

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و برخی پارامترهای فیزیولوژیک

در سه رقم کلزا

نگارنده: یوسف درویشی

استاد راهنما

دکتر محمد رضا عامریان

اساتید مشاور

دکتر محمد عابدینی اسفهلانی

دکتر یوسف محمدی

شهریور ۱۴۰۰

تقدیم بہ

مقدس ترین واژہ مادر لغت نامہ دلم، مادر مہربانم کہ زندگیم را می یون مہر و عطوفت آن می دانم و

پدر، مہربانی مشق، بردبار و حامی در تمام طول زندگیم چه زمانی کہ با آنها بودم و چه حال کہ در کنار آنها

نیستم.

ہمسر صبورم کہ نشانہ لطف الہی در زندگی من، بہ آن کہ عشق و آرامش و تکیہ گاہ امن و آسایش و

برترین آموزگار خوش بینی و امید من در دوران تحصیل بود و در این مدت مشقت های فراوانی را تحمل شد.

فرزند انم، پسر عزیزم کہ چشم و امید من است و دختر مہربانم کہ رحمت الہی است.

تشکر و قدردانی

پاس و ستایش مرخداى راجل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل
شب تار، در افشان. پاس بی کران پروردگار یکتا را که، هستی مان بخشد و به طریق علم و دانش، رهنمونان شد و به، هم نشینی
رهران علم دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.
از پدر، مادر، همسر و فرزندانم که، همواره مرایاری کرده اند صمیمانه پاسگزاری می نمایم.
از استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر محمد رضا عامریان که این فرصت را در اختیارم قرار داده و از هیچ کجی دهنج
ننمودند بسیار پاسگزارم. از جناب آقای دکتر محمد علیدینی اسفهلانی و دکتر یوسف محمدی
که زحمت مشاوری را بر عهده داشتند کمال قدردانی به عمل می آید.

یوسف درویشی

شهریور ۱۴۰۰

تعمدنامه

اینجانب یوسف درویشی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و برخی پارامترهای فیزیولوژیک در سه رقم کلزا تحت راهنمایی آقای دکتر محمد رضا عامریان متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ ۱۴۰۰/۶/۳۱

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .

چکیده

رشد جمعیت، بهبود سطح تغذیه و افزایش مصرف کنجاله دانه‌های روغنی در تغذیه دام و طیور، نیاز به تولید دانه‌های روغنی را در سطح جهان افزایش داده است؛ بنابراین توسعه کشت محصولات روغنی برای خودکفایی بسیار جدی است که مستلزم برنامه ریزی منسجم و درازمدت با هدف نیل به خودکفایی می‌باشد. محصولات دانه روغنی در محدوده وسیعی از خاک، آب و شرایط آب و هوایی می‌توانند رشد کنند که در این میان کلزا با نام علمی (*Brassica napus*) از مهمترین گیاهان روغنی است که بیش از ۸۰ درصد روغن خوراکی ایران را تامین می‌کند و در سطح وسیعی از کشور کشت می‌شود. سالیسیلیک اسید از جمله ترکیبات فنولیکی است که نقش تنظیم‌کنندگی در فرآیندهای زیستی و بیوشیمیایی گیاهان دارد. به منظور بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک بر عکس العمل‌های رشدی کلزا آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش: فاکتور اول شامل سه رقم کلزا نیلوفر، نیما و نفیس) و فاکتور دوم شامل سه سطح اسید سالیسیلیک (عدم مصرف، کاربرد ۲۵۰ میکرو مولار و کاربرد ۵۰۰ میکرومولار در لیتر) بصورت محلول‌پاشی در دو مرحله (سه برگی و روزت) بود. نتایج نشان داد اگر چه وزن هزار دانه و عملکرد دانه در رقم نفیس در شرایط عدم کاربرد اسید سالیسیلیک از سایر تیمارها بیشتر بود ولی در دو رقم دیگر کاربرد اسید سالیسیلیک تاثیر معنی‌دار داشت که ارتفاع بوته در رقم نیلوفر و محلول‌پاشی با غلظت ۵۰۰ میکرو مولار از سایر تیمارها بیشتر و قطر ساقه با عدم مصرف اسید سالیسیلیک بیشترین مقدار بود. اثر متقابل اسید سالیسیلیک و ارقام کلزا بر صفات وزن تر و خشک ساقه، شاخص سبزی‌نگی برگ، تعداد خورجین در بوته، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کلروفیل a/b، کاروتنوئید، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد پروتئین دانه و درصد روغن دانه معنی‌دار شد. غلظت ۵۰۰ میکرومولار اسید

سالیسیلیک سبب افزایش درصد نیتروژن و پروتئین دانه، درصد روغن، کلروفیل و کاروتنوئید، وزن خشک برگ، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد خورجین و تعداد دانه شد. صفات وزن خشک ساقه و وزن خورجین هم تحت تاثیر غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک افزایش یافتند. همچنین در بین ارقام مختلف کلزا، رقم نیلوفر باعث بیشترین میزان این صفات مشاهده گردید. از نتایج این پژوهش می‌توان چنین استنباط نمود که تاثیر سالیسیلیک اسید در ارقام مختلف کلزا متفاوت و با تاثیر بر فرآورده‌های فیزیولوژیک گیاه، سبب افزایش عملکرد گیاه کلزا می‌شود و رقم نفیس بیشترین عملکرد را موجب گردید و قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: تغذیه برگ، رنگدانه‌های فتوسنتزی، تعداد خورجین، درصد روغن و درصد

پروتئین دانه

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱- درویشی، ی.، عامریان، م.، عابدینی اسفهلانی، م.، محمدی، ی. تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیک بر عملکرد دانه در سه رقم کلزا در شاهرود، هفدهمین کنگره ملی و سومین کنگره بین المللی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۶ تا ۱۸ شهریور، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

فهرست مطالب

فصل ۱ مقدمه و کلیات

۱

۱-۱ مقدمه: ۲

۱-۲ اهداف این تحقیق: ۵

۳-۱ کلیات ۶

۴-۱ گیاه‌شناسی کلزا ۹

۱-۴-۱ ارتفاع بوته و وضعیت ریشه ۹

۲-۴-۱ ساقه ۱۰

۳-۴-۱ برگ ۱۰

۴-۴-۱ گل‌آذین ۱۱

۵-۴-۱ میوه ۱۱

۶-۴-۱ دانه ۱۲

۵-۱ مراحل رشد کلزا ۱۲

۱-۶ ویژگی کلی ۱۳

۱۴	۱-۷ ارقام کلزا.....
۱۴	۸-۱ عملیات کاشت.....
۱۴	۱-۸-۱ نوع خاک.....
۱۴	۱-۸-۲ آماده‌سازی زمین.....
۱۵	۱-۸-۳ تاریخ کاشت.....
۱۶	۱-۸-۴ کاشت کلزا.....
۱۶	۱-۹ نیاز کودی کلزا.....
۱۶	۱-۹-۱ ازت.....
۱۷	۲-۹-۱ فسفر.....
۱۷	۱۰-۱ عملیات داشت.....
۱۷	۱-۱۰-۱ آبیاری.....
۱۷	۱۱-۱ آفات کلزا.....
۱۸	۱-۱۲ بیماری‌های کلزا.....
۱۸	۱-۱۳ علف‌های هرز کلزا.....
۱۹	۱-۱۴ برداشت کلزا.....

فصل ۲ بررسی منابع

۲۱

فصل ۳ مواد و روشها

۲۹

محل اجرای آزمایش ۳۰

۱-۳ تیمارهای آزمایشی ۳۰

۲-۳ مشخصات ارقام: ۳۰

۳-۳ نحوه اجرای آزمایش ۳۲

۴-۳ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ۳۲

۵-۳ کیفیت آب ۳۴

۶-۳ اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد ۳۵

۷-۳ شاخص سطح برگ ۳۶

۸-۳ اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک کلزا ۳۶

۹-۳ اندازه‌گیری درصد روغن دانه ۳۷

۱۰-۳ اندازه‌گیری شاخص برداشت (Harvest index) ۳۷

۱۱-۳ درصد پروتئین و نیتروژن دانه ۳۸

۱۲-۳ محاسبات آماری ۳۹

۴-۱ صفات مورفولوژیک ۴۲

۴-۱-۱ ارتفاع بوته ۴۲

۴-۱-۲ قطر ساقه ۴۴

۴-۱-۳ شاخص سطح برگ ۴۵

۴-۱-۴ وزن خشک ساقه ۴۶

۴-۱-۵ وزن خشک برگ ۴۸

۴-۲ صفات فیزیولوژیک ۵۰

۴-۲-۱ رنگیزه های فتوسنتزی ۵۰

۴-۲-۲ درصد نیتروژن و پروتئین دانه ۵۷

۴-۲-۳ درصد روغن دانه ۶۰

۴-۳ عملکرد و اجزای عملکرد ۶۱

۴-۳-۱ تعداد خورجین در بوته ۶۱

۴-۳-۲ تعداد دانه در خورجین ۶۳

۴-۳-۳ وزن هزار دانه ۶۵

۴-۳-۴ عملکرد دانه ۶۶

۶۸ ۵-۳-۴ عملکرد بیولوژیک

۷۰ ۶-۳-۴ شاخص برداشت

۷۱ ۴-۴ شاخص سبزی‌نگی برگ

۷۲ ۵-۴ عملکرد روغن

۷۹ مراجع

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: کشورهای پیشرو در میزان تولید کلزا در جهان ----- ۹
- شکل ۱-۴ مقایسه میانگین ارتفاع در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۴۳
- شکل ۲-۴ مقایسه میانگین قطر ساقه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۴۴
- شکل ۳-۴ مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۴۶
- شکل ۴-۴ مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۴۸
- شکل ۵-۴ مقایسه میانگین وزن خشک برگ در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۵۰
- شکل ۶-۴ مقایسه میانگین کلروفیل a در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۵۱
- شکل ۷-۴ مقایسه میانگین کلروفیل b در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۵۳
- شکل ۸-۴ مقایسه میانگین کلروفیل کل در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۵۴
- شکل ۹-۴ مقایسه میانگین کلروفیل a/b در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۵۵
- شکل ۱۰-۴ مقایسه میانگین کاروتنوئید در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیک ----- ۵۷

- شکل ۴-۱۱ مقایسه میانگین درصد نیتروژن دانه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۵۹
- شکل ۴-۱۲ مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۵۹
- شکل ۴-۱۳ مقایسه میانگین درصد روغن در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۶۰
- شکل ۴-۱۴ مقایسه میانگین تعداد خورجین در بوته در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۶۲
- شکل ۴-۱۵ مقایسه میانگین تعداد دانه در خورجین در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۶۴
- شکل ۴-۱۶ مقایسه میانگین وزن هزار دانه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۶۶
- شکل ۴-۱۷ مقایسه میانگین عملکرد دانه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۶۸
- شکل ۴-۱۸ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۶۹
- شکل ۴-۱۹ مقایسه میانگین شاخص برداشت در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۷۱
- شکل ۴-۲۰ مقایسه میانگین شاخص سبزیبگی برگ در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۷۲
- شکل ۴-۲۱ مقایسه میانگین عملکرد روغن در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلولپاشی اسید سالیسیلیک-----۷۳

فهرست جداول

- جدول ۳-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه ----- ۳۳
- جدول ۳-۲- نتایج تجزیهی کیفی آب مورد استفاده در آزمایش ----- ۳۴
- جدول ۴-۱- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک مورد بررسی کلزا تحت تاثیر سالتلیک اسید و ژنوتیپ --- ۷۵
- جدول ۴-۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کلزا تحت تاثیر سالتلیک اسید و ژنوتیپ ----- ۷۶
- جدول ۴-۳- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی کلزا تحت تاثیر سالتلیک اسید و ژنوتیپ ----- ۷۶
- جدول ۴-۴- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی کلزا تحت تاثیر سالتلیک اسید و ژنوتیپ ----- ۷۷
- جدول ۴-۵- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کلزا تحت تاثیر سالتلیک اسید و ژنوتیپ ----- ۷۸
- جدول ۴-۶- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کلزا تحت تاثیر سالتلیک اسید و ژنوتیپ ----- ۷۸

فصل ۱ مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه:

بخش کشاورزی از زمان‌های قدیم جایگاه ویژه‌ای برای تأمین مواد غذایی و تغذیه انسان‌ها در تمام قاره‌ها و کشورهای روی کره زمین داشته است در این میان نقش انسان در تمام فعالیت‌های کشاورزی محوریت داشته و از نسلی به نسل دیگر منتقل شده است. باوجود پیشرفت فناوری و علوم در قرن حاضر، جهان در یک وضع ناپایدار تولید مواد غذایی قرار گرفته و به‌رغم تحول و توسعه کشاورزی، همچنان گرسنگی انسان‌های بی‌شماری را در معرض تهدید قرار داده است (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

روغن‌ها و چربی‌ها پس از کربوهیدرات‌ها به‌عنوان دومین منبع تأمین انرژی در تغذیه انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. ازاین‌رو در راستای برقراری امنیت غذایی در هر کشور باید به میزان موردنیاز و در حد متعادل در الگوی مصرف در دسترس همگان قرار گیرد (آلیاری و شکاری، ۱۳۸۰). بر اساس گزارش احمدی و همکاران (۱۳۹۴) در سال‌های اخیر روند مصرف سرانه روغن نباتی در ایران همسو با سایر کشورها رو به افزایش نهاده است. دانه‌های روغنی قسمت مهمی از تولید محصولات کشاورزی را شامل می‌شوند، چون علاوه بر مصارف صنعتی از لحاظ تغذیه نیز اهمیت بسزایی دارند. در این میان کلزا با نام علمی *Brassica napus* به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح است که افزایش سطح زیر کشت و تولید آن در بیست سال اخیر قابل مقایسه با سایر نباتات روغنی نیست.

گیاه کلزا مهم‌ترین گونه زراعی جنس براسیکا (*Brassica*) و از تیره چلیپائیان یا شب بو (*Brassicaceae*) است که پس از سویا و نخل روغنی مقام سوم را در تأمین روغن نباتی جهان به خود اختصاص داده است. دانه کلزا بیش از ۴۰٪ روغن و ۳۸-۴۳ درصد پروتئین و ۱۳ درصد فیبر در کنجاله دارد. بر این اساس کلزا از گیاهان مهم برای توسعه کشت نباتات روغنی و تولید روغن نباتی در ایران است (امیری اوغان و همکاران، ۱۳۹۴؛ گال و همکاران، ۲۰۰۷). ویژگی‌های خاص این گیاه یعنی

قابلیت کشت در نقاط مختلف، درصد بالای روغن آن، کیفیت مطلوب روغن، کاربرد روغن آن در صنایع نساجی و پلاستیک و نیز استفاده از کنجاله آن در تغذیه دام سبب شده است که توسعه کشت این گیاه به عنوان نقطه امیدی برای تأمین روغن خام مورد نیاز کشور و رهایی از وابستگی به شمار رود (شیرانی‌راد و دهشیری، ۱۳۸۱). بر طبق آمار در سال زراعی ۹۵-۹۶ سطح زیر کشت محصولات زراعی حدود ۱۱ میلیون هکتار (با میزان تولید ۸۲/۲ میلیون تن) که سهم محصولات صنعتی ۵/۰۲ درصد بود و سطح زیر کشت کلزا در این سال حدود ۱۰۲۵۶۸ هکتار بود که ۱۸۱۱۴۸ تن محصول تولید شد که از این مقدار ۸۹۹۷۰ هکتار به صورت آبی و ۱۲۵۹۸ هکتار به صورت دیم کشت شد. متوسط عملکرد در کشت آبی ۱/۸ تن و در کشت دیم ۱/۴ تن در هکتار بود (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). در حال حاضر کلزا نقطه ثقل طرح‌های افزایش تولید دانه‌های روغنی محسوب می‌گردد به طوری که سطح زیر کشت این گیاه از ۳۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۷۷ به حدود ۱۰۳۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۸ رسیده است که سطح زیر کشت حدود ۳۴ برابر افزایش داشته است.

ویژگی‌های خاص گیاه کلزا از قبیل ارزش تناوبی بالا (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۲)، دارا بودن تیپ‌های بهاره، زمستانه و حد واسط، نیاز به آبیاری کمتر در کشت پاییزه، پتانسیل عملکرد بالا در بین دانه‌های روغنی، دارا بودن ارقام بسیار زودرس برای کشت بعد از برداشت برنج، فصل رشد متفاوت با سایر دانه‌های روغنی، امکان کشت دوم محصولات تابستانه به دلیل برداشت زودتر نسبت به گندم، عدم رقابت در کشت با محصولات پردرآمد بهاره، کشت ارقام زودرس در مناطق با محدودیت آب در انتهای فصل (شیرانی‌راد و دهشیری، ۱۳۸۱) و سازگاری آن به شرایط آب و هوایی مختلف (رضایی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰) اهمیت این محصول را بیشتر نموده و به عنوان راهکاری نویدبخش در تأمین روغن خوراکی مورد نیاز کشور به شمار می‌آید.

رشد جمیعت، بهبود سطح تغذیه و افزایش مصرف کنجاله دانه‌های روغنی در تغذیه دام و طیور نیاز به تولید دانه‌های روغنی را در جهان افزایش داده است، در ایران حدود ده درصد روغن مورد نیاز در

داخل کشور تولید می‌گردد و بقیه به صورت خام یا آماده وارد می‌شود (قبادی، ۱۳۸۵). بدین ترتیب سهم بزرگی از میزان ارز مصرف شده برای واردات مواد غذایی به کشور در واردات روغن نباتی، دانه و کنجاله گیاهان روغنی برای مصرف دام و طیور صرف می‌شود از این رو لزوم برنامه ریزی منسجم و درازمدت با هدف نیل به خودکفایی در تولید روغن های خوراکی غیر قابل انکار است.

نزدیک به ۷۰ درصد جمعیت جهان در کشورهای در حال توسعه متمرکز شده در حالی که از نظر تولیدات غذایی این نسبت برعکس هست. در کشورهای پیشرفته با استفاده از تکنولوژی و به کارگیری علوم و فنون جدید تولید مواد غذایی و عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح به سرعت در حال افزایش است به طوری که اغلب مقدار تولیدات از مصرف داخلی بیشتر است. متأسفانه در اغلب کشورهای در حال توسعه در عین افزایش سرعت رشد جمعیت کمبود مواد غذایی در حال گسترش است و قیمت عمده درآمد ارزی این کشورها به مصرف واردات مواد غذایی می‌رسد (راهنما، ۱۳۸۱). نظر به این که پیشرفت و توسعه در کشاورزی فقط از راه شناخت علمی و اصول اثر عوامل محیطی در رشد بهینه گیاه امکان پذیر است و علاوه بر بهبود شرایط محیط کشت، به کارگیری صحیح نهاده های کشاورزی الزامی است، لذا برای ایجاد زیربنای مناسب برای توسعه کشاورزی نه تنها تأمین به موقع نهاده ها لازم است، بلکه روش استفاده صحیح از این نهاده ها و همچنین اعمال مدیریت صحیح در سطح مزرعه و به کارگیری این روش ها ضروری است (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۶۲).

