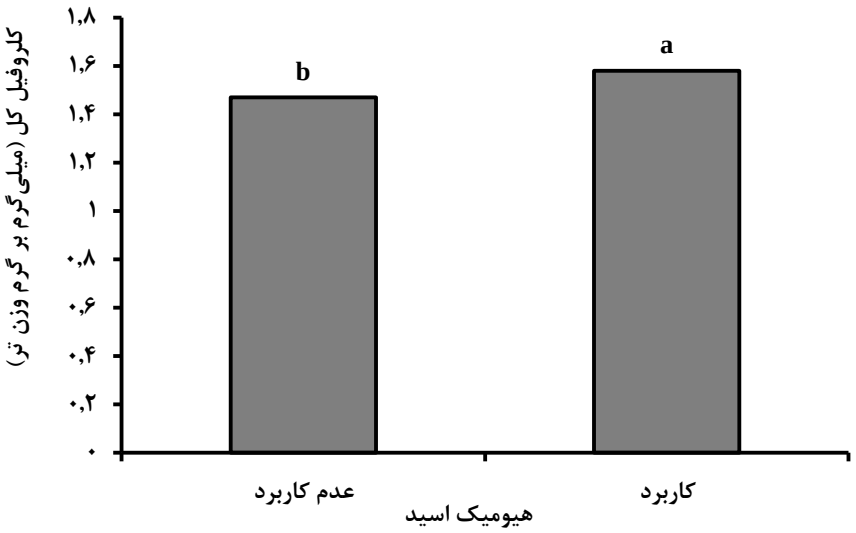
محتوای کلروفیل

تفاوت معنی‌دار از نظر محتوای کلروفیل بین سطوح هیومیک اسید وجود داشت (جدول ۴). به‌طوری که کاربرد هیومیک اسید نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش ۲/۵ درصدی محتوای کلروفیل برگ شد (شکل ۱). افزایش در میزان کلروفیل می‌تواند به‌دلیل افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه در نتیجه افزایش رشد رویشی باشد. در بین عناصر غذایی، نیتروژن سهم مهمی را در افزایش سبزینه گیاه دارد و با توجه به‌نتایج Ayman و همکاران (۲۰۰۹) میزان کلروفیل به‌میزان قابل توجهی به‌وسیله کاربرد اسید هیومیک افزایش یافت. افزایش در میزان کلروفیل احتمالاً به‌دلیل افزایش در جذب عناصر ماکرو و میکرو می‌باشد. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) نشان دادند که اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌داری در عدد کلروفیل متر در سطح احتمال ۵ درصد در گیاهان گندم شد. مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد آزمون در سطوح مختلف تاریخ کاشت از نظر محتوای کلروفیل تفاوت معنی‌دار

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

داشتند (جدول ۴). در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، بیش‌ترین میزان کلروفیل در ژنوتیپ‌های WPN6 و Natali مشاهده شد (شکل ۱). در حالی‌که ژنوتیپ HW118 در تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه و ژنوتیپ‌های HW118، WPN6 و Natali در تاریخ کاشت پنجم آبان ماه بیش‌ترین میزان کلروفیل را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). از آنجایی که در تاریخ کاشت تأخیری به‌دلیل کاهش طول دوره رشد فرصت محدودی برای افزایش محتوای کلروفیل a وجود دارد، لذا محتوای کلروفیل a در کشت تأخیری کمتر از کشت به موقع بوده است. در این مورد، Abou-Dahab و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که تاریخ کاشت زودهنگام سبب افزایش محتوای Chl a و Chl b در برگ‌ها می‌شود، در حالی که تأخیر در تاریخ کاشت آن‌ها را کاهش داده است. Nardi و همکاران (۲۰۰۲) اعلام کردند که هیومیک اسید از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود. هیومیک اسید، نفوذپذیری غشاهای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود پتاسیم را تسهیل می‌کند که نتیجه آن افزایش فشار داخلی سلولی و تقسیم سلول است (Nardi *et al*, 2002). از طرف دیگر افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد، به دنبال آن یک عامل مهم در رشد یعنی جذب نیتروژن به درون سلول تشدید می‌شود و تولید نیترات کاهش می‌یابد که در نهایت این آثار منجر به افزایش تولید می‌شود (Ghiassudin *et al*, 2007). نصیری و همکاران (۱۳۹۶) نیز دریافتند که کاربرد هیومیک اسید اثر مثبتی بر میزان کلروفیل داشته است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

