اثرکاربرد اتفن و زمان برداشت بر عملکرد، ریزش و درصد روغن دانه کلزا

سیدرضاسیدی[۱*]، حسین امیرشکاری[۲]، حشمت امیدی[۳] و محمد ربیعی[۴]

۱) دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
۲ و ۳) استادیار گروه زراعت، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
۴) بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

* نویسنده مسئول: Seyedseyedi63@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴

چکیده

به‌منظور حذف هم‌پوشانی زمان برداشت کلزا و نشاکاری برنج در استان گیلان و ارائه راهکارهای مناسب به‌منظور کاهش میزان تلفات عملکرد از طریق ریزش دانه، این آزمایش به‌صورت فاکتوریل‌اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های‌کامل‌تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا شد. کرت‌های اصلی در این آزمایش شامل برهم‌کنش دو فاکتور محلول‌پاشی اتفن در دو سطح (عدم‌مصرف و مصرف ۲۸۰ گرم در هکتار) و زمان محلول‌پاشی در سه سطح (خورجین‌دهی، شروع پرشدن دانه و تکمیل پرشدن دانه) و کرت فرعی شامل زمان برداشت در سه مرحله، رسیدگی‌فیزیولوژیک، ۱۰ و ۲۰ روز بعد از رسیدگی‌فیزیولوژیک بودند. نتایج نشان داد محلول‌پاشی اتفن با میانگین زمان رسیدگی ۱۹۲ روز، موجب کاهش هشت روزه طول دوره رشد نسبت به تیمار شاهد با میانگین زمان رسیدگی ۲۰۰ روز شد. همچنین زمان خورجین‌دهی (۱۹۴/۶ روز) نسبت به زمان‌های شروع پرشدن دانه (۱۹۶/۳ روز) و تکمیل پرشدن دانه با ۱۹۷/۱ روز از نظر صفت زودرسی دارای برتری بود. اثر زمان برداشت بر تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن معنی‌دار بود. طبق نتایج به‌دست آمده محلول‌پاشی اتفن موجب افزایش ۱۲ درصدی عملکرد دانه و افزایش ۰/۷ درصدی روغن در برداشت‌های دیرتر شد. اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی و زمان محلول‌پاشی و زمان برداشت بر میزان ریزش دانه معنی‌دار بود. محلول‌پاشی اتفن در زمان خورجین‌دهی با دارا بودن کم‌ترین میزان ریزش دانه، ۲۰۲/۸ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان بهترین تیمار آزمایشی شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: زمان محلول‌پاشی، زودرسی، عملکرد دانه و محلول‌پاشی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان به‌شمار می‌روند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسید چرب، حاوی پروتئین نیز هستند (ادب و همکاران، ۱۳۹۲). در این میان کلزا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح است. روغن کلزا در مقام مقایسه با روغن حاصله از دانه‌های روغنی ممتاز، نظیر آفتابگردان، ذرت و سویا به‌دلیل حضور اسیدهای چرب اشباع نشده و فقدان کلسترول کیفیت تغذیه‌ای بالایی دارد (نواب‌پور، ۱۳۹۲). با توجه به اهمیت کلزا از نظر تولید روغن با کمیت و کیفیت بالا و از طرفی نیاز به خودکفایی کشور در تولید روغن، ترویج و توسعه بیش‌تر کشت این گیاه در مناطقی که پتانسیل تولید این گیاه را دارند، امری لازم و ضروری است. به‌دلیل سازگاری کلزا با شرایط آب و هوایی معتدل و مرطوب شمال، این گیاه می‌تواند به‌صورت کشت دوم بعد از برداشت برنج در نظر گرفته شود (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۳، غریب‌عشقی و همکاران، ۱۳۹۱). کشت دوم کلزا بعد از برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان، علاوه بر سودآوری و ایجاد اشتغال برای زارعین و نیروی‌کارگری فصلی از خالی ماندن زمین در شش ماه دوم سال جلوگیری می‌کند، ولی به‌دلایلی همچون محدودیت زمان نشای برنج در فصل بهار، برداشت دیرهنگام کلزا و عدم وجود فرصت و زمان کافی برای آماده‌سازی زمین و نشای به موقع برنج و همچنین وجود مشکلاتی همانند ریزش شدید دانه اکثر کشاورزان رغبت چندانی به کشت کلزا درتناوب با برنج که کشت غالب منطقه است، ندارند (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴، مدنی و همکاران، ۱۳۸۷). فراهم کردن راهکارهای مناسب برای تسریع در رسیدن کلزا با هدف افزایش فرصت زمانی برای کشت به‌موقع برنج در بهار و کاهش ریزش دانه با هدف افزایش عملکرد کمی، ضمن حفظ یا افزایش کیفیت محصول کلزا، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. یکی از راهکارهای مورد استفاده به‌منظور تسریع و تسهیل برداشت، استفاده از موادی همانند اتفن[۱] است که با تولید اتیلن[۲] و یا تحریک تولید آن، موجب اﻟﻘاء پیری زودرس شده و در بسیاری دیگر از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان تحت تیمار دخالت می‌کند (Darginaviciene *et al*., 2011; Jain *et al*., 2011). اتیلن یک هورمون گازی شکل است و کاربرد آن در مزرعه محدودیت دارد (یوسف‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). اتفن با نام علمی ۲-کلرواتیل‌فسفونیک‌اسید[۳] با یک واکنش شیمیایی به‌آهستگی اتیلن آزاد می‌کند (یوسف‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲ ; Khan *et al*., 2008., Costa *et al*., 2005) و یک ترکیب سازگار با محیط‌زیست است (Altuntas, 2015; Yangrui and Solomon, 2003) که می‌تواند جهت کاهش دوره رشد بسیاری از گیاهان زراعی (Borm and van den Berg, 2008; Rajala *et al*., 2002; Yangrui and Solomon, 2003) و کنترل برخی از آفات (*Galleria mellonella* L.) و

[۱] Ethephon
[۲] Ethylene
[۳] 2- Chloroethyl phosphonic acid

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

بیماری‌ها (Rhizobacteria solani, Fusarium solani, F. oxysporum) مورد استفاده قرار گیرد (Altuntas, 2015; Montaser *et al*., 2012). واکنش گیاه به اتفن بستگی به گونه، رقم، میزان و زمان کاربرد آن دارد (یوسف‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج بررسی اثر اتفن بر پیری و فعالیت‌های فتوسنتزی کلروپلاست‌های جدا شده یولاف (*Avena sativa*) تحت شرایط آزمایشگاهی نشان داد که کاربرد اتفن در غلظت‌های یک میکرومولار (۰/۱۴۴۵ پی‌پی‌ام)، ۰/۱ و یک میلی‌مولار یا پنج میکرولیتر اتیلن موجب پیشبرد زوال‌کلروپلاست، افزایش تجزیه‌پروتئین‌ها، کاهش محتوی‌کلروفیل و کاهش فعالیت فتوسیستم یک و دو در طول ۷۲ ساعت در نور و تاریکی می‌شود (Choe and Whang, 1986). بررسی اثر اتفن بر آنزیم‌های تجزیه کلروفیل سرشاخه‌های گلدار برداشت شده کلم بروکلی (*Brassica oleracea* L.) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که کاربرد اتفن به‌میزان ۱۰۰ پی‌پی‌ام می‌تواند موجب افزایش فعالیت‌های آنزیم‌های کلروفیلاز [۱]، Mg- دکلاتاز [۲]، پراکسیداز [۳] مرتبط با تجزیه کلروفیل و تسریع تجزیه کلروفیل شود (Costa *et al*., 2005). Walton و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی نقش اتیلن در توسعه غلاف و بذر کلزا (*Brassica napus* L.) گزارش کردندکه کاربرد اتفن با غلظت 10^{-2} مولار در مرحله گل‌دهی (قبل از گرده‌افشانی) موجب کاهش قابل توجه دوره رشد و توسعه خورجین در لاین‌های تراریخته و وحشی کلزا می‌شود. مطالعات اثر اتیلن بر متابولیسم CO_2 دارای نتایج متناقضی است، به‌طوری‌که افزایش یا مهار فتوسنتز توسط اتیلن در گیاهانی نظیر خردل (*Brassica Juncea* L.) و غلات بهاره نظیر گندم (*Triticum aestivum* L.) گزارش شده است (Khan, 2004; Rajala and Peltonen- Sainio, 2001). نتایج بررسی اثر اتیلن خارجی بر فتوسنتز دو واریته خردل (*Brassica Juncea* L.) با ظرفیت فتوسنتزی متفاوت نشان داد که افزایش غلظت اتفن تا ۱/۵ میلی‌مولار موجب افزایش حداکثری سرعت فتوسنتز (P_N) [۴]، مقاومت روزنه‌ای (g_s) [۵] و فعالیت کربنیک‌آنهیداز (CA) [۶] در هر دو واریته شد، در حالی که غلظت سه میلی‌مولار با افزایش فعالیت ACS [۷] و بیوسنتز اتیلن دارای اثر بازدارنده بود (Khan, 2004). نتایج یک بررسی نشان داد که کاربرد ترکیبی اتفن به‌میزان ۲۰۰ میکرولیتر بر لیتر و نیتروژن (پنج و ۱۰ میلی‌مولار) تحت شرایط تنش شوری با تنظیم متابولیسم اکسیدانی و تولید پرولین، عملکرد فتوسنتزی خردل را افزایش می‌دهد. همچنین این غلظت اتیلن باعث کاهش تنش اکسیداتیو و افزایش حداکثری کارایی مصرف نیتروژن فتوسنتزی برای افزایش فتوسنتز شد (Iqbal *et al*., 2017).