اسید سالسیلیک یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید و ترکیبات مربوطه به یک گروهی از ترکیبات فنلی تعلق دارند (ال تایب، ۲۰۰۵). اسید سالسیلیک به وسیله سلول های ریشه تولید می شود و نقش محوری در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند. یکی از مشتقات اسید سالسیلیک، استیل اسید سالسیلیک هست که پس از جذب سریعاً به اسید سالسیلیک تبدیل می شود (ال تایب، ۲۰۰۵؛ پوپووا و همکاران، ۱۹۹۷؛ راسکین ۱۹۹۲). میکروارگانیسم های مختلف، اسید سالسیلیک را از مسیر کوریزومیک اسید که یک حد وسط

مهم مسیر شیکمیک اسید است، سنتز و به بیرون ترشح می کنند. مقدار زیادی از سالیسیک اسید در نمونه های خاک برداشته شده از ریزوسفر ذرت و لوبیا گزارش شده است (ال تایب، ۲۰۰۵). بالک و هارپر در سال ۱۹۸۱ در تحقیقی روی ریشه یولاف گزارش کردند که میزان مهارکنندگی اسید سالیسیک به غلظت آن و pH وابسته است؛ زیرا جذب اسید سالیسیک تحت تأثیر pH است و خاصیت مهارکنندگی اسید سالیسیک افزایش می یابد. اسید سالیسیک تولیدشده توسط گیاهان اثر آللوپاتیک روی گیاهان اعمال می کند. همچنین اسید سالیسیک اثر مهارکنندگی روی بیوسنتز اتیلن دارد که این اثر نیز به pH محیط عمل وابسته است (ال تایب، ۲۰۰۵ و راسکین، ۱۹۹۲). عواملی مثل کنترل ژنی، اندازه دانه، پوست دانه، زیست پذیری، کشت و کار عمیق، رطوبت خاک، غلظت اکسیژن و دما، جوانه زنی و ظهور گیاهچه را تحت تأثیر قرار می دهند (راجاسکاران و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین درجه حرارت پائین خاک، رطوبت پائین و پوسته از عواملی هستند که جوانه زنی، ظهور و توان گیاهچه ها را کاهش می دهند (راجاسکاران و همکاران، ۲۰۰۲). انهلینگ (۱۹۸۹) و سنارانتا (۲۰۰۰) بیان کردند که اسید سالیسیک یک مولکول علامتی مهم برای میانجی گری پاسخ های گیاهان در برابر تنش های محیطی است، اسید سالیسیک در جوانه زنی نقش دارد و سپس راجاسکاران (۲۰۰۲) و شکيرووا (۲۰۰۳) نشان دادند که کاربرد خارجی اسید سالیسیک باعث تحریک جوانه زنی می شود و بالاخره، ال تایب (۲۰۰۵) به اثر تحریک کنندگی اسید سالیسیک بر جوانه زنی بذر جو پی برد (ال تایب، ۲۰۰۵). در مقایسه ای که بر تیپ وحشی و کاهش یافته (Arabidopsis) انجام گرفت، اسید سالیسیک را به عنوان برطرف کننده آسیب های اکسیداتیو در طی جوانه زنی بذر معرفی کردند (متوالی و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۱ اهداف این تحقیق:

۱- بررسی تأثیر اسید سالیسیک بر خصوصیات مورفولوژیک و زراعی در ارقام مختلف کلزا

۲- بررسی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر پارامترهای فیزیولوژیک در ارقام مختلف کلزا

۳- یافتن مناسب‌ترین ترکیب تیماری حاصل از اسید سالیسیلیک و ارقام مختلف کلزا

۱-۳ کلیات

روغن‌ها به‌عنوان یکی از اجزای رژیم غذایی و همچنین نقش مهم آن‌ها در صنعت از اهمیت خاصی برخوردار هستند (پول- حاسان و همکاران، ۲۰۰۵). در سال‌های اخیر روند مصرف سرانه روغن نباتی در ایران همسو با سایر کشورها رو به افزایش نهاده است، به‌طوری‌که بر اساس آخرین اطلاعات و آمار مقدار مصرف سرانه روغن در ایران ۱۸ تا ۲۰ کیلوگرم، در آمریکا ۳۶ و در اروپا ۲۵ کیلوگرم است اما این رقم در کشوری مانند پاکستان کمتر از ایران است. در این سرانه مصرف روغن موجود در شیرینی، شکلات، غذای فوری و دسر نیز در نظر گرفته شده است؛ بنابراین با در نظر گرفتن جمعیت کشور، سالانه بیش از یک میلیون و یکصد هزار تن روغن نباتی مورد نیاز هست و این در حالی است که کمتر از ۱۴٪ این مقدار در کشور تولید می‌شود و بیش از ۸۶٪ واردات روغن وجود دارد (خایات و همکاران، ۲۰۱۵؛ بیرشک، ۱۳۹۸؛ یوسفی و همکاران، ۱۳۹۴). تجربه‌های تاریخی نشان داده است که وابستگی به واردات مواد غذایی در بلندمدت یکی از مخاطره آمیزترین انواع وابستگی است. چرا که بخش عمده‌ای از درآمدهای ارزی کشور به‌جای سرمایه‌گذاری و تقویت بنیادهای اقتصادی و تأمین امکانات زیربنایی کشور، صرف واردات مواد غذایی می‌شود (زاهدی، ۱۳۸۳). از این‌رو لزوم برنامه‌ریزی بلندمدت و منسجم، باهدف نیل به خودکفایی در تولید روغن خوراکی ضروری هست.

کلزا یکی از گیاهان روغنی با کیفیت بی‌نظیر است که در سراسر جهان موجود است این گیاه در این سال‌ها در کشور توجه بسیاری را به خود جلب کرده و در کاهش واردات روغن گیاهی نیز سهم فراوانی برای آن در نظر گرفته شده است. این محصول در میان دانه‌های روغنی، در جهان بیشترین

میزان تولید را در سال‌های اخیر داشته و امروزه مقام سوم را پس از سویا و نخل روغنی در فرآورده‌های روغن نباتی احراز کرده است (FAO, 2017). کشت گیاه کلزا بر اساس اطلاعات و اسناد موجود در دو هزار سال قبل از میلاد در هند حکایت دارد که برای استفاده در روغن چراغ، روغن خوراکی و یا به‌عنوان گیاه علوفه‌ای کشت می‌شده و پس از آن برای تولید صابون و روغن روشنایی و با توسعه صنعت ماشین‌های بخار به‌عنوان لغزان‌کننده به کار گرفته شد. تحقیقات زراعی این گیاه از سال ۱۹۴۲ در کانادا شروع شد و در سال ۱۹۴۳ مقدار قابل‌توجهی تولید شد. کشت این گیاه در ایران برای اولین بار در اواخر دهه ۱۳۴۰ به‌صورت آزمایشی و محدود آغاز شد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).

دانه کلزا با داشتن بیش از ۴۰ درصد روغن منبع با ارزشی برای تأمین روغن خوراکی محسوب می‌شود. میزان زیاد روغن در دانه و ترکیب مناسب اسیدهای چرب آن (اسید اولئیک ۵۶ درصد، اسید لینولئیک ۲۱/۵ درصد و اسید لینولنیک ۸ درصد) سبب توجه اکثر کشورهای جهان به این دانه روغنی شده است (نلدا و همکاران، ۲۰۰۷). سطح بالای چربی‌های غیراشباع (۹۰ تا ۹۲/۵ درصد) و اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ در این روغن موجب برتری قابل‌توجه آن بر سایر چربی‌ها و روغن‌های گیاهی و حیوانی شده است. به‌علاوه روغن کلزا همانند روغن ذرت، سویا، گلرنگ و آفتابگردان به دلیل پایین بودن درصد اسیدهای چرب اشباع در کاهش کلسترول کل و لیپوپروتئین‌های دارای چگالی کم، مؤثر است (شاهیدی، ۱۹۹۵). علاوه بر این کلزا از معدود گیاهان روغنی است که دارای ۳۶-۴۴ درصد پروتئین در کنجاله است. با اینکه در برخی کشورهای آسیایی هنوز از کنجاله کلزا به‌عنوان یک کود استفاده می‌شود، ولی ارزش این گیاه زراعی به‌عنوان یک ماده غذایی غنی از پروتئین برای دام‌ها رو به افزایش است (سیدشریفی، ۲۰۱۷).

برای تأمین روغن نباتی کشور، کلزا انتخاب اول از میان دانه‌های روغنی زراعی است زیرا ویژگی‌های خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط مختلف آب و هوایی، اهمیت این محصول را بیشتر

نموده و به عنوان نقطه امیدی به منظور تأمین بخشی از روغن خوراکی مورد نیاز کشور به شمار می‌رود. برخی از این ویژگی‌ها عبارتند از:

✓ قطع مدار زندگی آفات و بیماری‌ها با استفاده از این گیاه در تناوب با گندم (فرجی و محتشم امیری، ۲۰۱۳)

✓ قابلیت کشت این گیاه در نظام‌های بدون خاک‌ورزی

✓ امکان کشت دوم و بین زراعی (آلتی نوک و کاراکایا، ۲۰۰۳)

✓ نقش موثر در توسعه صنعت زنبورداری

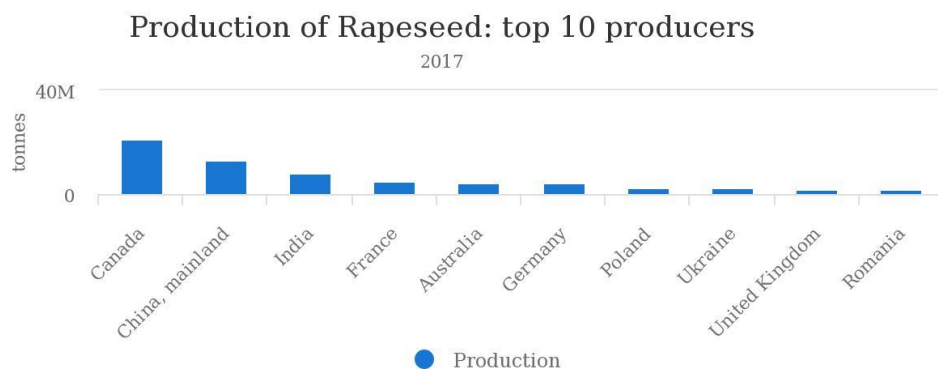
✓ داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه و حد واسط (حجازی، ۱۳۷۹)

✓ مصرف آب کمتر در کشت پاییزه و امکان استفاده از نزولات آسمانی زمستانه (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۸)

✓ پتانسیل عملکرد بالا به همراه درصد روغن بالا در مقایسه با دانه‌های روغنی دیگر

✓ تفاوت فصل رشد با دانه‌های روغنی دیگر و استفاده از ظرفیت خالی کارخانه‌های روغن‌کشی

سطح زیر کشت کلزا در جهان در سال ۲۰۱۷ بیش از ۳۴ میلیون هکتار با بیش از ۷۶ میلیون تن تولید بود که متوسط عملکرد آن ۲/۱۹ تن در هکتار به دست آمد. میزان تولید از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ به ترتیب متعلق به قاره آسیا و اروپا (۳۵/۹ درصد)، آمریکا (۲۳/۹ درصد)، اقیانوسیه (۴ درصد) و آفریقا (۰/۲ درصد) است کشورهای پیشرو در مقدار تولید هم در شکل ۱-۱ معرفی شده است (فائوستات، ۲۰۱۷).



شکل ۱-۱: کشورهای پیشرو در میزان تولید کلزا در جهان

از جمله مهم‌ترین عوامل موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین روغن کلزا می‌توان عوامل ژنتیکی، محیطی و تکنولوژی کشاورزی را برشمرد (هو و همکاران، ۲۰۰۷). تعیین تاریخ کشت مناسب یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری در گیاه و کاهش ریسک تولید می‌باشد که در هر منطقه با توجه به ویژگی‌های آب و هوایی آن منطقه تعیین می‌شود (اوزر، ۲۰۰۳). هماهنگی بین مراحل رشد و شرایط آب و هوایی و زمستان‌گذرانی موفق از مزایای تاریخ کشت مناسب است (بالالیک و همکاران، ۲۰۱۷).

۴-۱ گیاه‌شناسی کلزا

۱-۴-۱ ارتفاع بوته و وضعیت ریشه

ارتفاع بوته این گیاه زراعی از ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر متغیر است، دارای ساقه راست، منشعب و تا حدودی مدور است. کلزا دارای ریشه عمودی و بلندی است که در شرایط مناسب تا عمق ۷۰ سانتی-متری خاک و حتی بیشتر نفوذ می‌کند. عمق نفوذ و گستردگی ریشه نقش به‌سزایی در مقاومت گیاه به خشکی دارد. همچنین این گیاه دارای ریشه‌های جانبی متعددی است که معمولاً در لایه بالایی خاک پراکنده هستند و کمتر به عمق فرو می‌روند (شایان، ۱۳۹۱).

۱-۴-۲ ساقه

کلزا یک ساقه اصلی تولید می‌کند که از آن شاخه‌های زیادی منشعب می‌شود. پس از پایان زمستان ابتدا ساقه اصلی طویل می‌شود و پس از به گل نشستن ساقه اصلی، شاخه فرعی نیز شروع به طویل شدن می‌کند. عمدتاً شاخه‌های جانبی در قسمت‌های میانی و بالایی ساقه اصلی تشکیل می‌شوند و از ساقه اصلی ۸ تا ۱۰ شاخه جانبی منشعب می‌گردد. وقتی ساقه اصلی شروع به رشد می‌کند شاخه‌ها در محل اتصال برگ‌های فوقانی با ساقه جوانه‌زده و هر شاخه به یک گل‌آذین ختم می‌شود. ساقه مقطعی تقریباً مدور و عمودی بوده و رنگ آن سبز روشن است که به مرور زمان زرد می‌گردد. ارتفاع ساقه در واریته‌های مختلف از ۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر تغییر می‌کند ولی معمولاً ارتفاع آن ۷۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر است (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۴-۳ برگ

برگ‌ها در مرحله‌ی روزت به رنگ سبز بوده و دارای دمبرگی با بریدگی‌های عمیق در قاعده برگ می‌باشند. برگ‌های آن در مرحله اولیه رشد بیضی‌شکل و دارای دمبرگ بوده اما در مراحل بعدی برگ‌ها نوک‌تیز و تا حدودی به ساقه چسبیده‌اند. تعداد برگ‌ها در این مرحله به‌طور معمول از ۱۴ عدد تجاوز نمی‌کند البته تیپ‌های بهاره دارای برگ‌های روزتی کمتری هستند. آرایش برگ‌های مزبور متناوب بوده و شکل عمومی آن‌ها بیضوی با کرک‌های متعددی می‌باشد. برگ‌های اصلی گیاه دارای رنگ سبز زیتونی، بدون دمبرگ هستند. به‌طور کلی شکل این برگ‌ها بیضوی کشیده است. تعداد آن‌ها بر روی ساقه اصلی در تیپ‌های بهاره در حدود ۱۲ عدد و در تیپ‌های پاییزه بیش از ۴۰ عدد است. میزان تولید برگ و تعداد آن به‌طور مستقیم بستگی به طول دوره بین شروع گلدهی تا گلدهی کامل بوته خواهد داشت. در یک رقم خاص، زمان کاشت نیز تا حد زیادی بر این فرآیند تأثیر می‌گذارد. این برگ‌ها برخلاف برگ‌های روزتی عاری از کرک بوده و تا اندازه‌ای ضخیم هستند. به‌طور کلی

برگ‌ها در هنگام رسیدگی و برداشت خشک شده و می‌ریزند، بنابراین برداشت به سهولت امکان‌پذیر می‌گردد (شایان، ۱۳۹۱).

۱-۴-۴ گل‌آذین

گل‌آذین به شکل خوشه بلندی است که در آن گل‌ها از قسمت پایین خوشه شروع به شکافتن می‌کنند. کلزا گیاهی است عمدتاً خودگشن که میزان خودگشنی آن ۶۷ تا ۷۸ درصد است. گل‌ها دوجنسی بوده و دارای قرینه سطحی هستند. هر گل شامل ۴ کاسبرگ، ۴ گلبرگ، ۶ پرچم و مادگی ۲ برچه‌ای است که دو پرچم آن کوتاه و ۴ پرچم دیگر بلند است و رنگ گلبرگ‌ها نیز از پرتقالی تا زرد کم‌رنگ متغیر است. پرننگی و کم‌رنگی گلبرگ به رقم، شرایط آب و هوایی و اقلیمی تغذیه و دما وابسته است. رنگ زرد، عامل مفیدی در جذب حشرات و به‌خصوص زنبورعسل است. اگر در منطقه-ایی، پرورش زنبورعسل نیز مدنظر باشد توسعه پرورش کلزا عامل مؤثری برای تولید عسل خواهد بود. در هر هکتار از گرده و شهد کلزا می‌توان ۱۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم عسل استحصال نمود (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۴-۵ میوه

میوه کلزا، خورجینی به طول ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر است که فاقد کرک بوده و در انتها به یک منقار منتهی می‌شود هر خورجین دارای دو برچه است. برچه‌ها به‌وسیله دیوار کاذبی (غشای میانی) از هم جدا می‌گردند دانه‌ها در دو طرف غشای میانی قرار دارند این دیواره هنگام رسیدن میوه پاره می‌شود. در هر خورجین ممکن است ۱۵ تا ۴۰ عدد دانه تشکیل شود (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

دانه کلزا دارای شکل کروی بوده و معمولاً به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه می‌باشد. دانه‌ها هرچه نارس‌تر باشند روشن‌تر خواهند بود پوست دانه از سه لایه اپیدرم، پارانشیم و پیگمان تشکیل شده است. در قسمت زیر پوسته دانه آندوسپرم قرار دارد که اغلب از یک سلول تشکیل می‌گردد و در زیر آن جنینی قرار دارد که لپه‌های درشت و پر روغن آن را احاطه کرده‌اند وزن هزار دانه کلزا بین ۳ تا ۷ گرم متغیر می‌باشد.

۱-۵ مراحل رشد کلزا

انجمن کلزای کانادا مراحل رشد و نمو کلزا را به شش مرحله تقسیم‌بندی می‌نماید:

مرحله صفر - جوانه‌زنی: از شروع کاشت بذر تا خروج ریشه‌چه اولیه و افزایش طول ساقه‌چه و سپس مرحله رشد اولیه از شکافتن لپه‌ها تا رشد برگ‌های اولیه به طول می‌انجامد. ظهور جوانه اولیه ممکن است ۴ - ۱ روز طول بکشد در طول این دوره گیاهچه به عوامل بیماری‌زای خاکری حساس است.

مرحله اول - سبز شدن: از شروع تولید برگ تا زمانی که اولین میانگره قابل تشخیص می‌شود و با مرحله روزت در کلزای زمستانه کامل می‌گردد. این مرحله به غلف‌های هرز حساس است.

مرحله دوم - مرحله روزت: بین لپه‌ها و نقاط رشد فاصله ایجاد می‌شود و در انتهای این مرحله بیست میانگره قابل تشخیص است. مشخصه این مرحله افزایش شاخص سطح برگ است. گیاه چند هفته در این مرحله باقی خواهد ماند و با افزایش طول روز و دما برای مرحله سوم تحریک می‌شود.

مرحله سوم - مرحله غنچه‌دهی: پژوهشگران این مرحله را مرحله جوانه سبز نامیده‌اند و در انتها بیش از نیمی از جوانه‌های گل، زرد هستند و پایین‌ترین جوانه‌ها به گل‌دهی می‌رسند. در انتهای این مرحله از رشد گیاه، ۶۰ - ۳۰ درصد از کل ماده خشک را تولید کرده است.

مرحله چهارم - گل‌دهی: این مرحله با ظهور گل‌ها شروع و با ظهور خورجین‌ها پایان می‌پذیرد. ۸۰ درصد از کل جوانه‌های خوشه، گل داده یا در حال گل‌دهی هستند.

مرحله پنجم - مرحله رسیدگی: گل‌های بارور شده یک نیام یا تخمدان یک سانتی‌متری را بعد از افتادن گلبرگ‌ها باقی می‌گذارند و تا زمانی که تمام نیام‌های بالقوه خوشه، بیش از ۲ سانتی‌متر طول دارند به اتمام می‌رسد (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۶ ویژگی کلی

بیش از نود درصد مصرف داخلی روغن‌های خوراکی کشور از طریق واردات تأمین می‌شود. به این لحاظ لزوم برنامه‌ریزی بلندمدت و منسجم با هدف نیل به خودکفایی در تولید روغن‌های خوراکی غیرقابل‌انکار خواهد بود. چندی است که گیاه کلزا به‌عنوان یک گیاه مناسب روغنی برای کشت در شرایط آب و هوایی کشور مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به شرایط دما و رطوبت، کاشت پاییزه این گیاه در اغلب نقاط کشور به‌راحتی امکان‌پذیر است. کلزا در تناوب با سایر محصولات زراعی به‌ویژه غلات قرار می‌گیرد و در کنترل بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز مزارع مؤثر می‌باشد. روغن دانه ارقام خوراکی کلزا دارای کیفیت بسیار مطلوب است. در نهایت پس از استحصال روغن، کنجاله باقیمانده سرشار از پروتئین بوده و برای استفاده در تغذیه دام مناسب می‌باشد. در حال حاضر این محصول در بسیاری از کشورهای جهان کشت می‌شود و از مهم‌ترین تولیدکنندگان آن می‌توان به چین، هندوستان، کانادا، آلمان، فرانسه و انگلستان اشاره کرد (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۷-۱ ارقام کلزا

مناطق سرد: fornax, okapi, slmo46

مناطق معتدل سرد: طلائی Colvert, orient

مناطق گرم جنوب و سواحل خزر: ponsor Hyola 308, Hyola 401, PF 7046/91,

option 501 (کشت دوم بعد از برداشت برنج) (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۸-۱ عملیات کاشت

۱-۸-۱ نوع خاک

کلزا نسبت به انواع مختلف خاک سازگاری وسیعی نشان می‌دهد اما مناسب‌ترین اراضی بافت متوسط با زهکشی مناسب و وجود مواد آلی برای رشد آن کافی می‌باشد. خاک‌های شنی اغلب به دلیل عدم نگهداری رطوبت مناسب نمی‌باشند. همچنین کلزا در خاک‌های شور و یا قلیایی به خوبی رشد نمی‌کند. برای کاشت مطلوب کلزا انتخاب خاک مناسب و همچنین تهیه بستر مناسب بذر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۸-۲ آماده‌سازی زمین

تهیه بستر مناسب بذر یکی از شرایط اصلی در موفقیت زراعت کلزا در تمام مناطق است. بذور کوچک کلزا نیاز به بستر کاشت مرطوب با بافت ظریف، منسجم و مناسب دارد تا رطوبت کافی برای جوانه‌زنی و رشد را در اختیار داشته باشد. برای تأمین شرایط فوق معمولاً عملیات خاک‌ورزی شامل شخم عمیق دیسک و ماله انجام می‌شود. بعد از شخم عمیق برای از بین بردن کلوخ‌های خاک دوبار دیسک عمود بر هم ضروری می‌باشد. در این مرحله می‌توان علف‌کش پیش از کاشت مانند ترفلان را

نیز با خاک مخلوط کرد. جهت استفاده از این علف‌کش تهیه زمین و بستر کاشت باید به نحو مطلوبی انجام پذیرد. زمین‌هایی که دارای کلوخ هستند (خشک کاری) علف‌کش تأثیر لازم را نخواهد داشت. در زراعت کلزا پس از دیسک از ماله نیز استفاده می‌شود که به سبز شدن یکنواخت مزرعه کمک خواهد کرد (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۸-۳ تاریخ کاشت

در کشت پائیزه کلزا، تاریخ کشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در کلزا تاریخ کشت بهینه با وضع جغرافیایی منطقه ارتباط مستقیم دارد. در کلزای پائیزه زمان کاشت باید طوری انتخاب شود که رشد کافی را در پائیز تأمین کند. تا گیاه با خطر سرما و حمله آفات در زمستان مواجه نشود و بتواند گل‌آذین کامل تشکیل دهد. ولی میزان رشد کلزا در پائیز نباید به حدی باشد که نقطه رویش در معرض خطر سرمازدگی قرار گیرد. کلزا در مرحله ۶-۸ برگ‌گی حداکثر مقاومت به سرما را دارد و بدون پوشش برف سرمای ناگهانی ۱۵ درجه سانتی‌گراد زیر صفر را تحمل می‌کند. تاریخ‌های کاشت زیر برای مناطق مختلف توصیه می‌شود (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

__ مناطق سردسیر (آذربایجان) ۲۰-۱۵ شهریور

__ غرب کشور ۳۰-۱۵ شهریور

__ مناطق سواحل خزر (گرجان و مازندران) ۱۵ مهر تا ۱۵ آبان

__ مناطق گرمسیر اوایل آبان تا اوایل آذر

۴-۸-۱ کاشت کلزا

کاشت کلزا هم به صورت ردیفی و هم دستپاش صورت می‌گیرد. میزان بذر مصرفی در روش کاشت ردیفی ۶-۸ کیلوگرم در هکتار و در روش دستپاش ۱۰-۱۲ کیلو در هکتار می‌باشد. کاشت به صورت ردیفی با استفاده از ادوات کاشت موجود در منطقه نظیر بذرکارهای پنوماتیک و انواع ردیف‌کارهای غلات انجام می‌گیرد که باید در تنظیم آن دقت کافی صورت گیرد.