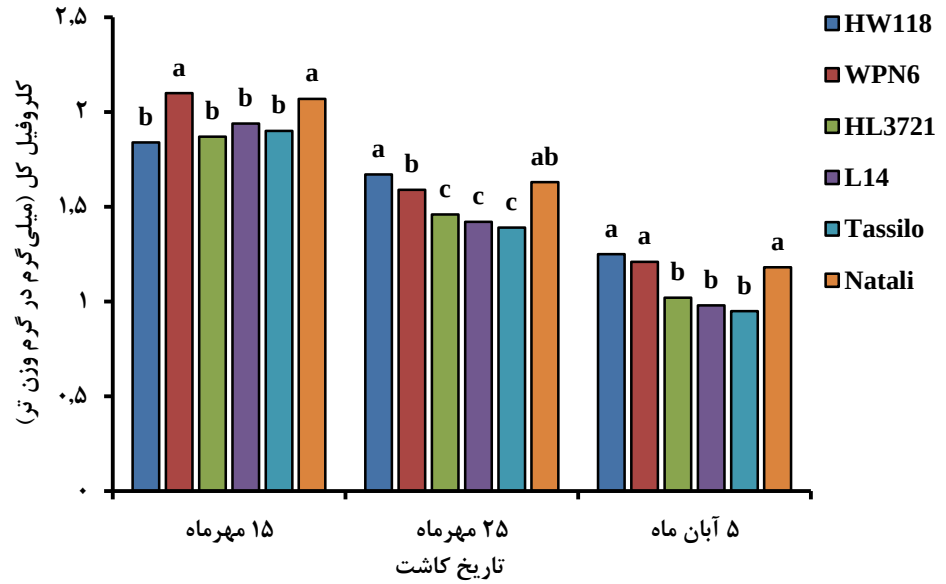


شکل ۱: مقایسه میانگین اثر ساده هیومیک اسید بر محتوای کلروفیل کل (به روش برش‌دهی)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس بر روی صفت عملکرد بیولوژیک نشان داد اثر هیومیک اسید بر صفت مذکور در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). به‌طوری‌که کاربرد هیومیک اسید نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش ۸/۱ درصدی عملکرد بیولوژیک شد (شکل ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد آزمون در سطوح مختلف تاریخ کاشت از نظر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۴). در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک در ژنوتیپ‌های WPN6 و Natali مشاهده شد (شکل ۱). در حالی‌که ژنوتیپ‌های HW118، Natali و WPN6 در تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه و ژنوتیپ HW118 در تاریخ کاشت پنجم آبان ماه بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (شکل ۴). در تاریخ کاشت به‌هنگام به دلیل حرارت بیشتر محیط رشد، سرعت رشد و گسترش سطح برگ و میزان فتوسنتز، عملکرد بیولوژیک بیشتر می‌باشد، اما با تأخیر در کاشت، سرد شدن دمای خاک و هوا منجر به توقف و کاهش رشد و نمو در گیاه می‌شود و از عملکرد بیولوژیک کاسته می‌شود (رهنما و بخشنده، ۱۳۸۴). اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به‌طبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود. کود بیولوژیک دارای نقش موثری بر تولید دانه و به‌طبع آن شاخص برداشت داشته و اثر افزایش محصول ناشی از عناصری مانند نیتروژن بالاست (Thi and Bohme, 2001).



شکل ۲: مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر کلروفیل کل (به روش برش‌دهی)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