[۱] Chlorophyllase
[2] Mg- dechelatase
[3] Peroxidase
[4] Photosynthetic rate
[5] Stomatal conductance
[6] Carbonic anhydrase
[7] 1- aminocyclopropane carboxylic acid synthase (ACS)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.7.1]

اتفن دارای اثر مثبت بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف از جمله کلزا و گونه‌های مختلف جنس براسیکا، سویا، نخود، گندم و ذرت است (Jaddoa *et al*., 2017; Ozturk *et al*., 2012; Khan *et al*., 2008; Shekoofa and Emam, 2008; Saxena *et al*., 2007; Techapinyawat *et al*., 1999). گزارش‌ها نشان می‌دهد اسپری اتفن می‌تواند موجب تحریک رشد رویشی و زایشی در انواع گونه‌های جنس براسیکا شود (Ozturk *et al*., 2012). نتایج بررسی اثر اتفن بر رشد و عملکرد سویا نشان داد که با اسپری برگی اتفن (۲۰۰ پی‌پی‌ام) بیش‌ترین میزان تجمع ماده خشک و بیش‌ترین اجزای عملکرد (تعداد غلاف، وزن غلاف و وزن بذر) در مقایسه با تیمار شاهد به‌دست آمد. همچنین گزارش شد که اسپری برگی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به‌منظور بهبود وزن خشک ریشه و اندام هوایی، نسبت به مصرف خاکی آن‌ها سودمندتر است (Techapinyawat *et al*., 1999). زمان برداشت صحیح محصولات کشاورزی نیز از عوامل مهم دیگر در مدیریت مزرعه است که نقش مهمی در عمر انباری و کاهش ضایعات محصولات دارد. تأخیر در زمان برداشت موجب کاهش عمر انباری، افزایش درصد تلفات دانه از طریق ریزش و کاهش عملکرد دانه می‌شود (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴). در نتیجه انتخاب زمان برداشت کلزا که اغلب با بروز تغییر رنگ در بوته‌ها، خورجین‌ها و دانه‌ها قابل مشاهده است، بر میزان کارایی این محصول استراتژیک می‌افزاید (مدنی و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج یافته‌های محققان نشان می‌دهد که میزان ریزش‌دانه کلزا در اثر برداشت تأخیری به‌شدت افزایش می‌یابد و برداشت زود هنگام نیز باعث کاهش شاخص برداشت و عملکرد دانه می‌شود (مدنی و همکاران، ۱۳۸۷; فنایی و همکاران، ۱۳۸۶; احمدی، ۱۳۸۲). در ارزیابی اثر زمان برداشت بر میزان ریزش دانه ارقام کلزا در تحقیقی که زمان‌های برداشت شامل تغییر رنگ ساقه اصلی، ۱۰ روز بعد از تغییر رنگ ساقه اصلی، ۲۰ روز بعد از تغییر رنگ ساقه اصلی و ۳۰ روز بعد از تغییر رنگ ساقه اصلی بود، مشخص شد که زمان‌های برداشت سوم و چهارم دارای بیش‌ترین میزان ریزش دانه بودند (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج تحقیق درباره زمان برداشت کلزا در کانادا نشان داد که برداشت کلزا باید هنگامی انجام گیرد که رطوبت دانه ۳۵ تا ۴۰ درصد باشد که در این زمان، دانه‌های یک سوم پایین گیاه کاملاً تغییر رنگ داده‌اند، ولی دانه‌های یک‌سوم بالا هنوز تغییر رنگ نداده‌اند، اما وقتی بین انگشتان قرار می‌گیرند له می‌شوند (Pauly, 2004). نتایج بررسی تأخیر در برداشت ارقام کلزا بر مقدار ریزش دانه نشان داد که برداشت‌های دیرهنگام سبب افزایش ریزش دانه و در نتیجه کاهش عملکرد شد (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین گزارش شده است که برداشت در زمان مناسب سبب کاهش درصد بذرهای سبز و همچنین کاهش تلفات ریزش بذر می‌شود (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به اهمیت زمان برداشت مناسب کلزا به‌جهت جلوگیری از ریزش دانه و افزایش عملکرد کمی دانه و همچنین ایجاد فرصت و زمان کافی برای آماده‌سازی زمین برای نشای برنج، تحقیق حاضر با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

هدف ارزیابی مناسب‌ترین زمان برداشت محصول و نیز بررسی اثر محلول‌پاشی اتفن بر دوره رسیدگی کلزا جهت حذف هم‌پوشانی زمان برداشت کلزا و نشای برنج انجام گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل‌اسپلیت‌پلات[۱] در قالب طرح بلوک‌های‌کامل‌تصادفی با سه تکرار در سایت پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت طراحی و اجرا شد. ارتفاع محل آزمایش هفت متر پایین‌تر از سطح دریا، عرض جغرافیایی آن ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۳ دقیقه شرقی بود. کرت‌های اصلی در این آزمایش شامل برهم‌کنش محلول‌پاشی اتفن در دو سطح (S1: عدم مصرف یا شاهد و S2: مصرف ۲۸۰ گرم در هکتار) و زمان محلول‌پاشی در سه سطح (T1: همزمان با خورجین‌دهی، T2: همزمان با شروع پرشدن دانه و T3: همزمان با تکمیل پر شدن دانه) و کرت فرعی شامل زمان برداشت در سه مرحله (H1: رسیدگی فیزیولوژیک بر مبنای تغییر رنگ یک سوم پایینی ساقه اصلی در ۷۰ درصد بوته‌های هر کرت و رطوبت دانه ۴۰ درصد، H2: ۱۰ روز بعد از رسیدگی فیزیولوژیک و H3: ۲۰ روز پس از رسیدگی فیزیولوژیک) بود. رقم مورد استفاده، رقم هیبرید هایولا ۴۰۱ بود که دارای تیپ رشدی بهاره، طول دوره رشد ۱۸۰ -۱۵۰ روز، متوسط عملکرد دانه بیش از ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و میزان روغن ۴۷ -۴۴ درصد می‌باشد و مبدأ آن از کشور کاناداست (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۴). عملیات شخم اولیه زمین، در اوایل مهر ماه به‌کمک نیروی کارگری انجام گرفت. کودهای پایه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره، ۵۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپرفسفات‌تریپل و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم خالص از منبع سولفات‌پتاسیم بر اساس آزمون خاک مصرف شد، به‌طوری‌که یک سوم کود نیتروژن در زمان کاشت، یک‌سوم قبل از به‌ساقه رفتن و یک‌سوم قبل از گل‌دهی و تمامی کودهای سوپرفسفات‌تریپل و سولفات‌پتاسیم در هنگام کاشت به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع شدند. سپس دور تا دور زمین زهکش‌هایی به‌عمق ۳۰ سانتی‌متر و به‌عرض ۴۰ سانتی‌متر احداث گردید. کاشت بذور در اواخر آبان ماه به‌صورت دستی انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به‌فواصل ۲۵ سانتی‌متر و به‌طول پنج متر بود و تراکم بوته‌ها ۸۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. با توجه به کفایت نزولات جوی در طی دوره رویش، مزرعه نیازی به آبیاری نداشت. مشخصات آب و هوایی ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت در دوره رشد کلزا در جدول ۱ ارائه شده است. وجین دستی علف‌های هرز در طی دوره رشد گیاه انجام گرفت. به‌منظور اعمال تیمارها، از اتفن جامد آزمایشگاهی با خلوص بالا تولید شرکت سیگماآلدریچ آمریکا استفاده شد. میزان آب مصرفی (آب مقطر دو بار تقطیر) برای تهیه محلول اتفن، ۱/۵ لیتر به ازای هر کرت در نظر گرفته شد.