عمق کاشت معمولاً بین ۱-۲ سانتی‌متر می‌باشد که بسته به نوع رقم، خاک و اقلیم متفاوت است. فواصل خطوط کاشت بین ۳۰-۴۰ سانتی‌متر و فواصل بوته روی خط ۳-۴ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. تراکم مطلوب ۷۰-۸۰ بوته در مترمربع می‌باشد (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۹-۱ نیاز کودی کلزا

مصرف بهینه کودهای شیمیایی علاوه بر افزایش عملکرد محصول، کیفیت مطلوب گیاه را نیز موجب می‌شود. میزان کود مورد نیاز بهتر است پس از انجام آزمایش‌های خاکشناسی زمین مورد نظر توصیه گردد (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۹-۱ ازت

کلزا نیاز فراوانی به نیتروژن دارد و استفاده از کود ازته برای تولید عملکرد بهینه ضروری است. محصول کلزای پائیزه برای تولید هر تن دانه ۷۰ کیلوگرم ازت جذب می‌کند. استفاده از یک سوم میزان ازت توصیه شده در هنگام کاشت و بقیه در دو مرحله شروع رشد مجدد پس از پایان سرمای زمستان و قبل از گل‌دهی بیشترین عملکرد را تولید می‌کند. اولین علامت کمبود ازت رشد کم و رنگ سبز روشن ساقه و برگ‌هاستر (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۹-۲ فسفر

محصول کلزا به ازای هر تن دانه حدود ۱۵-۱۲ کیلوگرم فسفات از خاک برداشت می‌کند. مقدار پروتئین و روغن کلزا تحت تأثیر مصرف فسفات قرار دارد. برگ‌ها و ساقه گیاهانی که دچار کمبود هستند ابتدا به رنگ سبز متمایل به آبی تیره و بعد ارغوانی رنگ در می‌آیند. گیاه کوتوله شده و ریشه‌های آن کوتاه می‌ماند. فسفات‌ها به دلیل تحرک کم باید قبل از کاشت به خاک اضافه شود. علاوه بر عناصر فوق کلزا به پتاسیم، گوگرد و همچنین به مقادیر اندکی از بر و روی نیز نیاز دارد.

۱-۱۰ عملیات داشت

۱-۱۰-۱ آبیاری

کمبود آب اثر سویی بر عملکرد کلزا می‌گذارد. حساس‌ترین زمان برای آبیاری مرحله گل‌دهی و اوایل غلاف بندی می‌باشد و کمبود آب در این مرحله موجب کاهش فوق‌العاده تعداد غلاف، دانه‌بندی، کوچک ماندن دانه‌ها و کاهش روغن می‌شود. در بیشتر مناطق ۲-۳ نوبت آبیاری در پائیز و ۲-۳ نوبت آبیاری بهار (مرحله شروع رشد در بهار، مرحله گل‌دهی، مرحله تشکیل غلاف) موردنیاز است که بستگی به شرایط محیطی، میزان نزولات، حرارت محیط و تبخیر دارد (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۱۱ آفات کلزا

از مهم‌ترین آفات کلزا در ایران می‌توان به شته مومی کلم، سوسک پولن خوار و پروانه سفیده کلم اشاره کرد. در مواردی که خسارت شدید باشد باید نسبت به سمپاشی مزرعه علیه این آفات در زمان مناسب اقدام نمود.

۱-۱۲ بیماری‌های کلزا

از مهم‌ترین بیماری‌های کلزا در ایران می‌توان به پوسیدگی ساقه، ساق سیاه و آلترناریا اشاره کرد. برای مبارزه باید از ارقام مقاوم و نیز روش‌های به زراعی از جمله تاریخ کاشت مناسب، تراکم مناسب، تناوب زراعی و آیش استفاده کرد (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۱۳ علف‌های هرز کلزا

یکی از عوامل مهم محدودکننده کشت کلزا علف‌های هرز است. رقابت علف‌های هرز بر کمیت و کیفیت محصول کلزا تأثیر می‌گذارد. علف‌های هرز نه‌تنها در مصرف آب، نور و مواد غذایی با کلزا رقابت می‌کنند بلکه اختلاط بذور علف‌های هرز هم‌خانواده کلزا باعث پایین آمدن کیفیت روغن و کنجاله می‌شود. برای مبارزه با علف‌های هرز از روش‌های ذیل استفاده می‌شود.

- روش‌های زراعی: آماده‌سازی زمین در کاهش علف‌های هرز بسیار مؤثر بوده و بهتر است قبل از کشت آبیاری نموده و علف‌های هرز رشد کرده و دیسک یا در صورت امکان با رانداپ و گرماکسون از بین برد. چون بذر کلزا با بذور علف‌های هرز تیره شب بو مثل خردل وحشی و شلمی مخلوط می‌شود و جدا کردن آن‌ها بسیار مشکل و حتی غیرممکن است باید از بذور پاک و عاری از علف‌های هرز استفاده نمود. رعایت عمق، فاصله و تاریخ مناسب کاشت در حداکثر تراکم توصیه شده باید مدنظر قرار گیرد. در زراعت‌های ردیفی از ادوات مکانیکی مانند کولیتواتور در کنترل علف‌های هرز استفاده می‌گردد.

روش‌های شیمیایی:

در این روش از سموم شیمیایی جهت مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ، باریک برگ استفاده می‌شود (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۱۴ برداشت کلزا

زمان برداشت مناسب جهت دستیابی به عملکرد بیشتر اهمیت بسیاری دارد. برداشت زودهنگام می‌تواند کیفیت محصول را به علت بذره‌های کوچک و نارس و درصد بالای سبزینه کم کند. در صورتی که برداشت دیرهنگام به علت ریزش غلاف‌های زودرس باعث نقصان عملکرد می‌شود. محصول می‌تواند به صورت دستی، با کف برها و یا برداشت مستقیم درو شود.

مرحله مناسب برداشت دستی یا کف برکردن با نمونه برداری از قسمت میانی شاخه اصلی و شاخه‌های اولیه تأمین می‌شود و با شمارش بذور سیاه و سبز درصد بذور سیاه محاسبه می‌شود. وقتی ۴۰ تا ۵۰٪ دانه‌ها به رنگ قهوه‌ای روشن تا سیاه متمایل می‌شوند محصول باید برداشت و برای خشک کردن به محل خرمن‌کوبی برده شود. جهت کاهش ریزش، درو باید اوایل صبح و یا عصر انجام شود. در برداشت مستقیم وجود ۹۰-۸۵٪ بذور سیاه مشخصه‌ای کاربردی جهت شناسایی بهترین زمان برداشت است. هیبریدهای کلزا به دلیل رسیدگی یکنواخت و زودرس برای برداشت مستقیم مناسب می‌باشد. در برداشت مستقیم کلزا تعیین زمان مناسب و تنظیم دقیق کمباین اثر فوق‌العاده در کاهش ریزش دانه دارد. (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

فصل ۲. بررسی منابع

به‌طور کلی هورمون‌ها نقش مهمی در تعیین پاسخ رشد گیاه در برابر تغییرات محیطی دارند. همچنین هورمون‌ها در تنظیم رشد ساقه و ریشه در شرایط خشکی اهمیت ویژه‌ای دارا می‌باشند، تأثیر خشکی بر اجزای عملکرد به مقدار زیادی به مصادف شدن زمان تنش با زمان توسعه‌بخشی از گیاه که به‌عنوان عملکرد اقتصادی مصرف می‌شود، بستگی دارد. به‌طور معمول، می‌توان گفت که یک اندام گیاه در مرحله رشد و نمو سریع خود بیشترین حساسیت را به تنش دارد. اسلاتیر (۱۹۷۳) اثر تنش آبی بر نمو گل‌آذین، لقاح و پر شدن دانه را در غلات بررسی کرد. اگرچه او نشان داد که تنش آبی در خلال نمو گل‌آذین تعداد آغازه‌ها و توسعه آن‌ها به گلچه‌های بارور را کاهش داد، اما اشاره‌ای به این موضوع نکرد که تنش رطوبت قبل از ظهور سنبله به‌طور قابل‌توجهی می‌تواند تعداد سنبله‌هایی را که ظاهر می‌شوند کاهش دهد (میری، ۱۳۸۴). اسید سالسیلیک مقاومت گیاهان را افزایش می‌دهد (جیمز و همکاران، ۱۹۹۸)، اثر علف‌کشی دارد (شیتیل و بالک، ۱۹۸۳) ریزش برگ را کاهش می‌دهد (فرارس و همکاران، ۱۹۹۶) همچنین سبب افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود (سالیسبری و رز، ۱۹۹۲)، مانع ساخت اتیلن می‌شود (رومانی و همکاران، ۱۹۸۹؛ هانگ و همکاران، ۱۹۹۳) و کیفیت پروتئین را نیز تغییر می‌دهد (جانگ و همکاران، ۱۹۹۳) اسید سالسیلیک و ترکیبات شبیه فنولیک مقاومت گیاهان را در مقابل تنش‌ها (برگمن و همکاران، ۱۹۹۴؛ اگنس و همکاران، ۲۰۰۵) به وسیله تغییر اثرات اسید آبسزیک (آپت و لالوریا، ۱۹۸۲) و سایتوکنین (رای و همکاران، ۱۹۸۳) افزایش می‌دهد.

در آزمایشی نتایج آنالیز واریانس داده‌های حاصل از اثر متقابل اسید سالسیلیک و تنش خشکی نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از موارد ذکر شده معنی‌دار نیست. نتایج آنالیز واریانس داده‌های حاصل از اثر متقابل اسید سالسیلیک و اتیلن نشان می‌دهد که اثر متقابل اسید سالسیلیک و اتیلن بر میانگین جوانه‌زنی در روز و درصد جوانه‌زنی معنی‌دار است (مظاهری و کلانتری، ۱۳۸۵).

میکروارگانسیم‌های مختلف اسید سالیسیلیک را از مسیر کوریزومیک اسید که یک حد واسط مهم مسیر شیمیکی اسید است، سنتز و به بیرون ترشح می‌کنند و مقدار زیادی از این ترکیبات در نمونه‌های خاک برداشته‌شده از ریزوسفر ذرت و لوبیا وجود دارد (پوپووا و همکاران، ۱۹۹۷)، گیاهان در اولین مرحله زندگی فعال (جوانه‌زنی بذر) با این ترکیبات مواجه می‌گردند (پوپووا و همکاران، ۱۹۹۷). راجاسکارین و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که سالیسیلات‌ها بر جوانه‌زنی اثر تشدید دارند ولی در دماهای پایین از پیش تیمار سالیسیلات‌هایی مثل استیل اسید سالیسیلیک (ASA)، سالیسیلیک اسید و ۲ و ۶- دی هیدروکسی بنزوئیک اسید (DHBA) برای تحریک جوانه‌زنی در دمای محدودکننده ۵ درجه سانتی‌گراد استفاده می‌کنند (راجاسکارین و همکاران، ۲۰۰۲) در گیاهچه‌های گندم اسید سالیسیلیک از طریق افزایش مقدار آبسازیک اسید (ABA) باعث پیش سازگاری نسبت به استرس‌های اکسیداتیو می‌شود. اسید سالیسیلیک با اثر بر مقدار ABA باعث جلوگیری از جوانه‌زنی بذر می‌گردد (وو و همکاران، ۱۹۹۸). گرچه در بسیاری از دانه‌ها نقش اتیلن به‌عنوان محرک جوانه‌زنی گزارش شده است، اما در این درصد جوانه‌زنی در بذره‌ای تحت تیمار با اسید سالیسیلیک کاهش نشان می‌دهد. احتمالاً کاهش مشاهده شده در درصد جوانه‌زنی ممکن است ناشی از مهار بیوسنتز اتیلن باشد زیرا مشخص شده است که اسید سالیسیلیک نقش مهارکنندگی در بیوسنتز اتیلن دارد و این اثر را از طریق تأثیر بر آنزیم ACC سنتز اعمال می‌نماید (راسکین، ۱۹۹۲؛ یامادا و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به گزارش راجاسکاران (۲۰۰۲) اسید سالیسیلیک باعث تحریک جوانه‌زنی گیاه هویج در دماهای پایین می‌شود؛ زیرا در دماهای پائین ترکیبات ترموژن مثل استیل اسید سالیسیلیک (ASA)، اسید سالیسیلیک و ۲ و ۶- دی هیدروکسی بنزوئیک اسید جوانه‌زنی را تحریک می‌کنند (شاکیروا، ۲۰۰۳). این امکان وجود دارد که این ترکیبات با اثر بر بیوسنتز جیبرلین روی جوانه‌زنی اثر گذاشته و به‌عنوان القاء کنندگان ترموژن عمل نمایند (شاه و همکاران، ۲۰۰۲).

دولت‌آبادیان و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی برای بررسی اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذر گندم در شرایط تنش شوری دریافتند که اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته و هم در شاهد و هم در تیمارهای تنش دیده سبب افزایش جوانه‌زنی می‌شود، استفاده از اسید سالیسیلیک موجب افزایش رشد طولی ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه می‌گردد. کاربرد اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار اثر بازدارندگی بر جوانه‌زنی و رشد دارد. سنجش فعالیت آنزیمی نشان داد که فعالیت آنزیم‌ها در شرایط تنش شوری افزایش یافته و اسید سالیسیلیک سبب کاهش فعالیت این آنزیم‌ها یا به عبارتی کاهش تنش شوری می‌شود.

مظاهری تیرانی و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی اثرات اسید سالیسیلیک بر برخی پارامترهای رشد و بیوشیمیای گیاه کلزا تحت تنش خشکی را مورد بررسی قرار دادند آن‌ها دریافتند که کاهش میزان پراکسیداسیون لیپید و قندهای احیاکننده در گیاهانی که به‌طور توأم با اسید سالیسیلیک و تنش خشکی تیمار شده بودند نسبت به گیاهانی که فقط در معرض تنش خشکی بودند نشان‌دهنده کاهش خسارت اکسیداتیو در گیاهان است از طرف دیگر افزایش پروتئین‌ها رنگیزه‌های فتوسنتزی و قندها نشان‌دهنده نقش اسید سالیسیلیک در افزایش مقاومت این گیاه در برابر تنش خشکی است بنابراین اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پائین‌تر از یک میلی‌مول در رفع آسیب اکسایشی نقش دارد ولی غلظت ۱/۵ میلی‌مول اسید سالیسیلیک اثرات تنشی ناشی از تنش خشکی را تشدید می‌کند.

ساخابوت دینوا و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی که در خصوص کاربرد خارجی سالیسیلیک در کاهش اثرات زیان‌بار فعالیت عوامل تنش‌زا روی گندم انجام دادند مشخص کردند که اسید سالیسیلیک موجب افزایش تقسیم سلولی در داخل مریستم‌های ریشه‌های گیاهچه و در نتیجه موجب افزایش رشد گیاه شد، تیمار با اسید سالیسیلیک موجب افزایش میزان IAA، ABA و از کاهش میزان تجمع سایتوکینین هم جلوگیری کرد، پیش تیمار با غلظت ۰/۰۵ میلی‌مول در مقایسه با دیگر تیمارها موجب افزایش بیشتر رشد و اجزای عملکرد گردید.

امین و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی که روی اثر فیزیولوژیکی محلول پاشی ایندول تری بوتریک-اسید و اسید سالسیلیک بر رشد عملکرد و محتوای شیمیای گیاه پیاز انجام دادند متوجه شدند که کاربرد اسید سالسیلیک موجب افزایش معنی داری در تعداد برگ ها و رنگدانه های فتوسنتزی و کیفیت محتوای قندی در غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر نسبت به تیمارهای ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر و تیمارهای بدون کاربرد اسید سالسیلیک بود، ترکیب ایندول تری بوتریک-اسید و اسید سالسیلیک در محلول پاشی موجب افزایش معنی داری در صفات رشد، تجمع قندهای محلول، اسید آمینه های آزاد، فنل ها و مجموع ایندول ها در پیاز گردید که بیشترین افزایش در غلظت ۱۰۰ و ۵۰ میلی گرم اسید سالسیلیک در مقایسه با دیگر تیمارها دیده شد.

افزال و همکاران (۲۰۰۶) پژوهشی را برای بررسی کاهش اثرات استرس شوری در گندم بهاره به وسیله پیش تیمار با آبسیزیک اسید، اسید سالسیلیک و اسکوربیک اسید انجام دادند آن ها دریافتند که تنش شوری موجب کاهش معنی داری در پارامترهای رشد ریشه و اندام هوایی در گندم بهاره می شود در حالی که بذور پرایمینگ شده در این آزمایش کاهش کمتری در مقایسه با بذور بدون تیمار نشان دادند. در بین تیمارها غلظت ۵۰ پی پی ام اسید سالسیلیک و اسکوربیک اسید نسبت به دیگر تیمارها در شرایط تنش شوری درصد جوانه زنی سرعت ظهور گیاهچه، طول ریشه و وزن خشک بیوماس تولیدی بیشتری داشتند.

حسین و همکاران (۲۰۰۷) پژوهشی را برای بررسی اثر محلول پاشی اسید سالسیلیک و تنش شوری بر رشد گیاه ذرت انجام دادند تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش های آنان نشان داد که یک رابطه منفی بین پارامترهای رشد رویشی و میزان اسیدهای آمینه و افزایش غلظت نمک در آب آبیاری وجود دارد در گیاهان تحت تنش شوری تیمار شده با محلول ۲۰۰ پی پی ام اسید سالسیلیک در مقایسه با دیگر تیمارها فاکتورهای رشد در ذرت بهبود پیدا کرد و غلظت اسیدهای آمینه نیز افزایش یافت.

آزمایشی به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار بذر توسط اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشد گیاهچه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) انجام شد نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد اثرات ساده و متقابل کلیه فاکتورها بر روی صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی‌دار بود. از بین سطوح اسید سالیسیلیک، پیش تیمار با غلظت ۱ میلی مولار بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه را دارا بود و غلظت ۱/۵ میلی مولار بالاترین نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را داشت (مرادی و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹).

نتایج آزمایشی نشان داد خشکی باعث کاهش کلروفیل، محتوای نسبی آب، وزن تر و خشک علوفه و افزایش نشت یونی گردید. در مقابل افزایش معنی‌دار کلروفیل، محتوای نسبی آب، وزن خشک علوفه و کاهش معنی‌دار نشت یونی در گیاهان تیمار شده با اسید سالیسیلیک مشاهده شد. (مهرابی‌ان مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

آزمایشی روی اثر اسید سالیسیلیک و جیبرلیک اسید بر سرعت جوانه‌زنی بذر عدس انجام شد که نتایج حاصل نشان داد اسید سالیسیلیک و جیبرلین (به‌تنهایی) باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذر و سرعت جوانه‌زنی بذر گردید. در برهمکنش این دو هورمون فقط در تیمار ۱۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک همراه با ۱۰۰ میکرومولار جیبرلین نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر مشاهده شد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۸).