عملکرد دانه

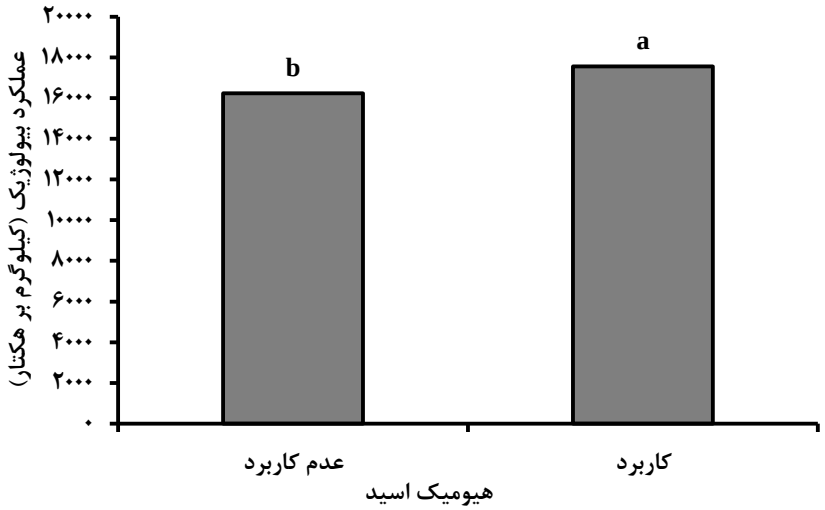
ژنوتیپ‌های مورد آزمون، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید در تاریخ‌های کاشت متفاوت نشان دادند (جدول ۴). به‌طوری‌که در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، در تیمار کاربرد هیومیک اسید، ژنوتیپ WPN6 و در تیمار عدم کاربرد هیومیک اسید (شاهد)، ژنوتیپ‌های WPN6 و Natali بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه، ژنوتیپ HW118 در تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید بالاترین عملکرد دانه را تولید نمود (جدول ۵). علاوه بر این در تاریخ کاشت پنجم آبان ماه نیز، ژنوتیپ HW118 در سطوح مختلف هیومیک اسید، بیش‌ترین عملکرد دانه را به ترتیب با میانگین ۳۳۶۱ کیلوگرم در هکتار (کاربرد هیومیک اسید) و ۳۱۳۷ کیلوگرم در هکتار (عدم کاربرد هیومیک اسید) به خود اختصاص داد (جدول ۵). بر این اساس، در تاریخ کاشت بهینه ژنوتیپ WPN6 و در شرایط کاشت تأخیری ژنوتیپ HW118 در سطوح مختلف هیومیک اسید، جهت تولید حداکثر دانه کلزا در منطقه قابلیت توسعه دارند. تأخیر در کشت کلزا موجب می‌شود که دوره رسیدگی گیاه با دمای بالای محیط مواجه شده و این امر باعث افزایش میزان تنفس خورجین‌ها می‌شود که در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی و کاهش وزن دانه‌ها و در نهایت کاهش عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت (Rafiei *et al*., 2011; Gan *et al*., 2004). به‌نظر می‌رسد که کشت تأخیری کلزای پاییزه سبب وارد شدن گیاه به زمستان با روزت ضعیف می‌شود و در نتیجه بوته‌ها در اثر سرمای زمستانه، آسیب می‌بینند. لذا بعد از زمستان با گرم شدن هوا نمی‌توانند به اندازه کافی از شرایط محیطی جهت انجام فتوسنتز و تولید شیره پرورده کافی استفاده نمایند. همچنین پرشدن دانه‌ها زمانی واقع می‌شود که دمای محیط بالا بوده و گرمای زیاد مانع از پرشدن دانه‌ها می‌شود و میزان مواد متابولیکی ذخیره‌ای با تشدید تنفس کاهش خواهد یافت (Ozer, 2003; Samadzadeh *et al.*, 2018). در آزمایشی بر گیاه لوبیا محلول‌پاشی هیومیک اسید موجب افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شده که دلیل آن افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای هیومیک اسید بیان شده است (جهان و همکاران، ۱۳۹۲).

در پژوهشی بر گیاه ذرت، عملکرد دانه به‌صورت معنی‌داری در تیمارهای محلول پاشی هیومیک اسید نسبت به تیمار شاهد، افزایش یافت که دلیل آن حصول زودهنگام حداکثر سطح برگ، افزایش دوام سطح برگ و درنتیجه طولانی‌تر شدن تجمع ماده خشک معرفی شده است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲). استفاده از هیومیک اسید با افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس باعث افزایش رشد اندام هوایی و تولید می‌شود. همچنین هیومیک اسید با اثرات شبه هورمونی خود، اثرات مفیدی در افزایش تولید گیاه دارد (صالحی و همکاران، ۱۳۸۹). بدیهی