[۱] Factorial split plot

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.7.1]

به‌طوری‌که پس از اضافه کردن اتفن به آب و شیکر کردن آن به‌مدت ۳۰ دقیقه محلول مورد نظر تهیه شد (Walton *et al*, 2012; Caulkins, 1995). محلول‌پاشی، صبح زود و قبل از طلوع آفتاب، به‌وسیله سم‌پاش موتوری پشتی با فشار ۰/۲ بار بر روی اندام هوایی بوته‌های کرت‌های مورد نظر انجام شد. در زمان محلول‌پاشی، به‌منظور جلوگیری از پاشیدن محلول به کرت‌های مجاور، هر کرت توسط دیوار پلاستیکی احاطه گردید. در تیمار شاهد، محلول‌پاشی با آب‌مقطر بر روی اندام‌های هوایی گیاه صورت گرفت.

جدول ۱: آمار هواشناسی در طی سال زراعی ۹۱ -۱۳۹۰ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت

ماه	دما (درجه سانتی‌گراد)		مجموع میزان بارندگی (میلی‌متر)	مجموع ساعات آفتابی
	حداقل	حداکثر		
مهر	۱۵/۲	۲۳/۷	۲۰۶/۶	۱۴۹/۱
آبان	۸/۳	۱۳/۳	۳۵۹/۳	۷۵/۶
آذر	۳/۱	۱۱/۲	۱۶۱/۹	۱۱۲/۱
دی	۴/۹	۱۲/۸	۱۲۴/۸	۱۲۴/۷
بهمن	۰/۹	۶/۳	۸۶/۹	۷۰/۳
اسفند	۰/۲	۱۱/۴	۱۳۴/۵	۱۳۷/۱
فروردین	۹/۵	۲۰/۷	۹۶/۴	۱۶۷/۵
اردیبهشت	۱۶/۵	۲۵/۵	۵	۱۹۴/۴
خرداد	۱۹/۹	۲۹/۳	۷۷/۴	۲۶۷/۷
مجموع	۷۸/۵	۱۵۴/۲	۱۲۵۲/۸	۱۲۹۸/۵
میانگین	۸/۷	۱۷/۱	۱۳۹/۲	۱۴۴/۲

به‌منظور تعیین صفات زراعی از جمله ارتفاع گیاه، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته قبل از هر مرحله برداشت، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب شد و میانگین صفات اندازه‌گیری شده به ثبت رسید. به‌منظور تعیین وزن هزار دانه پس از برداشت و خرمن‌کوبی بوته‌ها، تعداد ۱۰۰۰ دانه به‌طور تصادفی از کلیه دانه‌های هر تیمار آزمایشی شمارش شد و با استفاده از ترازویی با دقت یک‌هزارم گرم توزین شد (طهماسبی و همکاران، ۱۳۹۲; ربیعی[b] و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین به‌منظور اندازه‌گیری میزان ریزش دانه‌ها، تورهای با سوراخ‌های بسیار ریز (یک میلی‌متر) تهیه شد و قبل از به‌ساقه‌رفتن بوته‌ها در کف کلیه کرت‌ها قرار داده شد، به‌منظور خروج بوته‌ها از تور، برش‌های گرد، به‌دقت و به‌اندازه کافی در اطراف هر بوته ایجاد شد و با انجام بازدیدهای روزانه از تمامی کرت‌ها، نسبت به جمع‌آوری بذرهای ریزش یافته با استفاده جاروی شارژی اقدام شد. عملیات برداشت پس از حذف حاشیه از فضای عملکردی (چهار مترمربع) انجام شد و پس از خشک شدن بوته‌ها، عملیات خرمن‌کوبی انجام گرفت. برای اندازه‌گیری درصد روغن، مقدار ۱۰ گرم از بذور هر تیمار توزین شد و به آزمایشگاه پارک علم و فناوری استان گیلان فرستاده شد و با استفاده از دستگاه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

سوکسله درصد روغن تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (9) و مقایسه میانگین تیمارها از طریق آزمون $LSD_{5\%}$ انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته

نتایج نشان دادکه اثر زمان برداشت بر تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در کشت کلزا، تعداد خورجین در بوته از صفات بسیار مهمی است که عملکرد دانه به‌شدت به آن وابسته است (ربیعی[a] و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات مورد مطالعه درگیاه کلزا

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه	زمان رسیدگی	میزان ریزش دانه	عملکرد دانه	درصد روغن
تکرار	۲	۴۵۹۱/۳*	۰/۹۶۱۶*	۳۱/۶۲۹**	۵۰۹۶۵/۵۴ns	۱۵۰۶۶۸۲/۴۸ns	۳/۹۱۴*
محلول‌پاشی	۱	۱۷/۴۵ns	۰/۰۰۶۶ns	۸۴۸/۰۷۴**	۱۳۶۹۴۶/۹۶**	۲۸۷۵۱۷/۸۵ns	۳/۱۷۷*
زمان محلول‌پاشی	۲	۳۳۴/۱۱ns	۰/۰۳۱۶ns	۲۹/۴۶۲**	۱۱۳۶۵۲/۳**	۲۳۰۶۲/۵۲ns	۰/۲۲۴ns
محلول‌پاشی ×زمان محلول‌پاشی	۲	۵۵/۳ns	۰/۰۰۳۸ns	۶/۲۴ns	۵۷۰۱۵/۶*	۱۰۵۷۷۱/۹۸ns	۰/۰۹۳ns
خطا	۱۰	۷۳۵/۹۴	۰/۲۱۵۲	۲/۴۲۹	۱۲۶۰۱/۸۲	۴۶۰۳۵۸/۴۱	۰/۵۴۴
زمان برداشت	۲	۳۱۶۰۵/۸۵**	۱/۸۲۳۸**	۱۸۲۰/۰۷۴**	۲۷۱۱۱۱/۰۹**	۳۰۶۹۲۱۰/۸**	۹/۰۸**
محلول‌پاشی × زمان برداشت	۲	۱۳/۳۸ns	۰/۰۰۰۵ns	۰/۰۷۴ns	۴۱۵۹۹/۱۸**	۷۲۱۴۱/۹۵*	۰/۵۰۱**
زمان محلول‌پاشی ×زمان برداشت	۴	۲۸/۴۷ns	۰/۰۰۵۵ns	۰/۰۷۴ns	۴۳۸۷۷/۸۶**	۶۶۸۰۵/۷۱**	۰/۰۰۱ns
محلول‌پاشی×زمان محلول‌پاشی ×زمان برداشت	۴	۸/۵۸	۰/۰۱۲۷ns	۰/۰۷۴ns	۲۶۷۸۴/۸*	۹۳۹۳۴/۶۵ns	۰/۰۲۵ns
ضریب تغییرات	-	۴/۵۳	۲/۴۳	۰/۱۳	۲۰/۳	۴/۵۳	۰/۳۵
خطا	۲۴	۴۷/۰۶	۰/۰۰۹۹	۰/۰۷۴	۶۹۱۲/۳۱	۱۴۰۶۲/۰۲	۰/۰۲۳