سالیسیلیک اسید از جمله ترکیبات فنولیکی است که نقش تنظیم‌کنندگی در فرآیندهای زیستی و بیوشیمیایی گیاهان دارد (خان و همکاران، ۲۰۰۳) که از آن جمله می‌توان به تنظیم تعرق، بسته شدن روزنه‌ها، تراوایی غشاء، رشد و فتوسنتز اشاره کرد (خان و همکاران، ۲۰۰۳؛ شاکر و و و

همکاران، ۲۰۰۳). به‌طور کلی، یافته‌های پژوهشگران نشان می‌دهد که این ترکیب از جوانه‌زنی تا پیری گیاه، می‌تواند تأثیرگذار باشد و منجر به افزایش کارایی فتوسنتز و محصول نهایی می‌گردد. فتوسنتز فرآیندی است که نقش اساسی را در عملکرد گیاهان زراعی بازی می‌کند (فیویل و همکاران، ۱۹۹۹). وزن کل اندام هوایی و عملکرد گیاهان رابطه مستقیمی با میزان فتوسنتز دارد و افزایش کارایی فتوسنتز می‌تواند منجر به افزایش عملکرد شود. مکان اصلی فتوسنتز، برگ‌های سبز گیاهان می‌باشد که میزان تولید آن‌ها بستگی به فعالیت رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی (به‌ویژه کلروفیل)، نور و توانایی گیاه در تثبیت CO_2 دارد (هیروس و همکاران، ۱۹۹۷).

نتایج پژوهش‌های انجام‌شده حاکی از تأثیر غیر قابل انکار سالیسیلیک اسید و دیگر مشتقات سالیسیلات بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه می‌باشد. میزان این تغییرات بسیار متفاوت بوده و ممکن است در بعضی واکنش‌ها تحریک‌کننده، در بعضی تسریع‌کننده و در بعضی دیگر متوقف‌کننده باشد (راسکین، ۱۹۹۲). پژوهش‌های گذشته نشان داده است که استفاده از سالیسیلیک اسید در گیاهان زراعی باعث بهبود عملکرد و اجزاء عملکرد می‌شود (زآو و همکاران، ۱۹۹۵) که ناشی از تأثیر سالیسیلیک اسید بر فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه است. افزایش در تعداد غلاف در گیاهان سویا و باقلا و همچنین افزایش عملکرد در گندم از جمله این نتایج است (کریشنا و همکاران، ۲۰۰۴؛ تمام، ۲۰۰۳ کایدان و همکاران، ۲۰۰۷).

همچنین، زو و همکاران (۱۹۹۹) افزایش ۹ درصدی وزن دانه ذرت در اثر تیمار سالیسیلیک اسید نسبت به تیمار ساکارز و آب مقطر را ناشی از انتقال بیشتر آسیمیلات ها و مواد حاصل از فتوسنتز به دانه‌ها عنوان کردند. یکی دیگر از نقش‌های متعدد ترکیبات فنولیکی ممانعت از تجزیه هورمون اکسین (از طریق غیر فعال کردن آنتی اکسین‌ها) می‌باشد (رد و همکاران، ۱۹۹۸). از طرفی، اکسین با افزایش میزان فتوسنتز خالص، باعث افزایش رشد گیاه می‌شود (زآو و همکاران، ۱۹۹۵).

فصل ۳ مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش

به منظور بررسی تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر ژنوتیپ‌های کلزا آزمایشی یک ساله (۱۳۹۹-۱۴۰۰) در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود، واقع در شهر بسطام (کیلومتر ۸ جاده شاهرود آزادشهر) اجرا شد. طول و عرض جغرافیایی محل اجرای آزمایش به ترتیب ۵۴ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ارتفاع محل از سطح دریا ۱۳۴۹ متر می باشد. میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۱۵۶/۵ میلیمتر و میانگین دمای سالانه ۱۴/۴ درجه سانتیگراد می باشد

۳-۱ تیمارهای آزمایشی

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش: فاکتور اول شامل سه رقم کلزا نیلوفر، نیما و نفیس و فاکتور دوم شامل سه سطح اسید سالیسیلیک: عدم مصرف، مصرف ۲۵۰ میکرو مولار و مصرف ۵۰۰ میکرو مولار) در لیتر که در دو مرحله چهار برگی و روزت اعمال شد.

تعداد کل کرت‌های آزمایشی ۳۶ کرت و هر کرت آزمایش دارای ۴ خط کاشت به طول ۴ متر با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتیمتر و روی ردیف ۵ سانتیمتر بودند. هنگام نمونه برداری دو خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد.

۳-۲ مشخصات ارقام:

۱- رقم نفیس:

لاین L72 حاصل از برنامه ملی به‌نژادی کلزای کشور که از تلاقی بین دو رقم Orient×Modena در سال ۱۳۸۳ در کرج و آزمایشات متعدد بعدی طی ۱۳ سال انتخاب و در سال ۱۳۹۶ با نام "نفیس"

نام‌گذاری و معرفی گردید. لاین L72 ضمن برتری در آزمایشات مقدماتی در قیاس با شاهد (رقم اکاپی)، در آزمایشات سازگاری در چهار منطقه ضمن کسب رتبه اول افزایش عملکرد ۲۷۷ کیلوگرم در هکتار با پایداری بالا را نسبت به شاهد نشان داد. نتایج مطالعات در شرایط زارعین نشان داد که این لاین در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد (یک بار آبیاری کمتر نسبت به شرایط نرمال) نسبت به رقم شاهد اوکاپی برتری معنی‌دار داشته (با افت عملکرد ناشی از تنش خشکی آخر فصل ۳۲۰ و ۷۸۲ در مقابل ۸۱۰ و ۱۰۵۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در برآآن و برخوار اصفهان) و در شرایط کشت تاخیری نسبت به رقم شاهد اوکاپی در منطقه زنجان با افت اندک عملکرد دانه (۶۱۱ در مقابل ۲۱۱۱ کیلوگرم در هکتار) برتری داشت. نتایج حاصل از ارزیابی‌های مزرعه ای حاکی از تحمل بالای این لاین در مقابل بیماری پوسیدگی سفید ساقه با اختلاف معنی‌دار آماری با رقم شاهد اوکاپی بود.

۲- نیما

از سال ۱۳۸۰ تلاقی بین دو رقم Modena و Okapi در کرج و انتخاب نتایج مطلوب از جمعیت F2 حاصله در همدان آغاز گردید. گزینش لاین های برتر در نسل‌های در حال تفکیک از طریق روش شجره‌ای منجر به حصول لاین کلزای زمستانه SW 102 شد. این لاین به همراه دیگر لاین‌ها و رقم شاهد در آزمایش های مقدماتی عملکرد بررسی و برتری نسبی آن تأیید شد. سازگاری و همچنین برتری عملکرد لاین SW102 در قیاس با شاهد منطقه (Okapi) (طی مطالعات تکمیلی تایید گردید. لاین SW 102 نسبت به رقم شاهد حدود ۶۰۰ کیلوگرم عملکرد بیشتر تولید می‌کند. برتری حدود ۱۲ درصدی از لحاظ عملکرد روغن دانه نسبت به رقم شاهد دارد. به بیماری فوما و پوسیدگی سفید اسکروتینیایی نسبتاً متحمل است. تحمل بیشتر به تنش خشکی انتهای فصل در مناطق هدف و امکان کشت با تاخیر و کاهش وابستگی به واردات بذر از محاسن دیگر این لاین است.

۳- نیلوفر

از سال ۱۳۸۳ و با تلاقی بین دو رقم symbol و orient در مزارع تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج، برنامه‌های به‌نژادی به منظور تولید رقم نیلوفر آغاز شد. پس از خالص سازی و انتخاب اولیه لاین‌ها، آزمایشات مقدماتی و سازگاری در مناطق مختلف کشور انجام شد و طی آن لاین‌ای برتر از جمله لاین برتر R15 انتخاب شدند. با انجام آزمایشات تکمیلی و بررسی‌های آزمایشگاهی، لاین R15 در سال ۱۳۹۸ با نام نیلوفر نام‌گذاری و معرفی شد.

نیلوفر رقم زمستانه و غیر هیبرید و دو صفر هست که سازگاری بسیاری خوبی با شرایط آب و هوایی مناطق سرد و معتدل سرد کشور دارد. براساس نتایج آزمایشات انجام شده رقم نیلوفر نسبت به تاریخ کشت تاخیری و شرایط خشکی انتهای فصل رشد در مقایسه با رقم شاهد (okapi) تحمل بیشتری داشته است و دچار افت عملکرد کمتری شده است. مجموع نتایج آزمایشات انجام شده نشان داد که رقم نیلوفر نسبت به رقم شاهد حدود ۵۴۰ کیلوگرم برتری عملکرد دانه دارد.

۳-۳ نحوه اجرای آزمایش

بذر کلزا از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی شاهرود تهیه شد. عملیات آماده‌سازی زمین شامل آبیاری و شخم بوسیله گاواهن برگردان‌دار قبل از کشت، دیسک و ماله برای خرد کردن کلوخ‌ها و یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه بود.

۳-۴ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌هایی از خاک مزرعه (اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر) تهیه و به آزمایشگاه تحقیقات خاک و آب منتقل شد. بعد از خشک کردن نمونه‌ها

و خرد کردن آن‌ها با عبور دادن از الک ۲ میلی‌متری، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری و وزن مخصوص ظاهری خاک با روش پارافین (نمونه‌های دست نخورده) و مقدار رطوبت در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از صفحات فشاری^۱ در مکش‌های ۰/۳ و ۱۵ بار تعیین شد. با استفاده از گل اشباع تهیه شده از نمونه خاک، pH آن توسط دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی خاک به وسیله دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شد. فسفر خاک به روش اسپکتروفتومتر، نیتروژن کل خاک به روش کجلدال و پتاسیم با روش استات آمونیوم با دستگاه فلیم فتومتر مدل جنوی تعیین شد.

جدول ۱-۳ خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه را نشان می‌دهد

جدول ۱-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه		
عمق خاک (سانتی‌متر)		پارامترهای اندازه‌گیری شده
۳۰-۶۰	۰-۳۰	
لوم	لوم	۱-بافت خاک
۴۵	۴۵	الف- درصد شن
۳۴	۳۲	ب- درصد سیلت
۲۱	۲۳	ج- درصد رس
۱/۵۹	۱/۴۶	۲- وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)
۱۹/۷	۲۰/۷	۳- رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرعه (درصد)
۹	۹/۵	۴- رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی (درصد)
۷/۸	۷/۹	۵- اسیدیته خاک (pH)
۱/۳	۱/۴	۶- هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی زیمنس بر متر)

^۱ - Pressure Plate

۷- عناصر غذایی

۲۵۰	۱۵۰	الف- پتاسیم قابل جذب (ppm)
۱۲	۱۶	ب- فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)
۰/۰۵	۰/۰۵	ج- ازت کل (درصد)

۳-۵ کیفیت آب

به منظور تعیین کیفیت آب آبیاری، نمونه‌ای از منبع آب تهیه و آزمایش شد. نتایج تجزیه‌ی کیفی آب مورد آزمایش در جدول ۳-۲ ارائه شده است. دور آبیاری هر پنج روز یکبار و با استفاده از نوار تیب انجام شد و آبیاری برای همه کرت‌ها به صورت یکسان انجام شد.

جدول ۳-۲- نتایج تجزیه‌ی کیفی آب مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی		کاتیون‌ها						آنیون‌ها
(میکرو موس بر سانتی‌متر)		(میلی اکی والان بر لیتر)						(میلی اکی والان بر لیتر)
pH		SAR ^۱						
		HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻ SO ₄ ²⁻ Cl ⁻ K ⁺ Na ⁺ Ca ²⁺ + Mg ²⁺						
۸/۱	۱۱۵۱	۵/۶	۳/۵	-	۵/۲	۰/۹۲	۲/۹۸	۲/۱

در تاریخ ۱۲ مهر در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ کشت به صورت مستقیم و به صورت دستی و در عمق ۲ سانتی‌متر انجام گرفت و تنک کردن مزرعه در مرحله رشدی چهار برگی انجام شد و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر و بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در ادامه، بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، اقدام به کودپاشی شد (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ماکرو (نیتروژن

^۱ - Sodium adsorption ratio

۱۵٪، فسفر ۱۲٪ و پتاسیم ۸٪). به منظور استفاده بهینه از نیتروژن یک سوم مقدار مورد نیاز به صورت پایه و بقیه کود نیتروژنی مورد نیاز به صورت سرک (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در مرحله شروع ساقه رفتن و ظهور اولین غنچه‌های گل مصرف شد. لازم به ذکر است تمام کود سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به صورت پایه استفاده شد. عملیات داشت شامل کنترل آفات به‌ویژه شته مومی با استفاده از سم کنفیدور (۵/۰ لیتر در هکتار) صورت گرفت.

۳-۶ اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد

در این تحقیق صفات مختلف شامل ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ثبت و اندازه‌گیری شدند. به منظور تعیین صفاتی مانند ارتفاع بوته و تعداد خورجین در بوته در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و این صفات در آن‌ها اندازه‌گیری شدند. برای تعیین تعداد دانه در خورجین ۳۰ عدد خورجین از ۱۰ بوته موردنظر به‌طور تصادفی انتخاب و این صفات در آن‌ها محاسبه گردیدند. به منظور اندازه‌گیری وزن هزار دانه بعد از برداشت محصول هشت نمونه ۱۰۰ تایی از بذرهای هر کرت آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب و با ضرب کردن میانگین وزن آن‌ها در عدد ۱۰ وزن هزار دانه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، پس از کف بر نمودن بوته‌های کل اندام هوایی هر کرت آزمایشی قبل از جدا کردن دانه از خورجین، وزن کل بوته‌ها (برگ، ساقه، خورجین و دانه) اندازه‌گیری شده و عملکرد بیولوژیک در هکتار تعیین شد و پس از جدا کردن دانه‌ها از خورجین، عملکرد دانه محاسبه گردید و از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت به دست آمد. شایان ذکر است برداشت هر کرت آزمایشی زمانی صورت گرفت که ۸۵ تا ۹۰٪ دانه‌های خورجین‌های ساقه اصلی و شاخه‌های اولیه به رنگ قهوه‌ای روشن یا تیره متمایل شدند (رطوبت دانه ۱۲٪).

۷-۳ شاخص سطح برگ

در این نمونه برداری، قبل از گل دهی از هر کرت پنج بوته به طور تصادفی انتخاب شد و برگ‌ها از بوته‌ها جدا و سطح آن‌ها با دستگاه Leaf area meter سنجش شد. شاخص سطح برگ بر حسب متر مربع سطح برگ، به متر مربع سطح زمین محاسبه شد.

۸-۳ اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک کلزا

به منظور بررسی صفات فیزیولوژیک شامل کلروفیل a و b و کل، کاروتنوئید در برگ درصد نیتروژن و درصد پروتئین برگ و دانه در ژنوتیپ‌های کلزا، نمونه‌برداری‌ها در مرحله خورجین‌دهی کامل انجام شد.

جهت اندازه‌گیری کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در اواخر مرحله‌ی تشکیل غلاف و یک روز قبل از آبیاری، نمونه‌گیری از برگ سبز انجام شد و اندازه‌گیری با استفاده از روش هیسکوکس و ایسرلیستام (۱۹۷۹) و بدون لهیدگی صورت گرفت. طبق این روش ۰/۱ گرم بافت تازه برگ توزین و ۵ میلی‌لیتر دی‌متیل سولفوکسید اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت ۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی-گراد در حمام آب گرم قرار گرفت و سپس نمونه‌ها را خارج کرده و جذب نوری در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر کاروتنوئید توسط اسپکتروفتومتر مدل UV2150 UV/VIS ساخت شرکت UNICO آمریکا، قرائت گردید؛ و محتوای کلروفیل و کاروتنوئید طبق معادلات زیر محاسبه گردید.

$$Cl_a (\mu g/ml) = (12/25 A_{663}) - (2/25 A_{645})$$

$$Cl_b (\mu g/ml) = (20/31 A_{645}) - (4/91 A_{663})$$

$$Carotenoids (\mu g/ml) = (1000 A_{470} - 1/90 cl_a - 63/14 cl_b) /$$

پس از جایگزین کردن داده‌ها در روابط بالا، اعداد بدست آمده در $v/w \times 1000$ ضرب گردید تا اعداد بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر به دست آیند. V حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی لیتر و W وزن تر برگ بر حسب گرم می باشد.

۳-۹ اندازه گیری درصد روغن دانه

برای تعیین درصد روغن دانه نمونه‌های آسیاب شده به میزان ۳-۵ گرم از هر تیمار در کاغذ صافی پیچیده شد و در آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی شاهرود با استفاده از دستگاه سوکسله با مصرف ۳۰۰ سی سی N هگزان برای هر نمونه اندازه گیری شد.

فرمول درصد روغن

$$100 \times (\text{وزن نمونه} / \text{وزن اولیه بالن} - \text{وزن ثانویه بالن}) = \text{درصد روغن}$$

۳-۱۰ اندازه گیری شاخص برداشت (Harvest index)

با به دست آوردن وزن خشک کل (عملکرد بیولوژیک) و وزن دانه (عملکرد اقتصادی) شاخص برداشت از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$HI = \frac{\text{اقتصادی عملکرد}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times 100$$

عملکرد اقتصادی (در اینجا وزن خشک دانه کلزا مدنظر است)

عملکرد بیولوژیک (تمام اندام‌های گیاهی است که در اینجا کل ماده خشک تولیدی در هر واحد آزمایشی در واحد سطح مد نظر است).

۳-۱۱ درصد پروتئین و نیتروژن دانه

برای انجام عمل هضم، ۲۵۰ میلی گرم از ماده گیاهی را پودر کرده و به آزمایشگاه انتقال داده و پروتئین دانه به روش کجلدال^۱ اندازه گیری شد. برای مراحل هضم، تقطیر و تیتراسیون به ترتیب از اجاق هضم کننده شرکت Gerhardt آلمان و دستگاه تمام خودکار Kjeltec Analysis vapodest 45s از همان شرکت استفاده گردید. کاتالیزور شامل ۱/۵ گرم سولفات پتاسیم (K_2SO_4) و ۰/۱۵ گرم سولفات مس ($CuSO_4$) به هر فلاسک اضافه گردید. برای انجام عمل هضم ۱۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ افزوده شد و بالن ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. زمانی که محلول سیاه رنگ درون فلاسک ها تبدیل به محلول نسبتاً زلال به رنگ سبز بسیار کمرنگ شد، پایان عمل هضم مشخص گردید که معمولاً ۲ تا ۲/۵ ساعت زمان لازم داشت. میزان نیتروژن نمونه ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کجلدال سنجیده شد. دستگاه دارای سه مخزن آب مقطر، سود سوز آور ($NaOH$) ۴۰ درصد و محلول دریافت کننده بود. محلول دریافت کننده از ترکیب ۱۰۰ میلی لیتر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی لیتر الکل)، ۷۰ میلی لیتر متیل قرمز (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی لیتر) و ۱۰ لیتر اسید بوریک ۱ درصد تشکیل شده بود. پس از قرار گرفتن یک فلاسک در دستگاه به ترتیب ۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی لیتر سود سوز آور ۴۰ درصد به نمونه اضافه شده و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. عمل تیتراسیون نیز توسط دستگاه صورت گرفت. در این مرحله از اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال استفاده شد و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیتراژ شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس مقدار اسید کلریدریک مصرف شده در تیتراسیون توسط دستگاه مشخص گردید. به منظور تبدیل مقدار اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال مصرف شده در تیتراسیون به درصد نیتروژن نمونه و تبدیل آن به درصد پروتئین از روابط زیر استفاده شد. ضریب تبدیل پروتئین برای کلزار ۶/۲۵ در نظر گرفته شد (والینگ و همکاران، ۱۹۸۹).