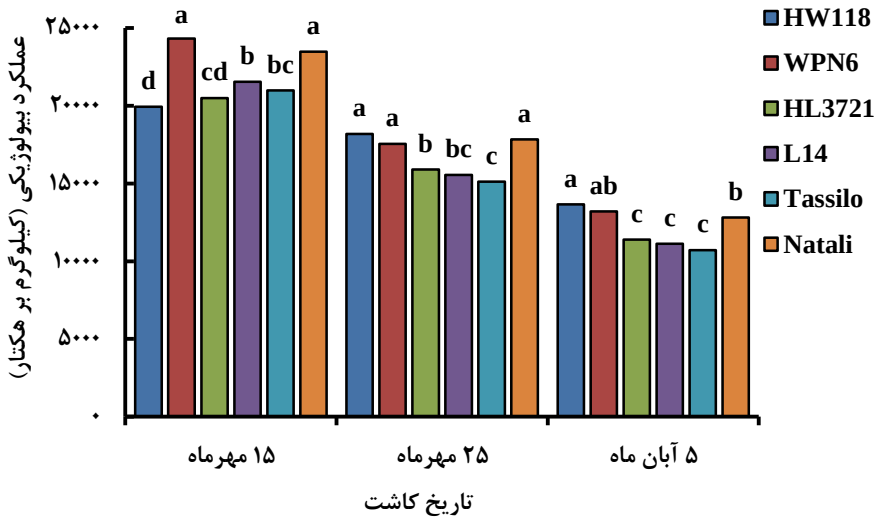
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

است زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می گیرد، به دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده در مقاصد گیاه، به میزان کافی صورت خواهد گرفت (محسن‌نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱).



شکل ۳: مقایسه میانگین اثر ساده هیومیک اسید بر عملکرد بیولوژیک (به روش برش‌دهی)



شکل ۴: مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ برعملکرد بیولوژیک (به روش برش‌دهی)

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌ها طی دو سال اجرای آزمایش نشان داد که ویژگی‌های مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفتند. بیش‌ترین عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیک مورد مطالعه در تاریخ کاشت بهینه منطقه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

و ژنوتیپ‌های WPN6 و Natali در شرایط کاربرد هیومیک اسید به‌دست آمد. تأخیر در کاشت با افت معنی‌دار صفات همراه خواهد بود. در صورتی که کاشت با تأخیر همراه شود ژنوتیپ HW118 جهت حصول حداکثر عملکرد در مناطق مشابه قابل توصیه است. در این پژوهش مصرف هیومیک اسید اثر معنی‌داری بر قطر طوقه، بقای زمستانه و میزان کربوهیدرات و پرولین محلول و همچنین میزان کلروفیل داشت به نحوی که مصرف هیومیک اسید موجب افزایش بقای زمستانه و قطر طوقه و کاهش میزان پرولین و کربوهیدرات در کشت تأخیری و کاهش خسارات ناشی از سرما و بهبود عملکرد بیولوژیک و در نهایت عملکرد دانه شد. در نتیجه کاربرد هیومیک اسید در تاریخ‌های کاشت مختلف به همراه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مناطقی مشابه منطقه اجرای آزمایش (کرج و اطراف) توصیه می‌شود.

منابع

آلیاری، ه.، شکاری، ف. و شکاری ف. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی. زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز. ۱۸۲ ص.

پاسبان اسلام، ب. ۱۳۹۰. بررسی امکان کشت تاخیری کلزا (*Brassica napus* L.) در آذربایجان شرقی. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۷ (۳): ۲۸۰-۲۶۹.

پروازی شندی، س.، پازکی، ع.، اصغرزاده، ا.، آزادی، ا. و پاک نژاد، ف. ۱۳۹۲. اثر دور آبیاری، هیومیک اسید و باکتری‌های محرک رشد بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گندم رقم کویر در منطقه شهر ری. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۵ (۱۸): ۱۹-۳۳.

جهان، م.، سهرابی، ر.، دعایی، ف. و امیری، م.ب. ۱۳۹۲. اثر کاربرد هیدروژل سوپر جاذب رطوبت در خاک و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر برخی ویژگی‌های آگرواکولوژیکی لوبیا در شرایط مشهد. کشاورزی بوم شناختی. ۳ (۲): ۷۱-۹۰.

چراتی آرائی، ع. و خانلریان خطیری، م. ۱۳۸۷. بررسی اثر سرب بر جوانه‌زنی، مقدار پروتئین و پرولین و ارزش تحمل به سرب در دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم محیطی. ۵ (۳): ۵۲-۴۱.