*، **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

مقایسه میانگین تعداد خورجین در زمان‌های برداشت مختلف نشان داد که بیش‌ترین تعداد خورجین در بوته مربوط به زمان برداشت اول (۱۹۴/۹) و کم‌ترین تعداد خورجین به‌ترتیب مربوط به زمان‌های برداشت دوم (۱۴۷/۱) و سوم (۱۱۱/۴) بود (جدول ۳) که علت عمده آن را می‌توان به باز شدن خورجین‌های گیاه در اثر تأخیر در برداشت و ریزش دانه نسبت داد. باز شدن خورجین‌های گیاه و ریزش دانه کلزا در اثر تأخیر در برداشت توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴، مدنی و همکاران، ۱۳۸۷).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.7.1]

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه گیاه کلزا در زمان‌های برداشت مختلف

زمان برداشت / صفات	تعداد خورجین در بوته	وزن هزاردانه (گرم)	زمان رسیدگی (روز)
رسیدگی فیزیولوژیک	۱۹۴/۹	۳/۷۲	۲۰۶
۱۰ روز بعد از رسیدگی فیزیولوژیک	۱۴۷/۱	۴/۲۵	۱۹۶
۲۰ روز بعد از رسیدگی فیزیولوژیک	۱۱۱/۴	۴/۲۹	۱۸۶
$LSD_{5\%}$	۴/۷۱	۰/۰۶	۰/۱۸

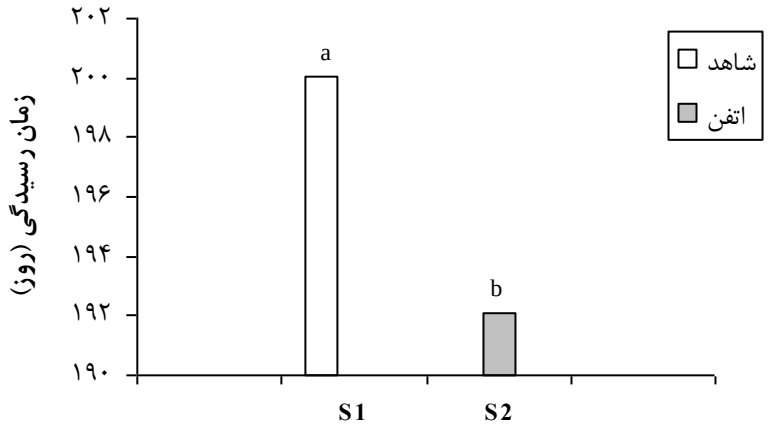
زمان رسیدگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده محلول‌پاشی، زمان محلول‌پاشی، زمان برداشت بر زمان رسیدگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین محلول‌پاشی نشان داد که محلول‌پاشی اتفن با میانگین زمان رسیدن ۱۹۲/۱۱ روز دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد با میانگین زمان رسیدن ۲۰۰/۰۳ روز بود (شکل ۱). نتایج به‌دست آمده در این آزمایش با یافته‌های سایر محققان، در بررسی نقش ترکیب هورمونی اتفن در القاء پیری و کاهش دوره رشد و نمو مطابقت داشت، به‌طوری‌که بر طبق نتایج بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر بلوغ دانه و قارچ های بذرزاد سویا، کاربرد اتفن موجب تسریع بلوغ و کاهش درصد قارچ‌های بذرزاد شد (Abney and Plopper, 1991). Beltrano و همکاران (۱۹۹۴) با بررسی نقش اتیلن به‌عنوان پیش‌برنده رسیدگی دانه گندم و بلوغ سنبله گزارش کردند که کاربرد اتفن (با دو غلظت ۱۰ و ۱۰۰ میلی‌مول)، موجب افزایش آزادسازی اتیلن، تسریع روند رسیدگی دانه و بلوغ سنبله و تسریع تجزیه کلروفیل در گلوم‌ها، ریشک‌ها و برگ پرچم می‌شود. نتایج مشابه دیگری از اثربخشی اتفن در کاهش طول دوره رشد گیاهان مختلف گزارش شده است (Walton *et al*., 2012; Costa *et al*., 2005; Li and Solomon, 2003). بر طبق نتایج مقایسه میانگین، زمان خورجین‌دهی با میانگین زمان رسیدن ۱۹۴/۶۶روز، دارای اختلاف معنی‌داری با زمان شروع پرشدن دانه (۱۹۶/۳۸ روز) و زمان تکمیل پر شدن دانه (۱۹۷/۱۶ روز) بود (شکل ۲) که در توجیه آن می‌توان چنین استدلال نمود که از آن‌جایی که محلول‌پاشی در زمان خورجین‌دهی، در زمان زودتری نسبت به سایر زمان‌ها، صورت گرفته است، در نتیجه حصول چنین نتیجه‌ای نمی‌توانست دور از انتظار باشد. از طرفی به‌نظر می‌رسد، در زمان اول و دوم محلول‌پاشی، گیاه از محتوی رطوبتی بالاتری برخوردار بوده و نقل و انتقال ترکیبات (اتفن) در گیاه با سرعت بیش‌تری انجام شده و بالتبع دارای اثرگذاری بیش‌تر و سریع‌تری بوده است. از علت‌های دیگر این نتایج می‌توان به وجود برگ‌ها در زمان اول محلول‌پاشی اشاره نمود که موجب می‌شود جذب ترکیبات مؤثر بر رسیدگی علاوه بر خورجین‌ها، از طریق برگ‌ها نیز صورت گیرد.

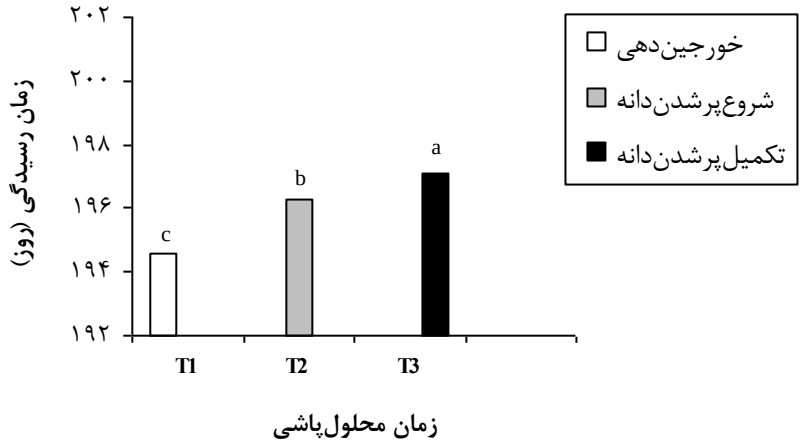
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

از دلایل دیگر در توجیه نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که در دوره کلیماکتریک قبل از پیری در گیاه کلزا، تغییرات اندکی در میزان تولید ۱- آمینوسیکلوپروپان- ۱- کربوکسیلیک‌اسید (ACC)[1] به‌عنوان پیش‌ماده تولید اتیلن، در دانه‌ها به‌وجود آمده که به‌سرعت به اتیلن تبدیل می‌شود (Child *et al*., 1998)، در نتیجه محلول‌پاشی در این مرحله ممکن است توانسته باشد موجب تحریک بیش‌تر تولید اتیلن توسط دانه‌ها و و افزایش تنفس آن‌ها شده و در تسریع رسیدگی خورجین‌ها مؤثر بوده باشد. مقایسه میانگین زمان برداشت نشان داد که زمان برداشت سوم با میانگین زمان رسیدن ۲۰۶/۱۱ روز، دارای اختلاف معنی‌داری با زمان برداشت دوم (۱۹۶/۱۱ روز) و زمان برداشت دوم دارای اختلاف معنی‌داری با زمان برداشت اول (۱۸۶ روز) بود (جدول ۳).