^۱ - Kjeldahl

وزن نمونه (گرم) / $(A \times 0.14)$ = درصد نیتروژن نمونه

ضریب تبدیل نیتروژن $\times$ درصد نیتروژن = درصد پروتئین

A = حجم اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال مصرفی بر حسب میلی لیتر

۳-۱۲ محاسبات آماری

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام گرفت و

رسم نمودارها با نرم افزار اکسل انجام شد

فصل ۴ نتایج و بحث

۴-۱ صفات مورفولوژیک

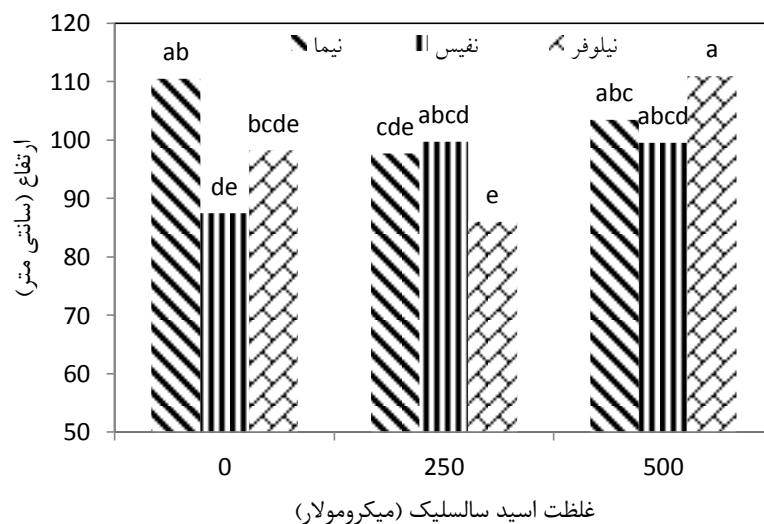
۴-۱-۱ ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته نشان داد که در صفت ارتفاع بوته، اثر اصلی محلول پاشی اسید سالیسیک در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. اثر متقابل رقم و اسید سالیسیک ($C \times S$) در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم نیلوفر تحت محلول پاشی اسید سالیسیک با غلظت ۵۰۰ میکرومولار نسبت به سایر تیمارها بیشترین ارتفاع بوته (۱۱۱ سانتی متر) را بدست آورد، هرچند که به لحاظ آماری تفاوت معنی داری را با ارقام نیما و نفیس در همین غلظت و غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسید سالیسیک در رقم نفیس و عدم کاربرد اسید سالیسیک (شاهد) در رقم نیما نداشت و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱).

ارتفاع گیاه تحت تأثیر خصوصیات ذاتی گیاه، عناصر غذایی قابل دسترس، شرایط خاک و شرایط آب و هوا قرار می گیرد و از عوامل تاثیرگذار بر روی عملکرد دانه است زیرا ساقه در طی رشد و بلافاصله بعد از طویل شدن، قسمت زیادی از مواد فتوسنتزی برگ ها را که ممکن است از راه های مختلف برای رشد پنجه ها یا سنبله به مصرف برسد در خود ذخیره کند و نیز به عنوان منبعی از کربوهیدرات ها و مواد نیتروژنه که در طی مرحله پر شدن دانه، متحرک شده و به دانه حمل می شوند عمل نماید (راسموسن، ۱۹۸۷). به عبارت دقیق تر ارتفاع نهایی گیاه، بازتاب وضعیت رشد آن گیاه است. عوامل محیطی و خصوصیات ژنتیکی نقش حیاتی در تعیین ارتفاع گیاه دارند. تحقیقات نشان داده که ارتفاع بوته گونه های کلزا تفاوت معنی داری با یکدیگر دارند (سانا و همکاران، ۲۰۰۳) و این اختلاف در بسیاری از از تحقیقات چشمگیر گزارش شده است (مونیر و مک نیلی، ۱۹۸۶).

در مورد تاثیر رقم، محققین بر این اعتقاد هستند که ژنوتیپ هایی که دارای طول دوره رشد

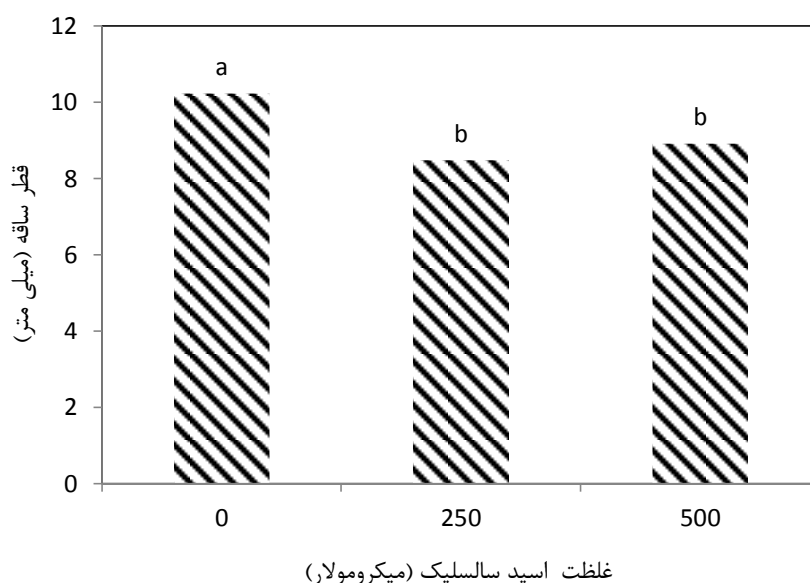
بیشتری می‌باشند، از نظر ارتفاع، بلندتر از سایر ژنوتیپ‌ها هستند، چرا که طولی شدن بوته‌ها تا زمان گل‌دهی ادامه می‌یابد، هرچند در این زمینه پتانسیل ژنتیکی ارقام نیز باید در نظر گرفته شود (برت و همکاران، ۲۰۰۳). طاهری و فتحی (۱۳۹۴) گزارش دادند اسید سالیسیلیک اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت. در مقابل مهربان مقدم و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که اسید سالیسیلیک اثر معنی‌داری روی ارتفاع گیاه نداشت. همچنین گزارش شده است که تیمار اسید سالیسیلیک تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع کلزا نداشته است (کشاورز، ۱۳۸۹). در نتیجه از نتایج حاصل شده می‌توان این گونه استنباط کرد که اثرات محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک وابسته به نوع گونه و رقم متفاوت است. برای مثال، بزرگووا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که ۰/۰۵ میلی‌مول سالیسیلیک اسید که به شکل آبیاری تیمار شد، باعث بهبود رشد گندم گردید. در صورتی که همین مقدار سالیسیلیک اسید (۰/۰۵ میلی‌مول) در محلول غذایی گیاه جو اضافه شد که اثرات منفی بر رشد این گیاه داشت (متوالی و همکاران، ۲۰۰۳).



شکل ۴-۱ مقایسه میانگین ارتفاع در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک

۲-۱-۴ قطر ساقه

باتوجه به جدول نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) فقط اثر اسید سالسیلیک در سطح پنج درصد در صفت قطر ساقه معنی‌دار شد، اثر اصلی رقم و اثر متقابل رقم و اسید سالسیلیک ($C \times S$) معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عدم مصرف اسید سالسیلیک (شاهد) بیشترین قطر ساقه ($10/23$ میلی‌متر) را به خود اختصاص داد و قطر ساقه در دو تیمار 250 و 500 اختلاف معنی‌دار نداشتند (شکل ۴-۲)؛ اما در این بین پژوهشگرانی بودند که اثر متفاوت از کاربرد محلول-پاشی اسید سالسیلیک گزارش کردند. به طور مثال طاهری و فتحی (۱۳۹۴) گزارش دادند اسید سالسیلیک اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، قطر ساقه داشت. محلول پاشی با سالسیلیک اسید باعث افزایش در سایر ویژگی‌های رشدی گیاهچه‌های خیار مانند قطر ساقه، تعداد برگ و وزن خشک ریشه شد (ایرسلان و همکاران، ۲۰۰۷؛ دو و همکاران، ۱۹۹۸).

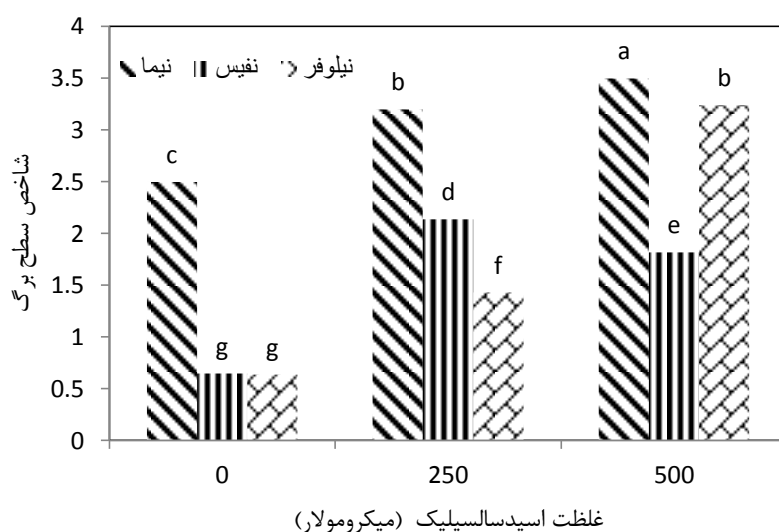


شکل ۴-۲ مقایسه میانگین قطر ساقه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالسیلیک

۳-۱-۴ شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۴-۱) اثرات اصلی رقم و اسید سالسیلیک در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها ($C \times S$) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که غلظت ۵۰۰ میکرومولار اسید سالسیلیک و رقم نیما منجر به بیشترین شاخص سطح برگ شد که نسبت به سایر تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری داشت. عموماً رقم نیما شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به سایر ارقام داشت به طوری که بیشترین شاخص سطح برگ در شرایط کاربرد ۵۰۰ میکرومولار اسید سالسیلیک در رقم نیما مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴-۳).

اندازه برگ بستگی به تعداد سلول‌ها (تقسیم سلولی) و اندازه سلول‌های برگ دارد (عباسی، ۱۳۸۶). اسید سالسیلیک موجب افزایش سرعت فتوسنتز و غلظت دی‌اکسید کربن در برگ می‌شود، همچنین فعالیت هورمون آبسزیک اسید (که سبب پیری می‌شود) را در برگ کاهش می‌دهد و در نتیجه سبب افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد (فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳). گزارش شده است که با محلول‌پاشی اسید سالسیلیک سطح برگ در گندم افزایش یافت (فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ای کاربرد محلول‌پاشی اسید سالسیلیک سبب افزایش شاخص سطح برگ در ذرت و سویا شد (خان و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین هایت و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که محلول‌پاشی اسید سالسیلیک سبب افزایش سطح برگ در گیاه سویا شد. در تحقیقی روی گیاه سویا محلول‌پاشی اسید سالسیلیک باعث افزایش سلول‌های پارانشیم نردبانی شد و میزان سطح برگ را افزایش داد (باقری و محمد علی پور، ۲۰۱۱).

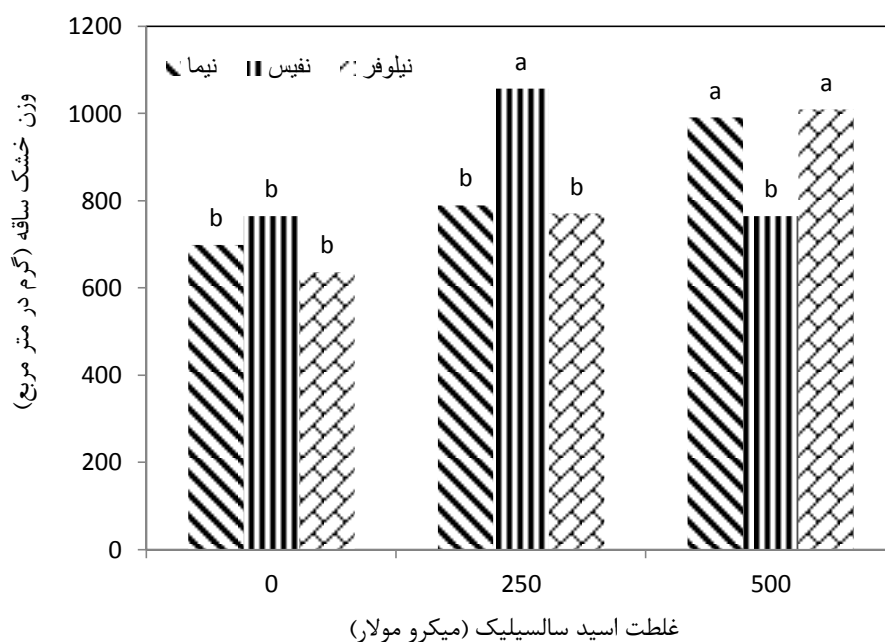


شکل ۳-۴ مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیلیک

۴-۱-۴ وزن خشک ساقه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) اثر اصلی رقم بر وزن خشک ساقه معنی دار نشد ولی اثر اصلی اسید سالیسیلیک در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک ($C \times S$) در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد بیشتر بود به طوری که بیشترین وزن خشک ساقه ($1057/75$ گرم در متر مربع) مربوط به کاربرد 250 میکرو مولار اسید سالیسیلیک در رقم نفیس بود و دو رقم نیما و نیلوفر با کاربرد 500 میکرومولار در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۴-۴). خوداری (۲۰۰۴) گزارش کرد که استفاده از استیل اسید سالیسیلیک با غلظت های $1-10$ میلی مولار به صورت خیساندن بذری و اسپری برگی روی ذرت، میزان وزن خشک ساقه را تحت تنش شوری نسبت به شاهد افزایش داد. تاداشی و تئودور (۱۹۹۹) بیان کردند که تولید ماده خشک گیاه وابستگی قوی با سطح برگ و سرعت فتوسنتز برگ دارد و برای رسیدن به سرعت بالاتر تولید ماده خشک لازم است

که سرعت فتوسنتز با حفظ سطح برگ در سرتاسر فصل رشد بالا نگه داشته شود. سطح برگ تعیین کننده میزان تشعشع جذب شده توسط گیاه و بنابراین، تعرق و تولید ماده خشک است (تسقای و همکاران، ۲۰۰۶). فریدالدین و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند افزایش کردن گیاهان *juncea* *Brassica* به مدت ۶ روز با غلظت‌های پایین سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش ماده خشک در مقایسه با تیمار شاهد شد. گزارش شده است که پیش تیمار بذرهای گندم با سالیسیلیک‌اسید، وزن خشک ساقه، تحت شرایط شوری و خشکی را افزایش داد (حمد و آل-حکیمی، ۲۰۰۱). افزایش در وزن خشک بیوماس و تعداد شاخه‌ها را در تیمار با سالیسیلیک‌اسید گزارش کردند (مارتین-مکس و لارکو-ساودرا، ۲۰۰۱). کاربرد سالیسیلات‌ها روی گیاهان رشد قسمت -های هوایی را در گونه‌های مختلف گیاهی مثل کلیتوریا که تولید بیوماس به عنوان علوفه برای تغذیه حیوانات مهم است افزایش می‌دهد (مارتین - مکس و لارکو- ساودرا، ۲۰۰۱). همپنین بررسی شده است که خردل هندی (*Brassica juncea*) که با غلظت 10^{-5} مولار از اسید سالیسیلیک اسپری شده بودند افزایش بیشینه‌ای در تجمع ماده خشک ساقه را از خود نشان دادند. در یکسری از آزمایشات انجام شده با *tagetes* *arecta* کشت شده در شرایط باز، مشخص شد که در کنار خصوصیات گل، بیوماس قسمت هوایی به طور چشمگیری با کاربرد غلظت‌های پایین اسید سالیسیلیک افزایش یافت (ساندوال - پیپز، ۲۰۰۴).



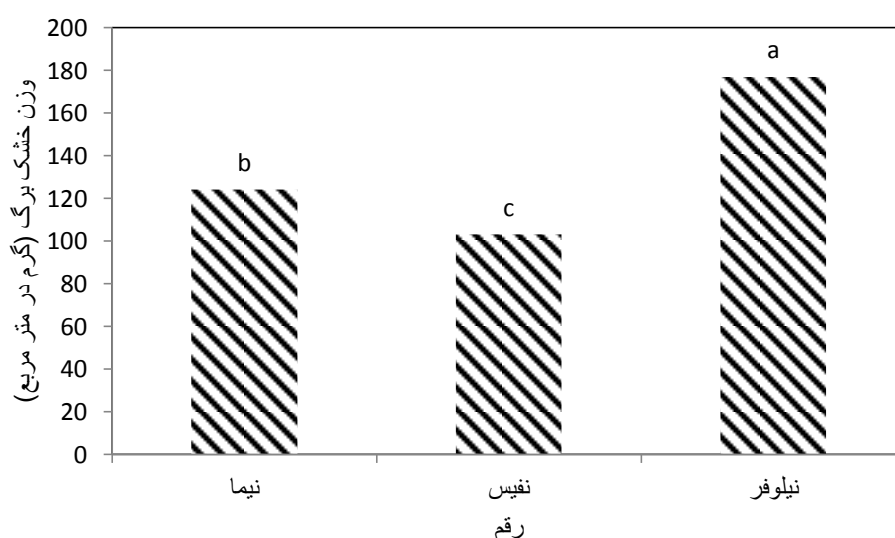
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیلیک

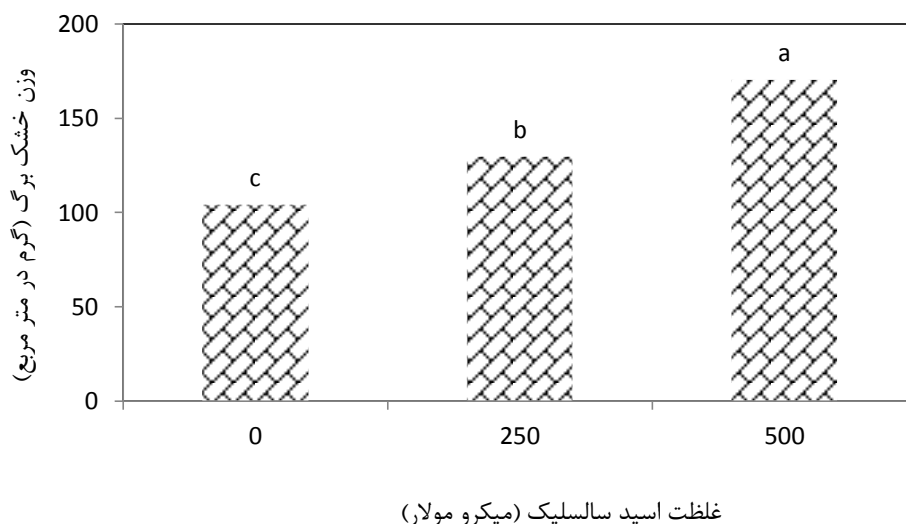
۵-۱-۴ وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۲) نشان داد که وزن خشک برگ در سطح احتمال یک درصد به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثر اصلی رقم و اثر اصلی اسید سالیسیلیک قرار گرفت، اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک ($C \times S$) بر وزن خشک برگ غیرمعنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین وزن خشک برگ، بر اثر کاربرد غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک بیشترین مقدار (۱۷۰/۳۴ گرم در متر مربع) را به خود اختصاص داد که این افزایش نسبت به سایر سطوح تیماری افزایش معنی‌داری داشته است همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که وزن خشک برگ رقم نیلوفر نسبت به دو رقم دیگر افزایش معنی‌داری داشت (شکل ۴-۵).

فتوسنتز فرآیندی فیزیولوژیک است که تأثیر به‌سزایی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی دارد. از طرفی تنظیم‌کننده‌های رشد از طریق بهبود کارایی فرآیند فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز و همچنین

افزایش انتقال آسمیلات‌ها از منبع به مخزن منجر به افزایش وزن خشک گیاه می‌شود (آلن و اورت، ۲۰۰۱). محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث افزایش رشد در ریشه و اندام هوایی در سویا گردید (کریشنا و همکاران، ۲۰۰۴). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک گسترش، تقسیم و مرگ یاخته‌ای را تنظیم می‌کند، در واقع بین رشد و پیری تعادل ایجاد می‌کند (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲). به عبارت بهتر تیمار با اسید سالیسیلیک تقسیم یاخته‌ای را در مریستم‌ها افزایش داده و رشد گیاه را زیاد می‌کند (شکیرووا و ساحبوت دی‌نووا، ۲۰۰۳). خوداری (۲۰۰۴) گزارش کرد که استفاده از استیل اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۱-۱۰ میلی مولار به صورت خیساندن بذری واسپری برگ‌ی روی ذرت میزان وزن خشک شاخساره و برگ را تحت تنش شوری نسبت به شاهد افزایش داد. هایات و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که گیاهچه‌های گندمی که با محلول ۱۰ میلی مولار سالیسیلیک اسید تیمار شده بودند، تعداد برگ بیشتر و وزن تر و خشک بالاتری داشتند. فریدالدین و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند افشانه کردن گیاهان *junc Brassica* به مدت ۶ روز با غلظت‌های پایین سالیسیلیک - اسید موجب افزایش ماده خشک در مقایسه با تیمار شاهد شد.