حیدری، م. و خلیلی، س. ۱۳۹۳. تأثیر اسید هیومیک و کود فسفر بر عملکرد دانه و گل، رنگدانه‌های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی در گیاه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.). نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۵ (۲): ۱۹۹-۱۹۱.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

حیدری، م. و مینایی، ا. ۱۳۹۳. اثیر تنش خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی پرمصرف در گیاه دارویی گاو زبان (*Borago officinalis* L.). مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱: ۱۸۲-۱۶۷.

حیدری، م.، میری، ح. ر. و مینایی، ا. ۱۳۹۲. فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و ترکیبات بیوشیمیایی گیاه گاوزبان اروپایی (*Borogo officinalis* L.) در واکنش به تیمارهای تنش خشکی و هیومیک اسید. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۶ (۲): ۱۷۰-۱۵۹.

داوودی، ع.، میرشکاری، ب.، شیرانی راد، ا. ح.، فرحوش، ف. و رشیدی، و. ۱۳۹۵. بررسی اثر کاربرد سلنیوم برکمیت و کیفیت روغن دانه ارقام کلزا در شرایط کشت تأخیری. مجله علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۳۱): ۱۴۳-۱۲۹.

دهقان‌زاده جری، ح. و اداوی، ظ. ۱۳۹۷. اثر سالیسیلیک و هیومیک اسید بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک. عملکرد ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰ (۴۰): ۵۴-۳۵.

رهنما، ع. و بخشنده، ع. م. ۱۳۸۴. اثر تاریخ کاشت و شیوه کاشت مستقیم و نشایی بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه کلزا در شرایط آب و هوایی اهواز. مجله علوم زراعی ایران. ۷ (۴): ۳۳۶-۳۲۴.

سبزواری، س. و خزاعی، ح. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم (*Triticum aestivum*. L.) رقم پیشتاز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۱(۲): ۶۳-۵۳.

سبزواری، س.، خزاعی، ح. و کافی، م. ۱۳۸۸. اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum*. L.). مجله آب خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۳ (۲): ۹۴-۸۷.

صالحی، ب.، باقرزاده چهارجویی، ع. و پاکدلیان، ع. ۱۳۸۹. بررسی سودمندی مصرف ماده آلی هیومیک اسید بر خصوصیات کمی سه رقم گوجه فرنگی. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. ۵ صفحه.

قربانی، ص.، خزاعی، ح.، کافی ،م.، بنایان اول، م. و صادقی شعاع، م. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف هیومیک اسید بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت. پژوهش‌های به زراعی. ۵ (۴): ۳۳۷-۳۲۵.

محسن نیا، ا. و جلیلیان، ج. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. ۴ (۳): ۲۴۵-۲۳۵.

میرحاجیان، ع. ۱۳۹۱. هیومیک اسید چیست؟. ماهنامه تحلیلی خبری، آموزشی مهندسی کشاورزی. ۳۳ : ۱۶-۷.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

نصیری. ا.، سام‌دلیری. م.، شیرانی‌راد. ا. م.، موسوی. ا. ع. و جباری. ح. ۱۳۹۶. ارزیابی صفات زراعی و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی در شرایط کاربرد هیومیک اسید و تراکم‌های مختلف بوته در برخی ارقام زمستانه کلزا (*Brassica Napus* L.). فصلنامه علمی و پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹ (۳۵): ۵۵-۷۲.

Abedi, T. and Pakniyat, H. 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. 46(1): 27-34.

Abou-Dahab, M. A., Afaf, M. H. and Sameh, M. S. 2014. Effect of sowing dates, organic and chemical fertilization on growth, flowering and the chemical composition of *Carthamus tinctorius* L. Plants. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants. 6 (2): 71-81.

Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23: 112-121.

Ayman, M., Kamar, M. and Khalid, M. 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 3 (2): 731-739.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil. 39: 205- 207.

Bashir, M. U., Akbar, N., Iqbal, A. and Zaman, H. 2010. Effect of different sowing date on yield and yield components of direct seed coarse rice. Pakistan Journal of Agricultural Science. 74 (4): 361-365.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development. 25: 183-191.