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر زمان رسیدگی دانه کلزا



شکل ۲: مقایسه میانگین زمان محلول‌پاشی بر زمان رسیدگی دانه کلزا

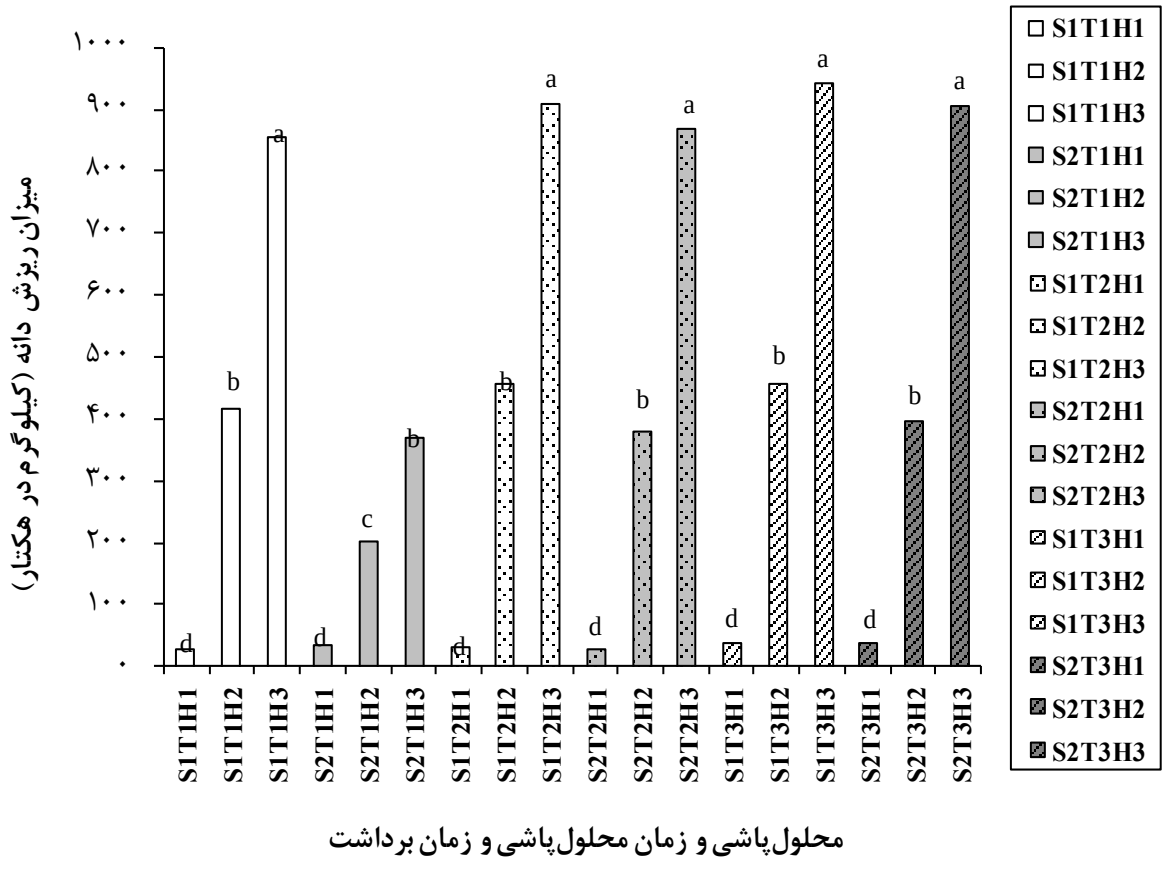
[1] 1- aminocyclopropane carboxylic acid synthase (ACC)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

میزان ریزش دانه

بر اساس نتایج تجزیه داده‌ها اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی و زمان محلول‌پاشی و زمان برداشت بر میزان ریزش دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر طبق نتایج به‌دست‌آمده بوته‌هایی که همزمان با مرحله خورجین‌دهی در تیمار با اتفن قرار گرفتند، از میزان ریزش دانه کم‌تری نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای محلول‌پاشی اتفن در زمان‌های مختلف در صورت تأخیر در برداشت (برداشت در ۱۰ و ۲۰ روز پس از رسیدگی‌فیزیولوژیک) برخوردار بودند (شکل ۳).



شکل ۳: مقایسه میانگین اثر برهمکنش محلول‌پاشی و زمان محلول‌پاشی و زمان برداشت بر میزان ریزش دانه کلزا (آب- خورجین‌دهی- زمان برداشت اول S1T1H1، آب- شروع‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت اول S1T2H1، آب- تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت اول S1T3H1، آب- خورجین‌دهی- زمان برداشت دوم S1T1H2، آب- شروع‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت دوم S1T2H2، آب- تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت دوم S1T3H2، آب- خورجین‌دهی- زمان برداشت سوم S1T1H3، آب- شروع‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت سوم S1T2H3، آب- تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت سوم S1T3H3، اتفن- خورجین‌دهی- زمان برداشت اول S2T1H1، اتفن- شروع‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت اول S2T2H1، اتفن- تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت اول S2T3H1، اتفن- خورجین‌دهی- زمان برداشت دوم S2T1H2، اتفن- شروع‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت دوم S2T2H2، اتفن- تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت دوم S2T3H2، اتفن- خورجین‌دهی- زمان برداشت سوم S2T1H3، اتفن- شروع‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت سوم S2T2H3، اتفن- تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت سوم S2T3H3).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

نتایج گزارش شده توسط محققان نشان داد که در دوره کلیماکتریک[۱] قبل از پیری در کلزا، تغییرات کمی در ACC دانه‌ها به‌وجود می‌آید که به‌سرعت به اتیلن تبدیل می‌شود. در مقابل مقدار بسیار کمی اتیلن توسط بافت‌های دیواره خورجین[۲] تولید می‌شود که دربرگیرنده ناحیه ریزش نیز می‌باشد (Child *et al*., 1998). بر اساس نتایج به‌دست آمده، به‌نظر می‌رسد از مرحله خورجین‌دهی به بعد (در مرحله توسعه خورجین‌ها)، میزان تولید اتیلن توسط دانه‌ها افزایش می‌یابد و به حداکثر مقدار خود می‌رسد و پس از رسیدن به نقطه اوج کاهش می‌یابد. این احتمال وجود دارد که اتیلن آزاد شده ناشی از محلول‌پاشی اتفن در زمان خورجین‌دهی، با افزایش میزان تولید اتیلن توسط دانه‌ها دارای تقارن زمانی بوده باشد و بیش‌تر از اثر بر روی دیواره خورجین و سلول‌های ناحیه ریزش، بر تحریک بیش‌تر تولید اتیلن توسط دانه‌ها و زودرسی مؤثر بوده باشد. تیمارهای محلول‌پاشی اتفن در زمان شروع پرشدن دانه و تکمیل پر شدن دانه در زمان برداشت دوم و سوم دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمارهای شاهد نبودند (شکل ۳). در توجیه عدم معنی‌دار شدن میزان ریزش در مقایسه تیمارهای فوق می‌توان گفت که ریزش پدیده‌ای است که در آن آنزیم‌های تولید شده توسط سلول‌ها (آنزیم‌های سلولاز[۳] و پکتیناز[۴] و آنزیم‌های پلی‌گالاکتروناز[۵]، سلولز و سایر اجزای دیواره سلولی را هضم می‌کنند (سلیمانی‌اقدم و همکاران، ۱۳۸۹).

زمان‌های شروع پر شدن دانه و تکمیل پرشدن دانه مراحلی از توسعه خورجین‌ها هستند که میزان تولید اتیلن در گیاه از سایر مراحل بیش‌تر است، به‌طوری‌که زردی و ریزش برگ‌ها در زمان‌های دوم و سوم محلول‌پاشی، نشان‌دهنده پیری و افزایش میزان تولید اتیلن در گیاه است. نتایج به‌دست‌آمده توسط محققان نشان داده آن است که در کلزا از کلیماکتریک (دوره تولید زیاد گاز کربنیک) به بعد، میزان تولید اتیلن توسط دانه‌ها کاهش یافته و بیوسنتز اتیلن توسط دیواره خورجین افزایش می‌یابد (Child *et al*., 1998). از طرفی، محلول‌پاشی ترکیبات آزادکننده اتیلن در مراحل انتهایی رشد و نمو دانه (شروع پرشدن و تکمیل پرشدن دانه) بر روی بوته‌ها ممکن است موجب افزایش فعالیت آنزیم ACC سنتتاز[۶] و تحریک بیش‌تر تولید اتیلن (خصوصاً در دیواره خورجین و سلول‌های ناحیه ریزش که در زمان آزادسازی اتیلن در گیاه، میزان تولید اتیلن بیش‌تری از سایر مراحل دارند)، افزایش مقدار اتیلن داخلی، برهم خوردن تعادل هورمونی در گیاه به نفع اتیلن و اثربخشی بیش‌تر اتیلن (از طریق افزایش آنزیم‌های سلولاز و پکتیناز و آنزیم‌های پلی‌گالاکتروناز) بر سلول‌های ناحیه ریزش خورجین‌ها شود. با تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت محلول‌پاشی اتفن در زمان‌های دیرتر (شروع پرشدن دانه و تکمیل پرشدن دانه) و برداشت در زمان‌های ۱۰ و ۲۰ پس از رسیدگی فیزیولوژیک، به‌علت افزایش میزان ریزش به‌ترتیب در حدود ۴۰۰ و ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار مطلوب نیست.