شکل ۴-۵- مقایسه میانگین وزن خشک برگ در سه رقم کلزا تحت تاثیر ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیک

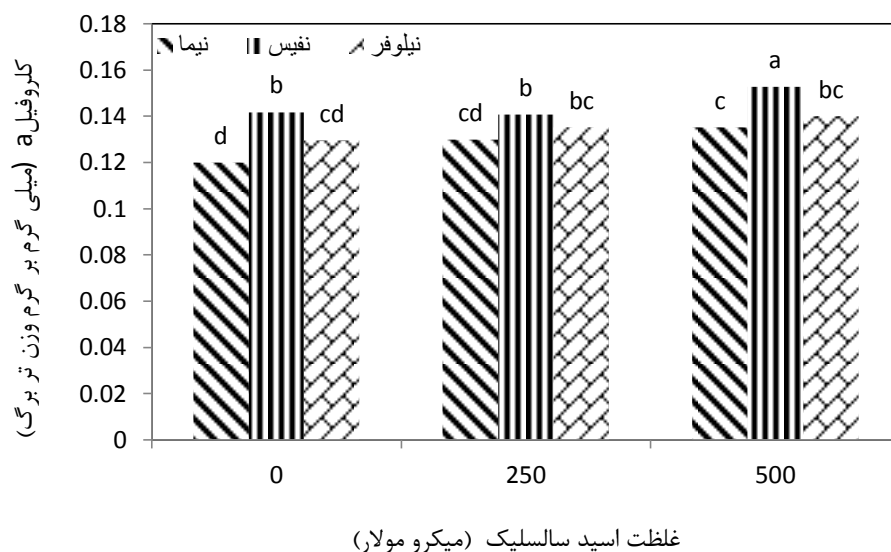
۴-۲ صفات فیزیولوژیک

۴-۲-۱ رنگیزه های فتوسنتزی

۴-۲-۱-۱ کلروفیل a

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۳) نشان داد که اثر اصلی رقم و اثر متقابل رقم و اسید سالیسیک ($C \times S$) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است؛ اما اثر اصلی اسید سالیسیک معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌های این صفت تحت تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیک و ارقام کلزا نشان داد که با کاربرد غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیک بیشترین میزان کلروفیل a (0.1526 میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) در رقم نفیس مشاهده شد که نسبت به سایر تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری داشت (شکل ۴-۶). از آنجا که میزان کلروفیل به عنوان رنجدانه اصلی و موثر در فتوسنتز گیاهان یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (جیانگ و هانگ، ۲۰۰۱) و در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک نقش اساسی دارد (گوش و همکاران، ۲۰۰۴) انتظار می‌رود

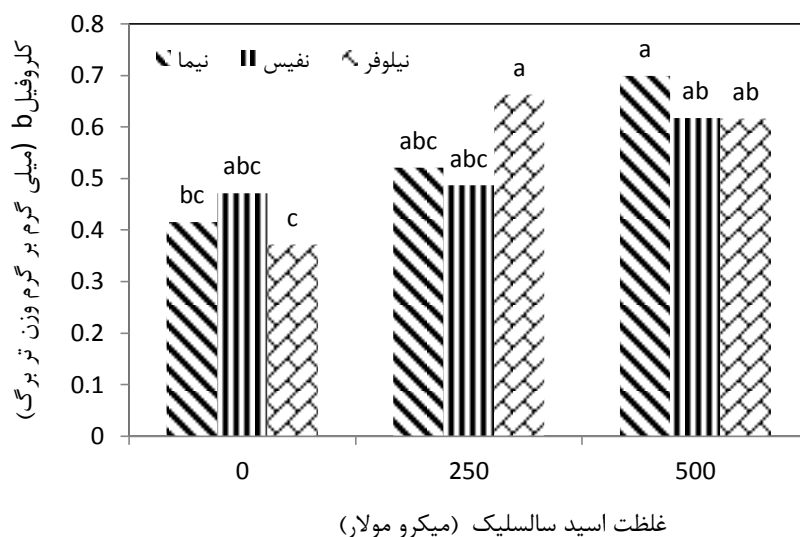
ارزیابی این صفت در ژنوتیپ‌های مورد بررسی کلزا تحت تاثیر محلول پاشی اسید سالسیلیک بتواند در تفسیر و معرفی تیمار برتر کمک شایان توجهی نماید. نتایج این تحقیق با تاری و همکاران (۲۰۰۲) و ال تیب (۲۰۰۵) روی جو و سینگ و یوشا (۲۰۰۳) مشابه بود به طوری که محتوای کلروفیل در گیاه گندم با کاربرد اسید سالسیلیک به میزان قابل توجهی افزایش پیدا کرد. در گیاه ذرت تحت تنش شوری با محلول پاشی اسید سالسیلیک رنگدانه‌های فتوسنتزی افزایش پیدا کرد (خوداری، ۲۰۰۴). بر طبق نظر ال تیب (۲۰۰۵) روی گیاه جو تحت تیمار اسید سالسیلیک، رنگدانه‌های فتوسنتزی بالاتر بودند که احتمالاً به دلیل پاسخ گیاه در برابر افزایش وزن خشک گیاه است. این اثرات می‌تواند به نقش اسید سالسیلیک در افزایش سبز مانی گیاه (پیراسته-انوشه و همکاران، ۲۰۱۶) و جلوگیری از تخریب کلروپلاست‌ها (خوداری، ۲۰۰۴) نسبت داده شود.



شکل ۴-۶- مقایسه میانگین کلروفیل a در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالسیلیک

۴-۲-۱-۲ کلروفیل b

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۳) نشان داد که اثرات اصلی رقم و سالیلیک اسید غیر معنی-دار بود؛ اما اثر متقابل رقم و اسید سالیلیک ($C \times S$) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین این صفت تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیلیک و ارقام کلزا نشان داد که با کاربرد غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیلیک در رقم نیما بیشترین کلروفیل b (۰/۶۹۹ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) حاصل شد که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۲۵۰ میکرو مولار اسید سالیلیک و غلظت صفر (شاهد) اسید سالیلیک رقم نفیس نداشت و همگی در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل ۴-۷). کلروفیل‌ها مولکول‌های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی هستند (تاناکا و تاناکا، ۲۰۰۶). جنبه‌های متابولیکی گیاهانی که با اسید سالیلیک یا مشتقات آن تیمار شده‌اند، تغییراتی را با درجات مختلف نشان می‌دهند که بستگی به نوع گیاه و روش اعمال اسید سالیلیک دارد. مطالعات قبلی نشان داد کاربرد برگی اسید سالیلیک (۲۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) گیاه کلزا (*Brassica napus*) میزان کلروفیل را افزایش داد (گای و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین خیساندن بذره‌های گندم در محلول 10^{-5} مولار از اسید سالیلیک، منجر به ایجاد گیاهانی شد که دارای مقدار رنگدانه‌های بیشتری بودند و با افزایش غلظت اسید سالیلیک مقدار رنگدانه‌ها کاهش یافت (حیات و همکاران، ۲۰۰۵). با این حال برگ‌های ذرت و سویایی که با اسید سالیلیک تیمار شده بودند، هیچ تغییری در محتوای کلروفیل نشان ندادند (خان و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین گزارش شده است که پرایمینگ بذور با اسید سالیلیک منجر به ایجاد گیاهانی شد که محتوای کلروفیل b بیشتری داشتند که با افزایش غلظت اسید سالیلیک، کلروفیل b کاهش یافت (پاکمهر، ۱۳۸۸) و این‌گونه می‌توان استنباط کرد که اختلاف در میزان این تاثیر ممکن است نشان‌دهنده تاثیر غلظت‌های متفاوت اسید سالیلیک روی کلزا باشد که از این لحاظ با گزارشات فریدالدین و همکاران (۲۰۰۳) و حیات و همکاران (۲۰۰۵) در یک راستا قرار ندارد.



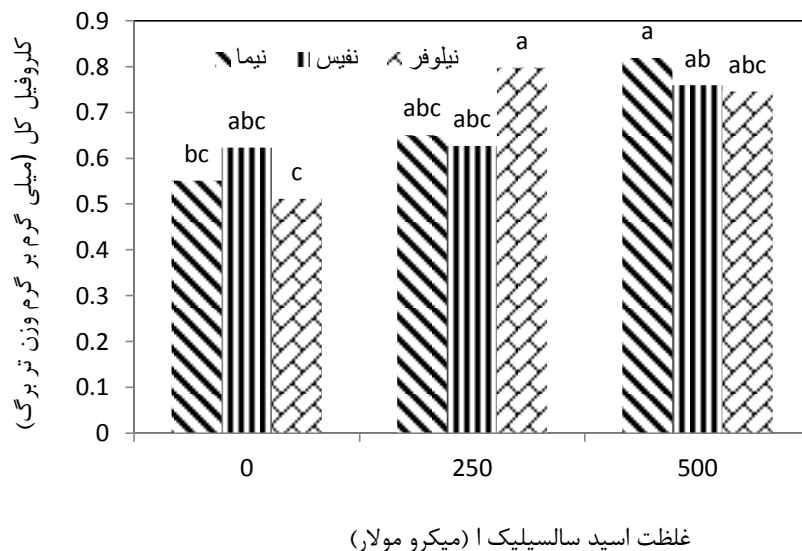
شکل ۴-۷- مقایسه میانگین کلروفیل b در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیک

۴-۲-۱-۳ کلروفیل کل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۳) مانند کلروفیل b اثرات اصلی رقم و اسید سالیسیک بر کلروفیل کل معنی‌دار نبود؛ اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیک ($C \times S$) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط استفاده از غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیک در رقم نیما بیشترین کلروفیل کل (۰/۸۱۹ میلی گرم بر گرم تر برگ) حاصل شد، هر چند که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با دو رقم دیگر نداشت. همچنین در کاربرد ۲۵۰ میکرومولار هم تفاوت معنی‌داری در ارقام مختلف نسبت به ۵۰۰ میکرومولار مشاهده نشد. ولی در رقم نیلوفر کاربرد ۲۵۰ میکرومولار توانست اثر معنی‌داری نسبت به شاهد داشته باشد (شکل ۴-۸).

محمدی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش دادند که محلول پاشی اسید سالیسیک موجب افزایش ۱۱/۷۷ درصدی میزان کلروفیل کل در گیاه کلزا گردید. مصرف ۱/۵ میلی مولار اسید سالیسیک در آبیاری

مطلوب، سبب افزایش ۷۷ درصدی کلروفیل کل نسبت به عدم مصرف اسید سالسیلیک و تنش خشکی شد (شوقیان و روزبهانی، ۱۳۹۶).

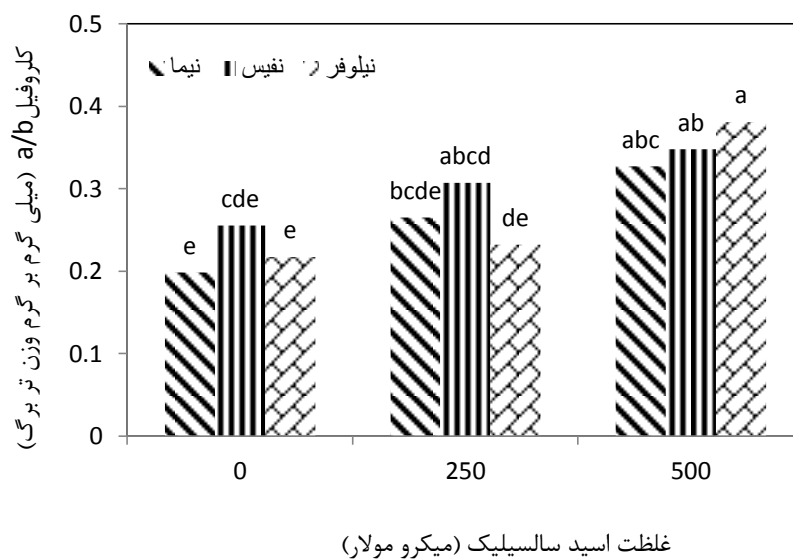


شکل ۴-۸- مقایسه میانگین کلروفیل کل در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالسیلیک

۴-۱-۲-۴ کلروفیل a/b

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۳) نشان داد که اثر اصلی رقم و اثر اصلی اسید سالسیلیک غیر معنی‌دار بود، اما اثر متقابل رقم و اسید سالسیلیک ($C \times S$) در سطح احتمال یک درصد بر نسبت کلروفیل a/b معنی‌دار بوده است. مقایسات میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نسبت کلروفیل a/b (۰/۳۸۰۹) میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) از کاربرد غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالسیلیک و رقم نیلوفر حاصل شد که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با ارقام نیما و نفیس و غلظت ۲۵۰ میکرو مولار در رقم نفیس نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۹). تاثیر اسید سالسیلیک بر افزایش مقدار کلروفیل در سویا نیز ثابت شده است که علت آن کاهش سنتز اتیلن و

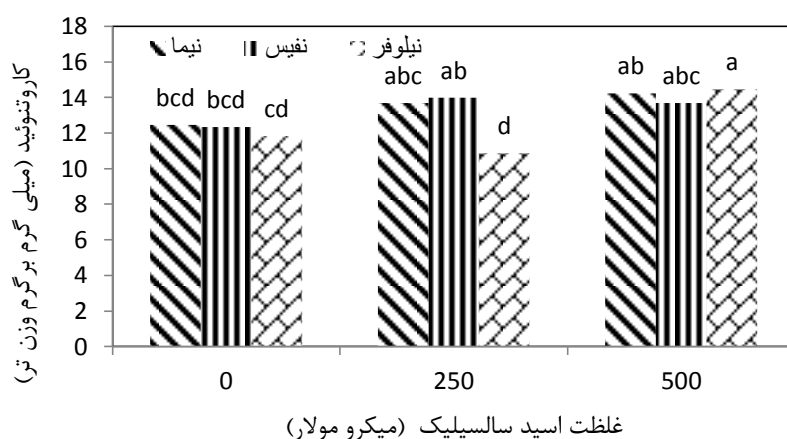
تحریک دستگاه فتوسنتزی بیان شده است (لسلی و رومانی، ۱۹۸۸؛ ژو و همکاران، ۱۹۵۵). افزایش نسبت کلروفیل a/b در پژوهش حاضر هم با نتایج بع دست آمده در سایر مطالعات یکسان بود به طوری که سینه‌ها و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که تیمار با اسید سالیسیلیک مقدار کلروفیل a/b را در برگ‌های ذرت افزایش داد. در مقابل برخی گزارشات کاهش مقدار کلروفیل گندم و ماش را در غلظت‌های بالای اسید سالیسیلیک نشان دادند. تیمار گیاهان با سالیسیلیک اسید باعث افزایش میزان رنگدانه‌ها شد که احتمالاً به دلیل تأثیر سالیسیلیک اسید بر میزان تولید رادیکال‌های آزاد می‌باشد که در نتیجه از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌شود. مطالعات انجام شده توسط ژائو و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که مقدار رنگیزه‌ها در گیاهان سویای تیمار شده با سالیسیلیک اسید افزایش می‌یابد. همچنین، مقدار کلروفیل و کاروتنوئیدها در برگ‌های ذرت افزایش می‌یابد (سینه‌ها و همکاران، ۱۹۹۳).



شکل ۴-۹- مقایسه میانگین کلروفیل a/b در سه رقم کلزا تحت تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیلیک

۴-۲-۱-۵ کاروتنوئید

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۳) نشان داد که فقط اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک ($C \times S$) در سطح احتمال یک درصد بر کاروتنوئید معنی‌دار بود. مقایسات میانگین این صفت تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و ارقام کلزا نشان داد که با کاربرد غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک بیشترین کاروتنوئید (۱۴/۴۸ میلی گرم بر گرم وزن تر) در رقم نیلوفر حاصل شد، هر چند که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با ارقام نیما و نفیس و همچنین غلظت ۲۵۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک و ارقام نیما و نفیس نداشت و همگی در یک سطح آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۰). اسید سالیسیلیک باعث افزایش میزان سنتز کاروتنوئید در گیاه گندم می‌شود (محرکار و همکاران، ۲۰۰۳). گزارش شده است که کاروتنوئیدها در غلظت‌های اندک اسید سالیسیلیک در باقلا افزایش داشته است، در حالی که غلظت‌های بالا اسید سالیسیلیک کاهش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی را در پی داشته است (تورکیل‌ماز و همکاران، ۲۰۰۵). در مجموع در مورد نقش اسید سالیسیلیک بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد. سینها و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که تیمار با اسید سالیسیلیک مقدار کاروتنوئید را در برگ‌های ذرت افزایش داد. همچنین محققان گزارش کردند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی باعث افزایش میزان کاروتنوئیدها می‌شود (ادریسی و همکاران، ۲۰۱۱).

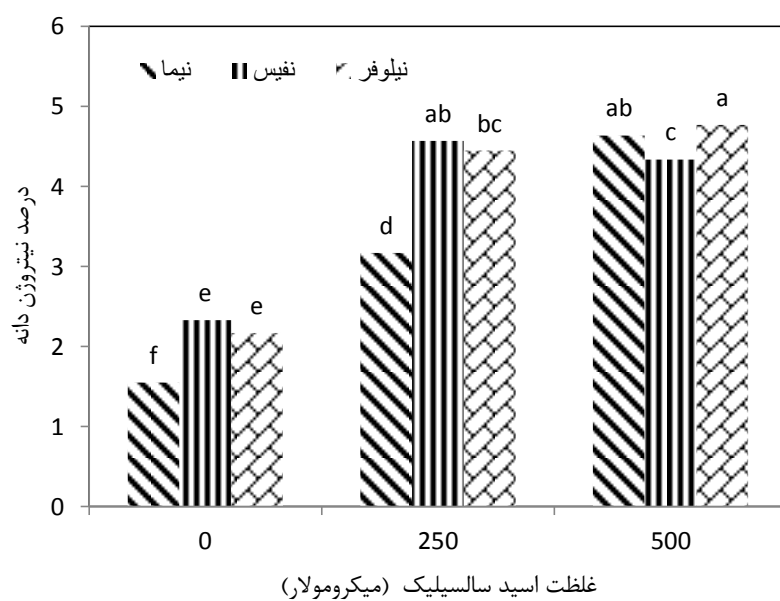


شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین کاروتنوئید در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیلیک

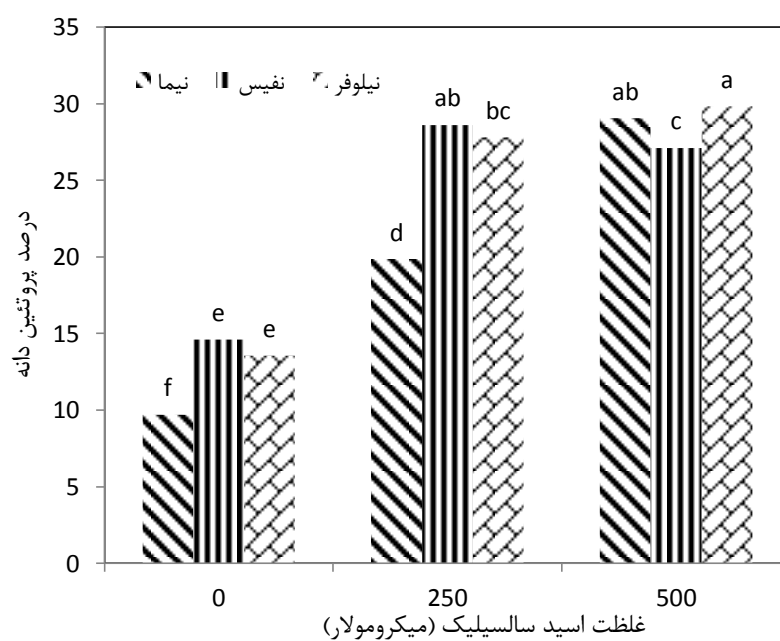
۲-۲-۴ درصد نیتروژن و پروتئین دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های نیتروژن دانه (جدول ۴-۴) اثرات اصلی رقم و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است و اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک (C*S) نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است. نتایج مقایسه میانگین نیتروژن دانه نیز نشان داد که غلظت ۵۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک بیشترین نیتروژن دانه (۴/۷۷ درصد) در رقم نیلوفر را به خود اختصاص داد که تفاوت آماری معنی‌داری با رقم نیما و همچنین غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و رقم نفیس نداشتند و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۱). برای نتایج تجزیه واریانس پروتئین دانه (جدول ۴-۶)، اثر اصلی رقم و اثر اصلی اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است همچنین اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک (C*S) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که بیشترین مقدار پروتئین دانه (۲۹/۸۳ درصد) مربوط به غلظت ۵۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک در رقم نیلوفر بود که تفاوت آماری معنی‌داری با رقم نیما و همچنین غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و رقم نفیس نداشتند و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۲).

محلول پاشی اسید سالیسیلیک، نقش مهمی در حفاظت از غشاء و اندامک‌های سلولی از جمله بخش پروتئین سازی سلول و ساختار آنزیم‌های سنتز کننده پروتئین‌ها برعهده داشته و از تجزیه پروتئین جلوگیری می‌کند (کاستا و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین اسید سالیسیلیک با افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و جلوگیری از غیرفعال شدن آن باعث افزایش سنتز پروتئین‌ها می‌شود (شارما و شانکر، ۲۰۰۵) که این نتایج با تحقیقات انجام شده بر روی سویا (فرهنگی- آبریز و قاسمی- گلزانی، ۲۰۱۶) و گلرنگ (امیری و همکاران، ۱۳۹۴) مطابقت دارد. افزایش محتوای پروتئین‌های محلول از طریق جلوگیری از تخریب آن‌ها یا تحریک سنتز آن‌ها، یکی از سازوکارهای اسید سالیسیلیک است (پیراسته- انوشه و همکاران، ۲۰۱۲؛ پیراسته- انوشه و همکاران، ۲۰۱۶). در مقابل طبق نتایج زارعی و همکاران کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش عملکرد پروتئین گیاه سویا شد (زارعی و همکاران، ۲۰۱۶). در مورد اثر اسید سالیسیلیک بر پروتئین گزارشات ضدو نقیضی وجود دارد، به طور مثال مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تیمار سالیسیلیک اسید بر درصد پروتئین دانه نخود تأثیری ندارد (چراغی و همکاران، ۲۰۱۴) ولی در تحقیقی دیگر گزارش شده که محلول پاشی سالیسیلیک اسید سبب افزایش پروتئین دانه نخود می‌گردد (مجد و همکاران، ۲۰۰۶). شهباز و همکاران (۲۰۱۰) طی آزمایشی روی گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند تیمار با اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی دار پروتئین دانه شد. همچنین گزارش شده است که اسید سالیسیلیک بر تشکیل پروتئین‌های دفاعی، انواع پروتئین کیناز و روبیسکو اثر می‌گذارد. در موارد دیگر ثابت شده که اسید سالیسیلیک سنتز پروتئین‌های دفاعی پروتئازهای گیاهی را القا می‌کند (پوپووا و همکاران، ۲۰۰۳). افزایش درصد پروتئین‌ها تحت تأثیر تیمارهای سالیسیلیک می‌تواند به دلیل افزایش پروتئین‌های ضد تنشی و یا در نتیجه فعالیت‌های متابولیکی و افزایش پروتئین‌های ذخیره‌ای باشد (کومار و همکاران، ۱۹۹۹).