Dhyani, K., Ansari, M. V., Roa, Y., Verma, R. S., Shukla, A. and Tuteja, N. 2013. Comparative physiological response of wheat genotypes under terminal heat stress. Plant Signaling and Behavior. 8 (6) e24564: 1-6.

Dubios, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Analytical Chemistry. 28: 350-356.

Gan, Y., Angadi, S. V., Cutforth, H., Potts, D., Angadi, V. V., and Mc Donald, 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.

Giasuddin, A. B. M., Kanel, S. and Choi, H. 2007. Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. Environment Science Technology. 41 (6): 2022–2027.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

Javidfar, F., Reipley, F., Zeinaly, H., Abdmishani, S., Shah Nejat Boushehri, A. A., Tavakol Afshari, R., Alizadeh, B. and Jafarieh, E. 2011. Heritability of fatty acids composition in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agriculture and Science. 17 (3): 57-64.

Moghaddam, M. J. and Pourdad, S. S. 2011. Genotype × environment interactions and simultaneous selection for high oil yield and stability in rainfed warm areas rapeseed (*Brassica napus* L.) from Iran. Euphytica. 180: 321–335.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry. 34: 1527-1536.

Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P., Luo, A. and Etemadi, N. A. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of Gerbera. Journal of Plant Nutrition. 31: 2155-2167.

Omidi, H. 2010. Changes of proline content and activity of antioxidative enzymes in two canola genotype under drought stress. American Journal of Plant Physiology. 5 (6): 338-349.

Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. European Journal of Agronomy. 19: 453-463.

Rafiei, S., Delkhosh, B., Shirani Rad, A. H. and Zandi, P. 2011. Effect of sowing dates and irrigation regimes on agronomic traits of Indian mustard in semi-arid area of Takestan. Journal of American Science. 7 (10): 721-728.

Samadzadeh Ghale Joughi, E., Majidi Hervan, E., Shirani Rad. A. H. and Noormohamadi, Gh. 2018. Fatty acid composition of oilseed rapeseed genotype as affected by vermicompost application and different thermal regimes. Agronomy Research. 16 (1): 230-242.

Thi, H. and Bohme, M. 2001. Influence of Humic acid on the growth of tomato in hydroponic systems. Acta Horticulturae. 548: 451-458.

Tan, K. H. 2003. Humic matter in soil and environment. Marcel Dekker, New York. USA. ISBN 0-8247-4272-9. 408 pp.

Toriyama, K., and Hinata, K. 1984. Anther respiratory activity and chilling resistance in rice. Plant Cell Physiol. 25 (7): 1215-1221.

Ul-Hassan, F., Ali, H., Akhtar Cheema, M. and Manaf, A. 2005. Effects of environmental variation on oil content and fatty acid composition of canola cultivars. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan. 16 (2): 65-72.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]

Physiological responses of rapeseed genotypes to delayed planting and foliar application of humic acid

F. Barekati[1], E. Majidi Hervan[2*], A. H. Shirani Rad[3] and G. Noormohamadi[4]

1) Ph.D Student of Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2) Professor of Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3) Professor of Department of Agronomy, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Karaj, Iran.
4) Professor of Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

***Corresponding Author: majidi_e@yahoo.com**

This article is from a doctoral dissertation.

Received date: 2019.08.25 **Accepted date: 2019.12.23**

Abstract

The present experiment aimed to investigate the effect of humic acid application on physiological characteristics of rapeseed genotypes at different planting dates and selection of genotypes adapted to environmental conditions for development of rapeseed cultivation in cold and semi-arid temperate regions as a factorial randomized complete blocks design with three replications was conducted in Karaj during the cropping years 2014-2015 and 2015-2016. In the present experiment, planting date at three levels including 15 October, 25 October and the fifth of November, humic acid in two levels including spraying with pure water (no humic acid application) and humic acid application (foliar application of two per thousand) as a factorial in the main plots and canola genotypes (HW118, WPN6, HL3721, L14, Tassilo and Natali) were sub-plotted. Interaction of planting date, humic acid and genotype on grain yield, crown diameter, winter survival, proline and soluble carbohydrate content were significant at 1 percent level. Results showed that WPN6 produced the highest grain yield (5764 kilogram per hectare) and physiological traits at 15 October planting date and humic acid application. Also, in delayed sowing dates with humic acid application, HW118 with the highest studied traits is recommended.

Keywords: Winter survival, Proline, Sowing date, Crown diameter and Seed yield.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.4.5]