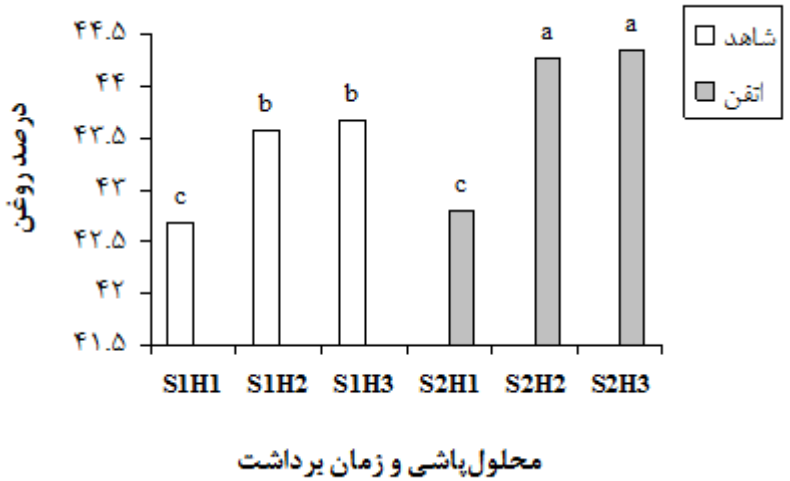
---

[۱] Climacteric
[۲] Pod Wall
[۳] Cellulase (β-1,4-glucanase)
[۴] Pectinase
[۵] Polygalacturnase
[۶] ACC Synthase

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.7.1]

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی و زمان برداشت بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر طبق نتایج این آزمایش، تیمارهای شاهد در زمان برداشت اول (۴۲/۷ درصد) و محلول‌پاشی اتفن در زمان برداشت اول (۴۲/۸ درصد) به‌ترتیب با تیمارهای شاهد در زمان برداشت دوم (۴۳/۵۸ درصد) و سوم (۴۳/۶۸ درصد) و اتفن در زمان برداشت دوم (۴۴/۲۷ درصد) و سوم (۴۴/۳۵ درصد) دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بودند (شکل ۴). علت این امر را می‌توان به افزایش درصد روغن تا قبل از رسیدگی کامل دانه‌ها در گیاه کلزا نسبت داد. همچنین تیمارهای محلول‌پاشی اتفن در زمان‌های برداشت دوم و سوم دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد در زمان‌های برداشت مذکور بودند (شکل ۴).



شکل ۴: مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی و زمان برداشت بر درصد روغن دانه کلزا
(آب- زمان برداشت اول S1H1، آب- زمان برداشت دوم S1H2، آب- زمان برداشت سوم S1H3، اتفن- زمان برداشت اول S2H1، اتفن- زمان برداشت دوم S2H2، اتفن- زمان برداشت سوم S2H3).

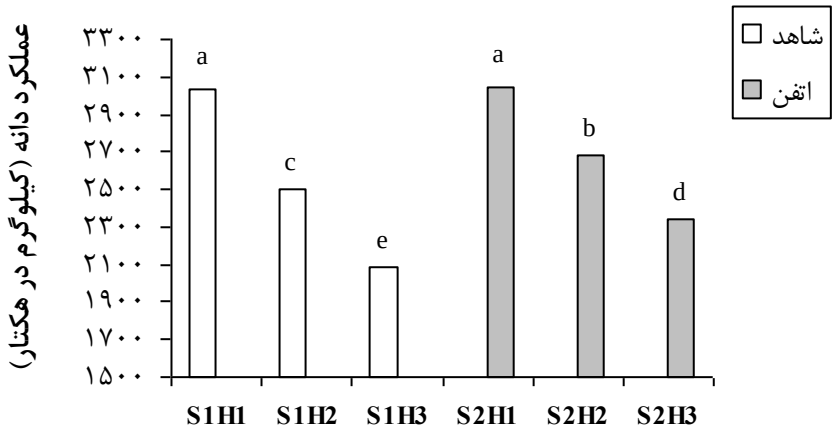
در توجیه نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استدلال نمود که برای تغییر در مقدار روغن دانه، می‌بایست مقدار تولید روغن افزایش یافته باشد و یا به‌میزان کم‌تری به‌منظور آزادسازی انرژی تجزیه شده باشد. دانه‌ها در شدت نور بالا از توانایی بیش‌تری در تولید اسیدهای چرب برخوردارند. افزایش نرخ فتوسنتز ممکن است مسئول این افزایش باشد (Bennett *et al*., 2011; Schwender *et al*., 2004; Goffman *et al*., 2005). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ایجاد دیواره‌های خورجین نازک‌تر برای بهبود نفوذ نور در خورجین و همچنین وجود دانه‌ها با انرژی بیش‌تر می‌تواند موجب بهبود سنتز روغن شود. گزارش شده است که شدت نور کم رسیده به دانه‌ها درکاهش قدرت شکل‌گیری NADPH، برای بیوسنتز چربی مؤثر است (Bennett *et al*., 2011; Eastmond *et al*., 1996). محققان با بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر رشد و عملکرد و ترکیبات شیمیایی دانه سویا گزارش کردند که اسپری برگی تنظیم‌کننده رشد اتفن با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام در سه مرحله گل‌آغازی (۴۰ روز پس از کاشت) و شروع غلاف‌دهی (۶۰ روز پس از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

کاشت) و گل‌آغازی و شروع غلاف‌دهی به‌ترتیب موجب افزایش ۰/۹، ۱/۰۲ و ۰/۸ درصدی روغن و افزایش ۱/۸، ۱/۹ و ۲/۸ درصدی پروتئین دانه سویا نسبت به شاهد شد (Devi *et al*., 2011). مصادف شدن ذخیره و تجمع لیپید با درجه حرارت بالای محیط می‌تواند موجب تقلیل درصد روغن دانه‌ها گردد (ربیعی[a] و همکاران، ۱۳۹۰). میانگین دمای هوا در دوره تولید و تجمع روغن در تیمار محلول‌پاشی اتفن، ۲۲/۷ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد، ۲۳/۹ درجه سانتی‌گراد بود، در نتیجه زمان سنتز و تجمع لیپیدها در آن‌ها با درجه حرارت بالای کم‌تری مصادف گردید (جدول ۱).