شکل ۴-۱۱ مقایسه میانگین درصد نیتروژن دانه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیلیک

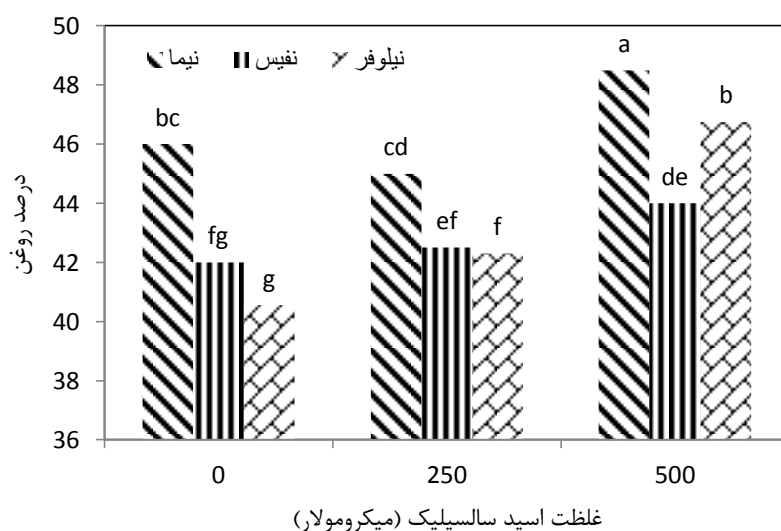


شکل ۴-۱۲ مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیلیک

۴-۲-۳ درصد روغن دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۴) اثرات اصلی رقم، اسید سالیسیلیک و اثر متقابل رقم در اسید سالیسیلیک ($C \times S$) همگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین درصد روغن نشان داد که غلظت ۵۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و رقم نیما بیشترین مقدار درصد روغن را داشت (۴۸/۵) و کمترین میزان روغن در رقم نیلوفر بدون کاربرد اسید سالیسیلیک مشاهده شد (شکل ۴-۱۳).

مرحله حساس و تعیین کننده درصد روغن دانه، مرحله دانه بندی است (جعفرزاده کنارسری و پوستینی، ۱۳۷۶). اسید سالیسیلیک باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی شده که این امر به نوبه خود باعث بهبود دانه بندی و افزایش درصد روغن می‌شود (فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳). محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ۰/۶ تا ۰/۸ میلی مولار روی گیاه ریحان در مقایسه با شاهد عملکرد و درصد روغن را افزایش داد (رضوانی مقدم، ۱۳۸۴). نتایج تحقیق سیبی (۲۰۱۱) نشان داد با مصرف سالیسیلیک اسید درصد روغن افزایش نشان داد، به طوری که بیشترین و کمترین درصد روغن با میانگین‌های ۳۴/۷۱ و ۳۱/۲۰ درصد به ترتیب مربوط به تیمار محلول‌پاشی و تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید بود.



شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین درصد روغن در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک

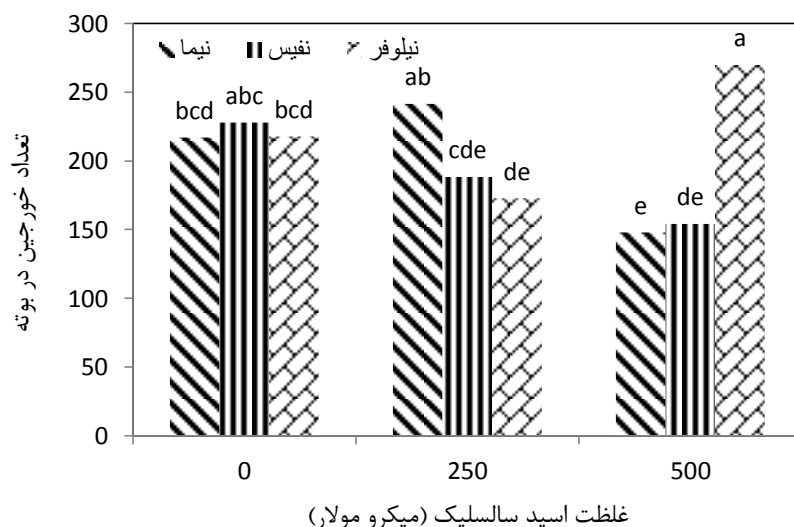
۴-۳ عملکرد و اجزای عملکرد

۴-۳-۱ تعداد خورجین در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۵) نشان داد که اثرات اصلی رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نبود، اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک ($C \times S$) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و ارقام کلزا مشاهده شد که بیشترین تعداد خورجین در بوته مربوط به غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در رقم نیلوفر بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۲۵۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در رقم نیما، غلظت صفر (شاهد) اسید سالیسیلیک در رقم نفیس نداشت و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۴).

صفت تعداد خورجین در بوته بسیار مهم است زیرا محققین معتقدند که خورجین از یک طرف ظرفیت تشکیل دانه را فراهم می‌کند و از طرف دیگر پوسته سبز خورجین با انجام فتوسنتز درصدی از مواد لازم برای پرشدن دانه را فراهم می‌سازد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۲). بر همین اساس در برخی تحقیقات گزارش شده است که فعالیت روبیسکو و سرعت فتوسنتزی در گیاه خردل (فریدالدین، ۲۰۰۳) تحت تاثیر اسید سالیسیلیک افزایش یافته است. همچنین در مطالعات مختلف علت کاهش تعداد خورجین در بوته، عرضه کمتر مواد فتوسنتزی و ریزش گل‌ها و خورجین‌های در حال رشد ذکر شده است (کومار و سینگ، ۱۹۹۸؛ رآو و مندهام، ۱۹۹۱). لذا اینگونه می‌توان استنباط کرد که اسید سالیسیلیک روی سرعت فتوسنتز اثر گذار بوده که توانسته فتوسنتز پوسته سبز خورجین را تحت تاثیر قرار دهد که افزایش ظرفیت تشکیل دانه و خورجین را فراهم کند. اصولاً هر چه طول دوره گلدهی کلزا طولانی‌تر باشد، فرصت تشکیل خورجین‌های بیشتری وجود دارد و در نتیجه دوره تشکیل خورجین، طولانی‌تر می‌شود (احتشامی و همکاران، ۱۳۹۴).

زو و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که تیمار سالیسیک اسید باعث افزایش عملکرد از طریق افزایش در تعداد خورجین، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه می‌شود (زو و همکاران، ۱۹۹۹). به نظر می‌رسد که با محلول‌پاشی اسید سالیسیک تا حدودی حفظ تعادل آب در گیاه برقرار می‌شود و شرایط برای تلقیح گل‌های بیشتر فراهم می‌گردد و در نتیجه تعداد واحدهای زایشی در گیاه افزایش می‌یابد (چراغی و همکاران، ۲۰۱۵). بر اساس تحقیق سانا و همکاران (۲۰۰۳) تعداد خورجین در بوته به عواملی همچون رقم، خاک و شرایط محیطی وابسته است، نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که ارقام مختلف کلزا تفاوت‌های معنی‌داری از نظر تعداد خورجین در گیاه دارند، تاخیر در کاشت با کاهش طول دوره رویشی، نامناسب شدن شرایط دما طی دوران گل‌دهی، تلقیح و تشکیل غلاف موجب کاهش تعداد خورجین در بوته گردید (راهنما و بخشنده، ۲۰۰۵).



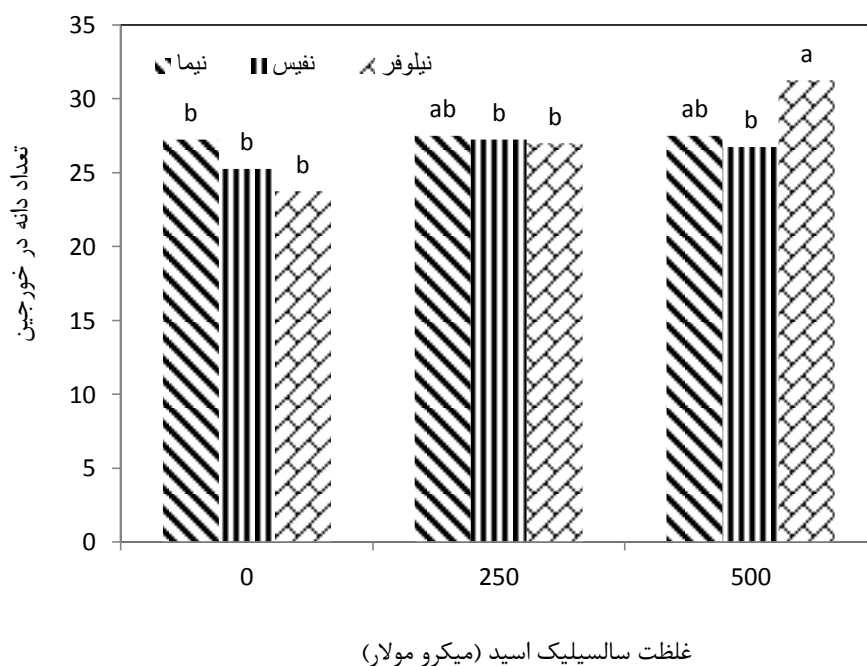
شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین تعداد خورجین در بوته در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول‌پاشی اسید سالیسیک

۴-۳-۲ تعداد دانه در خورجین

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۵) نشان داد که تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر اصلی رقم و اثر متقابل رقم و اسید سالیسیک (C^*S) قرار گرفت؛ اما اثر اصلی اسید سالیسیک بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خورجین (۳۱/۲۵) مربوط به غلظت ۵۰۰ میکرو - مولار اسید سالیسیک و رقم نیلوفر کلزا بود که تفاوت آماری معنی‌داری با رقم نیما در همین غلظت و غلظت ۲۵۰ میکرو مولار اسید سالیسیک و رقم نیما نداشت و همگی در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل ۴-۱۵). تعداد دانه در خورجین که یکی از اجزای تعیین‌کننده عملکرد کلزا می‌باشد علاوه بر شرایط تغذیه‌ای، به شرایط آب و هوایی بعد از زمان گلدهی بستگی زیادی دارد (راهنما، ۱۳۸۱). البته به عقیده محققین افزایش تعداد دانه در خورجین، محدود بوده و بیشتر بستگی به طول خورجین دارد که این صفت تحت تأثیر ساختار ژنتیکی است (کامپبل و کوندرا، ۱۹۸۸). همچنین نشان داده شد که بین مقدار تشعشع دریافت شده توسط هر غلاف (طی دوره تعیین دانه) و تعداد نهائی دانه در هر غلاف رابطه مستقیم وجود دارد (مندهام و همکاران، ۱۹۸۱). به گزارش رآئو و همکاران (۲۰۰۶) توانایی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا برای تشکیل تعداد دانه در خورجین متفاوت بوده و این صفت از عوامل مهم و تأثیرگذار بر عملکرد نهایی دانه به شمار می‌رود. البته گفتنی است تعداد دانه در خورجین دارای محدودیت بوده و تأثیر عوامل ژنتیکی بر آن بیشتر از عوامل محیطی می‌باشد.

مطالعات نشان داده است که پیش تیمار کردن بذرها با اسید سالیسیک، نه تنها جوانه زنی و سرعت سبز شدن را بلکه رشد و عملکرد نهایی تعداد دانه در گیاه را تحت شرایط نرمال و تنش افزایش می‌دهد (احمد و همکاران، ۱۹۹۵). گزارش شده است که گیاهان تیمار شده با اسید سالیسیک، مستقل از غلظت اسید سالیسیک (۱-۳ میلی‌مول) به طور معمول محتوای رطوبتی، وزن خشک، تعداد دانه در خورجین، فعالیت کربوکسیلازی رویسکو، فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز

(SOD) و کلروفیل کل بالاتری را در مقایسه با گیاهچه‌های تیمار نشده نشان می‌دهند (سینگ و اوشا، ۲۰۰۳). اثر سالیلات‌ها روی فرآیندهای گلدهی توسط محققینی مورد مطالعه قرار گرفته است، در یک نژاد روز بلند *Lemna gibba* L. گزارش گردید که اسید سالیلیک نقش تنظیم کننده رشد (دکوک و همکاران، ۱۹۷۴) و همچنین القای گلدهی و به دنبال آن تعداد دانه را بازی می‌کند (کللاند و اجامی، ۱۹۷۴). همچنین گلدهی در کاهوی آبی (*Pistia stratiotes*) عضوی از خانواده آراسه، در ترکیب محیط کشت آن با اسید سالیلیک، تسریع شد (پاتل، ۲۰۰۱). کاربرد اسید سالیلیک روی شاخ و برگ سویا، جوانه گل و تشکیل نیام را حدود ۲-۵ روز تسریع می‌کند، این مطلب دانشمندان را به این نتیجه که اسید سالیلیک همانند یک تنظیم کننده داخلی گلدهی است، رهنمون می‌سازد (کومار و همکاران، ۱۹۹۹).

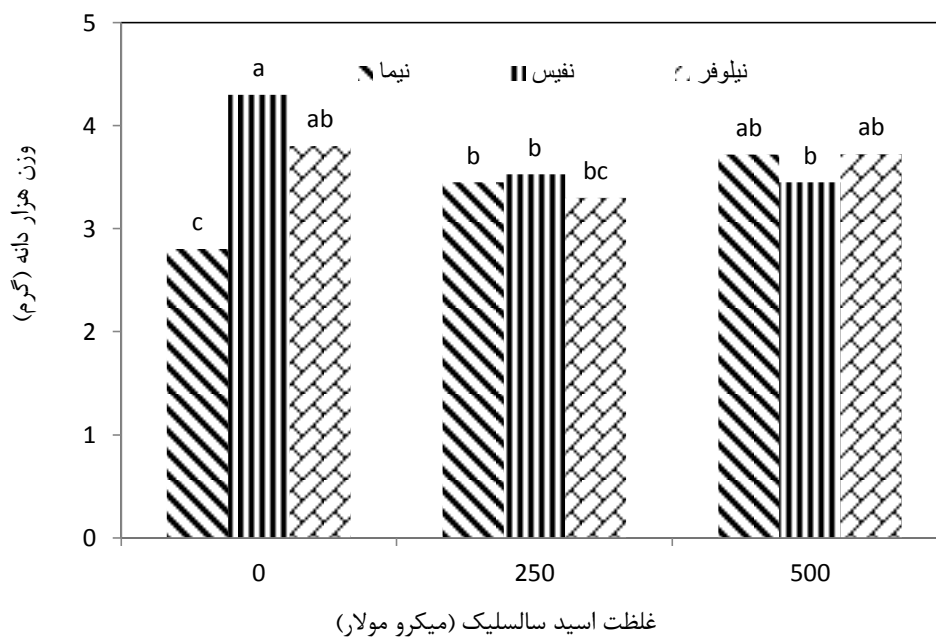


شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین تعداد دانه در خورجین در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که صفت وزن هزار دانه در اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک (C^*S) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد؛ اما اثر اصلی رقم و اثر اصلی اسید سالیسیلیک غیر معنی‌دار نبود (جدول ۴-۵). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم نفیس در شرایط عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد) نسبت به سایر تیمارها بیشترین وزن هزار دانه ($4/3$ گرم) را بدست آورد که با رقم نیلوفر در شرایط شاهد و در زمان کاربرد 500 میکرومولار اسید سالیسیلیک با رقم نیلوفر و نیما در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۶). وزن نهایی دانه‌ها تا حدود زیادی در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بوده و از عوامل محیطی گوناگون متأثر می‌گردد (مندهام و سالیس باری، ۱۹۹۵). وزن نهایی دانه تابعی از میزان دسترسی به مواد فتوسنتزی، تعداد دانه‌های رقابت کننده (کلر و مورگان، ۱۹۸۸)، سرعت رشد آن‌ها و طول مدت پر شدن دانه است (نی و همکاران، ۱۹۹۴). وزن هزار دانه آخرین جزء عملکرد است که در گیاه شکل می‌گیرد. طبیعی است که هر قدر که دانه زودتر تشکیل گردد و بیشتر روی بوته بماند، فرصت بیشتری برای انباشت مواد ذخیره‌ای می‌یابد (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۹). مرادی و رضوانی مقدم (۱۳۸۹) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باعث افزایش وزن هزاردانه شد. مجد و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باعث شد وزن هزاردانه نسبت به شاهد کمی افزایش پیدا کند مصرف اسید سالیسیلیک سبب افزایش فتوسنتز برگ و جریان مواد پرورده گیاه و تأمین مواد مورد نیاز برای پر کردن دانه‌ها می‌گردد (احمد و هایات، ۲۰۰۷). گزارش شده که تیمار سالیسیلیک اسید منجر به افزایش وزن صد دانه و عملکرد دانه نسبت به عدم مصرف در دو رقم کلزا شد (کشاورز و مدرس ثانوی، ۱۳۹۳). محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باعث افزایش میزان فتوسنتز و تسهیم مواد فتوسنتزی در گیاه می‌شود و با افزایش میزان مواد فتوسنتزی در دانه، از کاهش تعداد و وزن بذر جلوگیری می‌شود (ایرسلان و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین باقری و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند

ژنوتیپ نیز می‌تواند اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشته باشد.

از نتایج به دست آمده از این آزمایش می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که کاربرد اسید سالیسیک از طریق نقش تنظیم‌کنندگی آن و تأثیر بر تقسیم و رشد سلولی و انتقال مواد فتوسنتزی باعث افزایش وزن هزار دانه در برخی ارقام گردیده است و در مقابل برخی نتایج این تحقیق در تناقض با گزارشات قبلی است.



شکل ۴-۱۶ مقایسه میانگین وزن هزار دانه در سه رقم کلزا تحت تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول‌پاشی اسید سالیسیک

۴-۳-۴ عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در صفت عملکرد دانه، اثر اصلی محلول‌پاشی اسید سالیسیک و اثر متقابل رقم و اسید سالیسیک ($C \times S$) به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴-۶). نتایج مقایسه میانگین‌های صفت عملکرد دانه نشأت داد که رقم نفیس

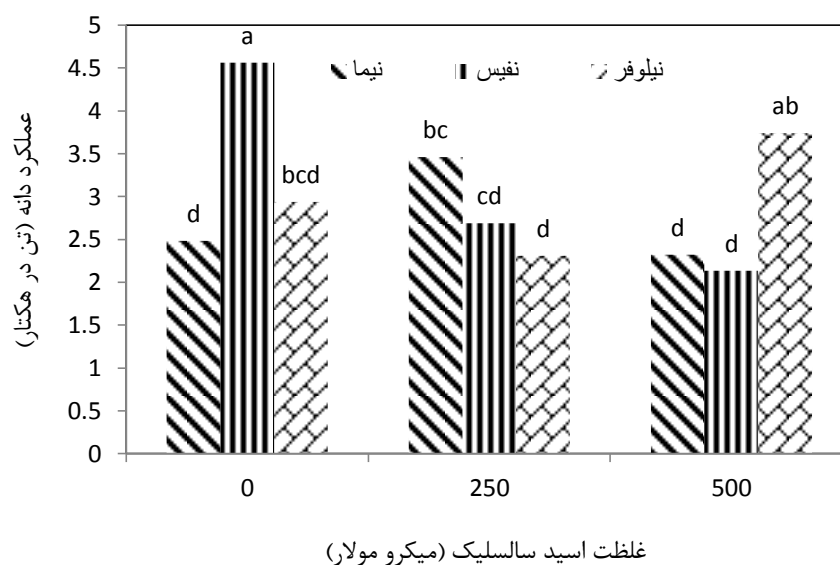
در شرایط بدون کاربرد اسید سالیسیلیک بیشترین عملکرد دانه را نسبت به دو رقم دیگر داشت. البته عملکرد دانه رقم نفیس با عملکرد رقم نیلوفر و با کاربرد ۵۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۷). مطالعات نشان داده است که بیشترین عملکرد ذرت وقتی به دست آمد که گیاه ذرت با ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک محلول‌پاشی شده بود (شاتینگ و همکاران، ۱۹۷۷). توانایی ارقام در انتقال و انباشتگی مواد فتوسنتزی به ویژه از خورجین به دانه‌ها از عوامل مهم افزایش عملکرد دانه در کلزا است (فلاح‌هکی و همکاران، ۱۳۹۰).