عملکرد دانه

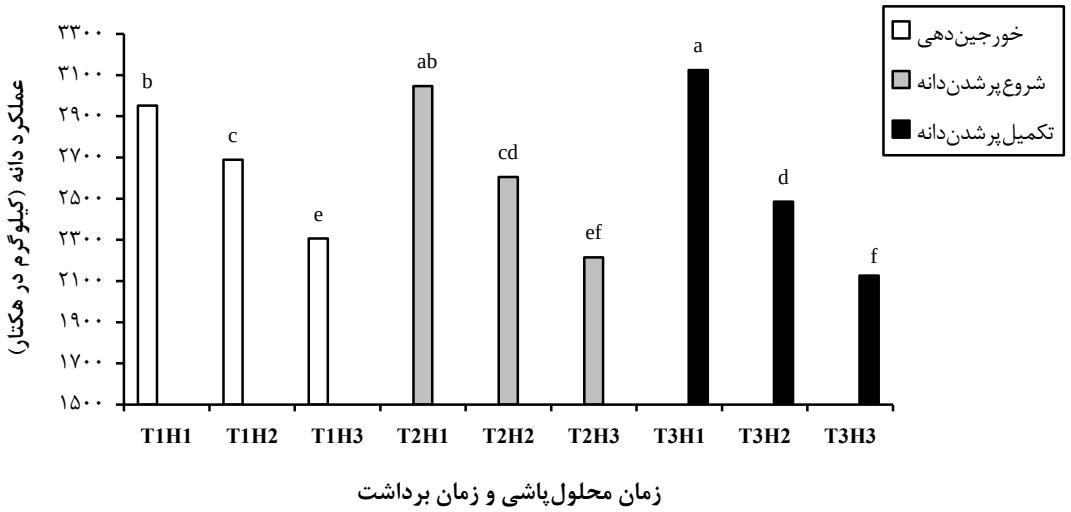
تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر برهم‌کنش زمان محلول‌پاشی و زمان برداشت بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی و زمان برداشت بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین محلول‌پاشی و زمان برداشت بر عملکرد دانه نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی اتفن در زمان برداشت اول (با میانگین عملکرد دانه ۳۰۴۴/۵ کیلوگرم در هکتار) و شاهد در زمان برداشت اول (با میانگین عملکرد دانه ۳۰۳۶/۹ کیلوگرم در هکتار) دارای بیش‌ترین میزان عملکرد دانه و تیمار شاهد در زمان برداشت سوم (با میانگین عملکرد دانه ۲۰۸۷/۸ کیلوگرم در هکتار) دارای کم‌ترین میزان عملکرد دانه بودند، که علت عمده این کاهش را می‌توان به باز شدن خورجین‌های گیاه و افزایش ریزش دانه نسبت داد (شکل ۵). فنایی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی اثر تاریخ برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا در منطقه سیستان گزارش کردند که تأخیر در تاریخ برداشت موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه شد.



شکل ۵: مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی و زمان برداشت بر عملکرد دانه کلزا
(آب- زمان برداشت اول S1H1، آب- زمان برداشت دوم S1H2، آب- زمان برداشت سوم S1H3، اتفن- زمان برداشت اول S2H1، اتفن- زمان برداشت دوم S2H2، اتفن- زمان برداشت سوم S2H3)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.7.1]

بررسی اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی و زمان برداشت نشان داد که محلول‌پاشی اتفن و زمان برداشت دوم (با میانگین عملکرد دانه ۲۶۸۰/۸ کیلوگرم در هکتار) و محلول‌پاشی اتفن و زمان برداشت سوم (با میانگین عملکرد دانه ۲۳۴۳/۹ کیلوگرم در هکتار) دارای عملکرد بالاتری نسبت به تیمارهای شاهد مربوط به خود بودند. بر طبق نتایج به‌دست آمده محلول‌پاشی اتفن با کاهش معنی‌دار زمان رسیدگی و ریزش دانه کلزا موجب افزایش هفت و ۱۲ درصدی عملکرد دانه به‌ترتیب در برداشت‌های ۱۰ و ۲۰ روز پس از رسیدگی فیزیولوژیک شد (شکل ۵). گزارش شده است که اسپری اتفن به‌میزان ۲۰۰ پی‌پی‌ام در هر دو مرحله گل‌آغازی و شروع غلاف‌دهی سویا موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود و درآمد اقتصادی کشاورزان در واحد سطح را به‌میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد (Devi *et al.*, 2011). مقایسه میانگین زمان‌محلول‌پاشی و زمان برداشت بر عملکرد دانه نشان داد که تیمارهای زمان تکمیل پرشدن دانه در زمان برداشت اول با میانگین عملکرد دانه ۳۱۲۳/۹ کیلوگرم در هکتار و زمان تکمیل پرشدن دانه در زمان برداشت سوم با میانگین عملکرد دانه ۲۱۲۵/۹ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد دانه بودند (شکل ۶).



شکل ۶: مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش زمان محلول‌پاشی و زمان برداشت بر عملکرد دانه کلزا
(خورجین‌دهی- زمان برداشت اول T1H1، خورجین‌دهی- زمان برداشت دوم T1H2، خورجین‌دهی- زمان برداشت سوم T1H3، شروع‌پرشدن دانه- زمان برداشت اول T2H1، شروع‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت دوم T2H2، شروع‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت سوم T2H3، تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت اول T3H1، تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت دوم T3H2، تکمیل‌پرشدن‌دانه- زمان برداشت سوم T3H3).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق به‌نظر می‌رسد اتفن به‌عنوان ترکیب آزادکننده اتیلن می‌تواند به‌عنوان ترکیبی مؤثر به‌منظور کاهش طول دوره رشد کلزا (کاهش ۸ روزه دوره رشد کلزا) به‌کار برده شود و فرصت و زمان لازم را جهت آماده‌سازی زمین و نشای به‌موقع برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان را فراهم سازد. تیمار محلول‌پاشی اتفن در مرحله خورجین‌دهی و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

برداشت ۱۰ روز پس از رسیدگی‌فیزیولوژیک علاوه بر کاهش طول دوره رشد و زودرسی، از کاهش عمکلرد دانه کلزا از طریق ریزش جلوگیری کرده و می‌تواند موجب افزایش وزن هزار دانه و کاهش درصد دانه‌های پوک (به‌دلیل انتقال مجدد مواد فتوسنتزی) و افزایش درصد روغن دانه کلزا شود. بنابراین، با توجه به نتایج به‌دست آمده به‌نظر می‌رسد که اتفن به‌عنوان ترکیبی مؤثر، قابلیت استفاده دراراضی شالیزاری شمال کشور را دارا می‌باشد.

منابع

احمدی، م.، ۱۳۸۲. زمان و نحوه برداشت کلزا، دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی جهاد کشاورزی. ۱۰ صفحه.

ادب، ح.، فرجزاده، م.، فیله‌کش، الف. و اسماعیلی، ر. ۱۳۹۲. تهیه نقشه عملکرد محصول کلزای پاییزه با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون مطالعه موردی: شهرستان سبزوار. فصلنامه فضای جغرافیایی. ۱۳ (۴۱):۱۸۰-۱۷۱.

امیدی، ح.، مدرس‌ثانوی، ع. و محمودی، م. ۱۳۸۴. ارزیابی اثر زمان برداشت بر میزان ریزش دانه ارقام کلزا. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. ص ۶۲۵ -۶۱۷

حبیبی، م.، مجیدیان، م.، شجاع، ط. و ربیعی، م. ۱۳۹۴. تأثیر عناصر گوگرد، بور و روی بر عملکرد، غلظت عناصر و کیفیت دانه کلزا (*Brassica napus* L.). نشریه تولید گیاهان روغنی. ۲ (۲):۱۲-۱.

ربیعی، م.، اصفهانی، م.، حسینی ایمنی، س. ص. و جیلانی، م . ۱۳۹۳. تعیین بهترین زمان برداشت ارقام کلزای بهاره به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری شمال کشور. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۵ (۲):۲۳۳-۲۲۷.

ربیعی[a]، م.، علی نیا، ف. و طوسی کهل، پ . ۱۳۹۰. اثر تاریخ نشاکاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چهار رقم کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان کشت دوم در منطقه رشت. به‌زراعی نهال و بذر. ۲-۲۷ (۳):۲۶۷-۲۵۱ .

ربیعی[b]، م.، رحیمی، م. و کردرستمی، م. ۱۳۹۰. تجزیه مسیر عملکرد روغن و صفات زراعی در چهارده رقم کلزا (*Brassica napus* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱ (۴):۲۷-۱۷.

سلیمانی‌اقدم، م.، یاوری، ع.، علی‌نیائی‌فرد، س. و عباسی‌نیاسر، م. ۱۳۸۹. عمل اتیلن در گیاهان (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، تهران. ص۹۳.

طهماسبی، غ.، سیادت، س. ع.، پورسیاه‌بیدی، م. م. و ناصری، ر. ۱۳۹۲. اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد دانه و صفات رویشی ارقام کلزا در منطقه ایلام. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷ (۳): ۲۵۸-۲۴۱.

غریب‌عشقی، الف.، نعمتی، م. ح. و قهرمانی، م. ۱۳۹۱. نشریه فنی کاشت، داشت، برداشت کلزا. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ص۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.7.1]

فنایی، ح.، اکبری‌مقدم، ح.، کیخاغلام، ع.، ناروئی‌راد، م. و مدرس‌نجف‌آبادی، س. ۱۳۸۶. اثر زمان برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا در منطقه سیستان. مجله نهال و بذر. ۲۳ (۱):۷۴-۵۹.

مدنی، ح.، نادری‌بروجردی، غ.، آقاجانی، ح.، چنگیزی، م. و پازکی، ع. ۱۳۸۷. تأثیر زمان برداشت بر عملکرد و ریزش دانه کلزا (*Brassica napus* L. cv. Okapi) در اراک. یافته‌های نوین کشاورزی. ۳۲ (۷): ۲۹۵-۲۸۶.

نواب‌پور، س. ۱۳۹۲. الگوی بیان ژن‌های القایی در واکنش به تنش خشکی در کلزا (*Brassica napus*). مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۱-۲۹ (۳):۵۴۹-۵۳۵.

یوسف‌زاده، م.، دانشور، م.، شهروسوند، س. و سرخه، ح. ۱۳۹۲. بررسی اثر کاربرد اتفن و کود نیتروژن بر صفات کمی سورگوم‌شیرین (*Sorghum bicolor* L.). مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۴ (۲):۲۰۷-۱۹۹.

Abeles, F. B., Morgan, P. W. and Saltveit, M. E. 1992. Ethylene in plant biology. Academic press. San Diego, USA.

Abney, T. S. and L. D. Ploper. 1991. Growth regulator effects on Soybean seed maturation and seedborne fungi. Plant Disease, 75(6): 585- 589.

Altuntas, H. 2015. Effects of ethephon on the hemolymph metabolites of the greater wax moth *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). Acta Physica Polonica, 128(2-B): 182- 183.

Beltrano, J., Carbone, A., Montaldi, E. R. and Guiamet, J. J. 1994. Ethylene as promoter of wheat grain maturation and ear senescence. Plant Growth Regulation 15(2): 107- 112.

Bennett, E. J., Roberts, J. A. and Wagstaff, C. 2011. The role of the pod in seed development: strategies for manipulating yield. New Physiologist, 190(4): 838- 853.

Borm, G. E. L. and van den Berg, W. 2008. Effects of the application rate and time of the growth regulator trinexapac-ethyl in seed crops of *Lolium perene* L. in relation to spring nitrogen rate. Field Crops Research, 105(3):182- 192.

Caulkins, P. 1995. Reregistration eligibiity decision (RED) ethephon (a review). United States environmental protection agency. Washington. USA.

Child, R. D., Chauvaux, N., John, K., Van Onckelen, H. A. and Ulvskov, P. 1998. Ethylene biosynthesis in oilseed rape pods in relation to pod shatter. Journal of Experimental Botany, 49(322): 829-838.

Choe, H. T. and Whang, M. 1986. Effects of ethephon on aging and photosynthetic activity in isolated chloroplasts. Plant Physiology, 80(2): 305- 309.

Costa, M. L., Civello, P. M., Chaves, A. R. and Martinez, G. A. 2005. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

bleaching during post-harvest senescence of broccoli *(Brassica oleracea* L.) at 20 ◦C. Postharvest Biology and Technology, 35(2): 191- 199.

Darginaviciene, J., Novickiene, L., Gaveliene Jurkonienė, V. and Kazlauskiene, D. 2011. Ethephon and Aventrol as tools to enhance spring rape productivity. Central European Journal of Biology, 6(4): 606- 615.

Devi, K. N., Vyas, A. K., Singh, M. S. and Singh, N. G. 2011. Effect of bioregulators on growth, yield and chemical constituents of soybean (*Glycine max*). Journal of Agriculture Science, 3(4): 151- 159.

Eastmond, P., Kolaca, L. and Rawsthorne, S. 1996. Photosynthesis by developing embryos of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Experimental Botany, 47(11): 1763- 1769.

Goffman, F. D., Alonso, A. P., Schwender, J., Shachar- Hill, Y. and Ohlrogge, J. B. 2005. Light enables a very high efficiency of carbon storage in developing embryos of Rapeseed. Plant Physiology, 138(4): 2269- 2279.

Iqbal, N., Umar, S., Per, T. S. and Khan, N. A. 2017. Ethephon increases photosynthetic-nitrogen use efficiency, proline and antioxidant metabolism to alleviate decrease in photosynthesis under salinity stress in mustard [Online]. Available at https://doi.org/10.1080/15592324.2017.1297000/ (accessed 7 Jun 2017). Plant signaling & behavior, 12(5).

Jaddoa, Kh. A., Al- Maeini, A. H. and Al- Zobiady. R. A. 2017. Effect of gibberellin and ethephon on growth and yield of bread wheat grown in different sowing dates. International Journal of Applied Agricultural Sciences, 3(5): 136- 142.

Jain, R., Solomon, S., Shrivastava, A. K. and Chandra, A. 2011. Effect of ethephon and calcium chloride on growth and biochemical attributes of sugarcane bud chips. Acta Physiologiae Plantarum, 33(3): 905- 910.

Khan, N. A., Mir, M. R., Nazar, R. and Singh, S. 2008. The application of ethephon (an ethylene releaser) increases growth, photosynthesis and nitrogen accumulation in mustard (*Brassica juncea* L.) under high nitrogen levels. Plant Biology, 10(5): 534- 538.

Khan, N. A. 2004. An evaluation of the effects of exogenous ethephon, an ethylene releasing compound, on photosynthesis of mustard (*Brassica juncea*) cultivars that differ in photosynthetic capacity [Online]. Available at https://bmcplantbiol. Biomedcentral.com/ (accessed 30 Dec 2004). BMC Plant Biology. USA.

Li, L. and Solomon S. 2003. Ethephon: A versatile growth regulator for sugar cane industry. Sugar Tech, 5(4): 213- 223.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]

Montaser, F. A. M., Mohsen, A. W. A. G. and Hanaa, A. H. A. 2012. Effect of chemical inducers on root rot and wilt diseases, yield and quality of tomato. International Journal of Agricultural Sciences, 2(7): 210- 220.

Ozturk, M., Gucel, S., Memon, A. and Serdal Sakcali, M. S. 2012. Brassicas in Turkey and their potential role for degraded habitats' remediation. Environmental Pollution. DOI 10.1007/978-94- 007- 3913- 0- 10.

Pauly, D. 2004. Canola Harvesting Time Frequently Asked questions. Center Alberta Agriculture, Food and Rural Development, 3: 51- 59.

Rajala, A. and Peltonen-Sainio, P. 2001: Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. Agronomy Journal, 93: 936- 943**.**

Rajala, A., Peltonen-sainio, P., Onnela, M. and Jackson, M. 2002. Effects of applying stem-shortening plant growth regulators to leaves on root elongation by seedlings of wheat, oat and barley: mediation by ethylene. Plant Growth Regulation, 38: 51- 59.

Saxena, D. C., Abbas, S. and Sairam, R. K. 2007. Effect of ethrel on reproductive efficiency in chickpea. Indian Journal Plant Physiol, 12(2): 162- 167.

Schwender, J., Ruuska, S. A. and Ohlrogge, J. B. 2004. The capacity of green oilseeds to utilize photosynthesis to drive biosynthetic processes. Plant Physiology, 136(1): 2700- 2709.

Shekoofa, A. and Emam, Y. 2008. Plant growth regulator (ethephon) alters maize (*Zea mays* L.) growth, water use and grain yield under water stress. Journal of Agronomy,7(1): 41- 48.

Techapinyawat, S., Nakorn, M. N. and Sinbuathong, N. 1999. Effects of ethephon and paclobutrazol on growth and yield of soybean (*Glycine max* L.) Merill cv. S. J. 5 [Online]. Available at http://thaiagris.lib.ku.ac.th/eng/ (accessed 2001) Thai national Agris centre. Bangkok, Thailand.

Walton, L. J., Kurepin, L. V., Yeung, E. C., Shah, S., Neil Emery, R. J., Reid, D. V. and Pharis, R. P. 2012. Ethylene involvement in silique and seed development of canola (*Brassica napus* L.). Plant Physiology and Biochemistry, 58(18): 142- 150.

Yangrui, L. and Solomon, S. 2003. Ethephon: A versatile growth regulator for sugar cane industry. Sugar Tech, 5(4): 213.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.7.1]