ژنوتیپ‌های مختلف کلزا از نظر شاخص برداشت با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند و این موضوع به عوامل محیطی و ژنتیکی بستگی دارد (کولت و همکاران، ۲۰۰۰).

پاسبان اسلام (۱۳۹۰) گزارش کرد در بررسی تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های پاییزه کلزا نشان داد، میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های پاییزه کلزا در شرایط بدون تنش و تنش به متفاوت بودند. اگر چه ژنوتیپ نفیس از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ نیلوفر نداشت اما رمز بالاتر بودن عملکرد دانه را می‌توان در شاخص بودن اجزای عملکرد رقم نیلوفر شامل تعداد خورجین در بوته (۲۶۹/۷۵)، تعداد دانه در خورجین (۳۱/۲۵)، وزن هزاردانه (۴/۳ گرم) دانست. به عبارت بهتر، کمترین عملکرد دانه به ژنوتیپ نیما با عملکرد دانه ۲/۳۲ تن در هکتار تعلق گرفت که دلیل آن را می‌توان به ضعف در اجزای عملکرد شامل تعداد خورجین (۱۴۸)، تعداد دانه در خورجین (۲۷/۵) و وزن هزاردانه (۲/۸ گرم) نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برشمرد. اگر چه نقش واقعی اسید سالیسیلیک در بهبود عملکرد دانه هنوز ناشناخته است، اما می‌توان تاثیر مثبت اسید سالیسیلیک در افزایش عملکرد دانه را به چند دلیل توجیه کرد:

افزایش عملکرد می‌تواند ناشی از انتقال بیشتر آسیمیلات‌ها و مواد پرورده حاصل از فتوسنتز به دانه-ها در طی پر شدن دانه دانست که این نتایج با نتایج به دست آمده از زو و همکاران (۱۹۹۹) همخوانی دارد.

دومین مکانیسم احتمالی شاید به دلیل تاثیر اسید سالیسیلیک در افزایش تعداد دانه، تعداد غلاف و وزن هزار دانه باشد که ثابت می‌کند اسید سالیسیلیک توانایی تنظیم عملکرد دانه، چه به صورت مستقیم و چه به صورت غیرمستقیم دارد. برای مثال افزایش تعداد گل (کللند و عجمی، ۱۹۷۴)، افزایش میزان کارایی فتوسنتز در جو (پان‌چوا و همکاران، ۱۹۹۶)، ذرت و سویا (ژو و همکاران، ۱۹۹۹؛ خان و همکاران، ۲۰۰۳) و افزایش تعداد غوزه در گیاه پنبه (هامپتون و اوسترهویس، ۱۹۹۰) مثال‌هایی از تاثیر اسید سالیسیلیک بر رشد و افزایش عملکرد می‌باشد.



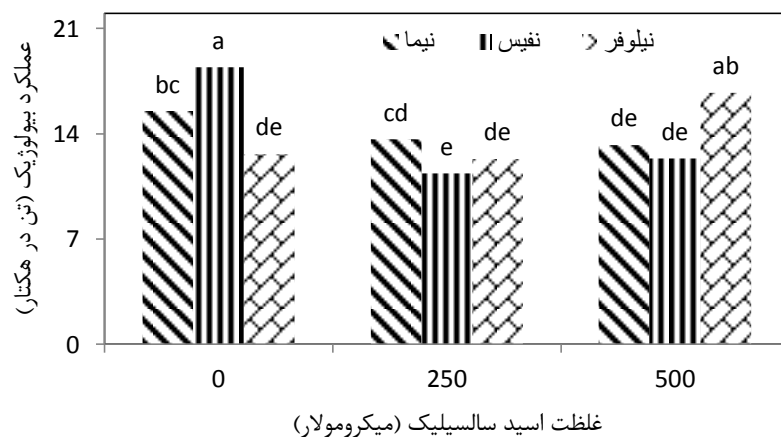
شکل ۴-۱۷ مقایسه میانگین عملکرد دانه در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک

۴-۳-۵ عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۶) نشان داد که اثر اصلی رقم برای صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نشد، ولی اثر اصلی اسید سالیسیلیک و اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک ($C \times S$) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد) در رقم نفیس موجب بیشترین عملکرد بیولوژیک ($18/44$ تن در هکتار) شد که

نسبت به غلظت ۵۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و رقم نیلوفر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند و در یک سطح آماری قرار گرفتند که با نتایج عملکرد دانه مطابقت داشت (شکل ۴-۱۸).

مطالعات انجام شده توسط گانس و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که کاربرد محلول پاشی سالیسیلیک اسید در گیاهان تحت شرایط شور و یا غیرشور، به طور معنی‌داری رشد را افزایش می‌دهد. به گزارش آرفان و همکاران (۲۰۰۶) کاربرد برونزای سالیسیلیک اسید در افزایش رشد و محصول گندم تحت تنش شوری مؤثر است. کاربرد سالیسیلیک اسید بصورت محلول‌پاشی باعث افزایش بیوماس در گیاه سویا شد (ایرسلانو همکاران، ۲۰۰۷). از طرفی به نظر می‌رسد افزایش بیوماس در اثر استفاده از سالیسیلیک اسید بخاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانی این ماده در غشا سلولی باشد. گفته شده تیمار با سالیسیلیک اسید باعث افزایش مقادیر لیگنین در ساختار دیواره سلولی می‌شود (وفا بخش، ۱۳۸۷) که این خود می‌تواند عاملی در افزایش وزن بیوماس و در نهایت عملکرد بیولوژیک گیاهان باشد. از طرفی به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید با افزایش میزان کلروفیل در برگ‌هایی که در آغاز فرایند پیری هستند (دلندی، ۱۹۹۴)، می‌تواند سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد شود.

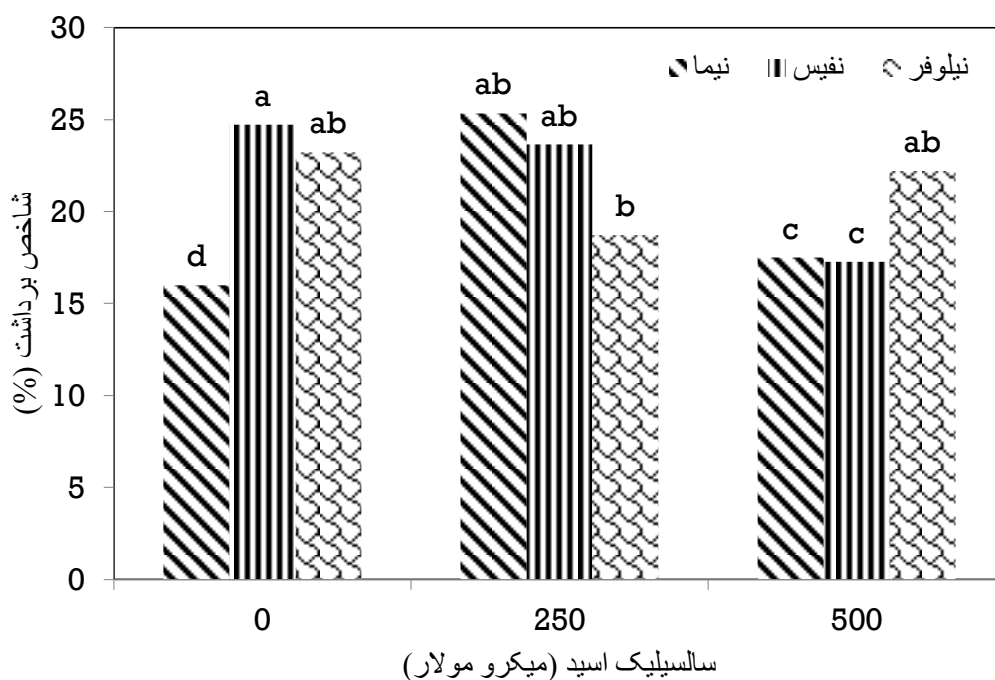


شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک

۴-۳-۶ شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۶) نشان داد که اثر اصلی رقم و اثر متقابل رقم و اسید سالسیلیک (C^*S) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار شاخص برداشت برای عدم کاربرد اسید سالسیلیک (شاهد) و رقم نفیس بود که با رقم نیلوفر در همین غلظت و غلظت ۵۰۰ میکرومولار اسید سالسیلیک و رقم نیما و نفیس در کاربرد ۲۵۰ میکرومولار تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۹).

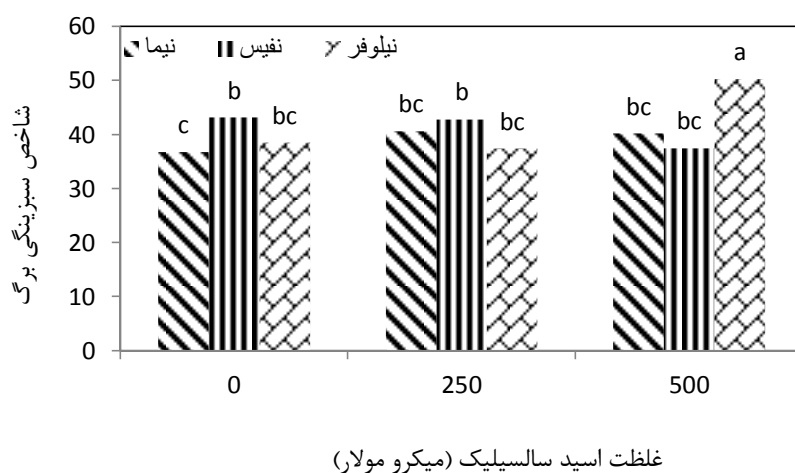
شاخص برداشت یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیک است که بیانگر درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی گیاه به دانه‌هاست. صفت شاخص برداشت توسط عوامل ژنتیک و محیطی کنترل می‌شود ولی نقش عوامل ژنتیک در کنترل این صفت به مراتب بیشتر است (نصری و همکاران، ۲۰۱۲). گزارش کردند که افزایش شاخص برداشت رابطه مستقیمی با عملکرد دانه در گیاه نخود دارد (فیاض و طالبی، ۲۰۰۹؛ پور اسماعیل و همکاران، ۲۰۰۹). پیش تیمار بذور لوبیا چشم بلبلی با سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص برداشت شد (پاک مهر و همکاران، ۲۰۱۲). افزایش شاخص برداشت نخود (خادمیان و یعقوبیان، ۲۰۱۸)، لوبیا (سپهری و همکاران، ۲۰۱۵؛ شوقیان و روزبهانی، ۲۰۱۷)، لوبیا چشم بلبلی (اکبری و ملکی، ۲۰۱۸) و ماش (نژاد و همکاران، ۲۰۱۴) با کاربرد اسید سالسیلیک به اثبات رسیده است. البته لازم به ذکر است که برخی از نتایج مطالعات محققان نشان می‌دهد استفاده از اسید سالیسیلیک در مرحله گلدهی باعث کاهش شاخص برداشت شده است (احمد الیاس حجی و همکاران، ۲۰۰۷؛ هی و همکاران، ۲۰۰۵). ذخایر ساقه برای پر شدن کامل دانه لازم است و پتانسیل لازم برای ذخیره مواد در ساقه به طول ساقه بستگی دارد.



شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین شاخص برداشت در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیلیک

۴-۴ شاخص سبزی‌نگی برگ

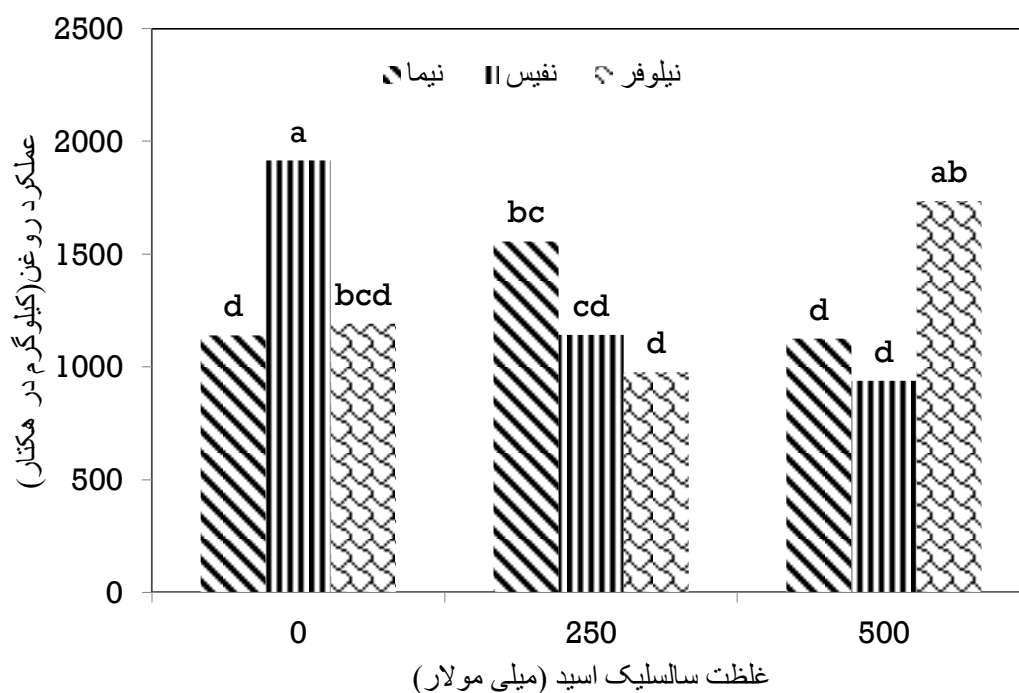
بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۶) اثر اصلی رقم در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک (C^*S) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است. اما اثر اصلی اسید سالیسیلیک بر شاخص سبزی‌نگی برگ معنی‌دار نشد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی اسید سالیسیلیک و ارقام کلزا مشاهده شد که بیشترین شاخص سبزی‌نگی برگ کلزا (۵۰/۲۷) مربوط به غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در رقم نیلوفر بود که نسبت به سایر تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری داشت (شکل ۴-۲۰). مطالعات قبلی نشان داده است که بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومول اسید سالیسیلیک، بیشترین شاخص سبزی‌نگی برگ را داشتند (پاک‌مهر، ۱۳۸۸).



شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین شاخص سبزیگی برگ در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیلیک

۴-۵ عملکرد روغن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۴) اثر اصلی اسید سالیسیلیک و اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک ($C \times S$) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است. اما اثر اصلی رقم بر عملکرد روغن معنی‌دار نشد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی اسید سالیسیلیک و ارقام کلزا مشاهده شد که بیشترین عملکرد روغن کلزا (۱۹۱۱) مربوط به غلظت شاهد اسید سالیسیلیک در رقم نفیس بود که نسبت به سایر تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری داشت (شکل ۴-۲۱).



شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین عملکرد روغن در سه رقم کلزا تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و محلول پاشی اسید سالیسیک

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال محلول پاشی اسید سالیسیک در کشت کلزا عکس العمل‌های متفاوتی در ارقام مختلف داشته است و در برخی موارد نیز بی‌اثر بوده است ولی در مواردی می‌تواند منجر به افزایش بازده عملکرد کلزا گردد. همچنین به نظر می‌رسد که تیمار اسید سالیسیک بتواند با افزایش در شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه کلزا سبب استقرار موفق گیاه شود.

در بین ارقام مورد مطالعه، رقم نفیس با میانگین عملکرد دانه ۴/۵۵ تن در هکتار در مقایسه با سایر رقم‌ها عملکرد دانه بهتری را داشت که احتمالاً دلیل آن را می‌توان به بالاتر بودن صفاتی همچون

وزن هزاردانه (۴/۳ گرم)، شاخص برداشت (۲۴/۷۲ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۱۸/۴۴ تن در هکتار) که این صفات در رتبه اول بودند، دانست.

با توجه به مقایسه میانگین‌ها و روابط بین صفات مشخص شد که انتخاب دوز مناسب اسید سالسیلیک تاثیر بسیاری در افزایش هر یک از صفات زراعی و فیزیولوژیک دارد، ولی به طور میانگین بیشترین افزایش در اکثر صفات مربوط به رقم نیلوفر و بدون مصرف اسید سالسیلیک به دست آمد.

محلول‌پاشی اسید سالسیلیک باعث افزایش معنی‌دار درصد پروتئین، درصد نیتروژن، ارتفاع بوته، کلروفیل b، کلروفیل کل، کلروفیل a/b و کاروتنوئید نسبت به شاهد شد اما صفات وزن خشک برگ و ساقه، شاخص سبزی‌نگی، کلروفیل a، درصد روغن، شاخص سطح برگ را به طور معنی‌داری افزایش داد.

پیشنهاده‌ها

۱- برای افزایش عملکرد کمی و کیفی ژنوتیپ‌های برتر می‌توان سایر تیمارها از جمله کاربرد کودهای آلی، کودهای زیستی، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی را برای آن‌ها مورد بررسی قرار داد تا مشخص شود این ژنوتیپ‌ها در شرایط متفاوت، واکنش مثبتی به سایر تیمارها خواهند داشت یا خیر.

۲- با توجه به اینکه همه ژنوتیپ‌ها در یک تراکم یکسان کشت شدند پیشنهاد می‌شود تا با اعمال تراکم‌های مختلف کاشت، سطح مطلوب این تیمار برای هر یک از ژنوتیپ‌ها تعیین شود.

۳- یکی از صفات مهم و تأثیرگذار در انتخاب لاین برتر کلزا از نظر هر به‌نژادگر میزان درصد روغن است و از طرف دیگر، نقطه دود کردن شاخص مهمی در ارزیابی کیفیت روغن‌ها برای سرخ

کردن است. در واقع نقطه دود دمایی است که در آن روغن به گازهای قابل رویت و بخارها تجزیه می‌شود. هر چه نقطه دود بالاتر باشد کیفیت روغن سرخ کردنی بالاتر خواهد بود. در تحقیق حاضر این شاخص اندازه‌گیری نشد و پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی در ارقام برتر این شاخص اندازه‌گیری شود.

۴- با توجه به متفاوت بودن شرایط جوی در سال‌های مختلف، توصیه می‌شود این آزمایش بیش از یکبار و در مناطق مختلف اجرا گردد.

جدول ۱-۴- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک مورد بررسی کلزا تحت تاثیر سالیسیک اسید و ژنوتیپ				
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	شاخص سطح برگ
تکرار	۳	۲۰۰/۴۷	۲/۴۱	۰/۵۵۳
رقم (C)	۲	۲۱۵/۴۴ ^{ns}	۳/۹۹ ^{ns}	۲۸/۳۷۷ ^{**}
اسید سالیسیک (S)	۲	۳۱۲/۸۶*	۱۰/۰۶*	۱۴/۹۸۷ ^{**}
C*S	۴	۳۳۵/۶۹ ^{**}	۱/۱۵ ^{ns}	۱/۸۱*
خطا	۲۴	۷۲/۲۰	۱/۹۵	۰/۵۴۸
ضریب تغییرات.٪		۸/۵۵	۱۵/۲۰	۱۳/۳۲

^{ns}: عدم اختلاف معنی‌دار * و **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۰.۵٪

جدول ۴-۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کلزا تحت تاثیر سالسیک اسید و ژنوتیپ

منبع تغییرات		درجه آزادی	میانگین مربعات	
			وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
تکرار		۳	۷۴۰/۴۲	۵۲۴۲۲/۳۶
رقم (C)		۲	۱۷۴۱۸/۱۶**	۵۳۴۸/۰۳ ^{ns}
اسید سالسیک (S)		۲	۱۳۳۶۱/۵۹**	۵۴۶۳۶/۲۱*
C*S		۴	۹۵۳/۲۵ ^{ns}	۱۵۶۰۷۷/۷۱**
خطا		۲۴	۵۱۰/۳۵	۱۳۸۵۷/۲۷
ضریب تغییرات.٪			۱۶/۷۷	۱۴/۲۴
^{ns} : عدم اختلاف معنی دار * و **: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪				

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی کلزا تحت تاثیر سالسیک اسید و ژنوتیپ

منبع تغییرات		درجه آزادی	میانگین مربعات		
			کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تکرار		۳	۰/۰۰۰۱۴	۰/۱۲۴	۰/۱۳۱
رقم (C)		۲	۰/۰۰۰۸۵**	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}
سالسیلیک اسید (S)		۲	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}
C*S		۴	۰/۰۰۰۲۴**	۰/۰۹۹*	۰/۰۹۲*
خطا		۲۴	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۷
ضریب تغییرات.٪			۵/۴۳	۳۰/۱۹	۲۴/۴۲
^{ns} : عدم اختلاف معنی‌دار * و **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪					

ادامه ی جدول ۴-۳- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی کلزا تحت تاثیر سالیسیک اسید و ژنوتیپ

میانگین مربعات		درجه آزادی	منبع تغییرات
کاروتنوئید	کلروفیل a/b		
۳/۸۶	۰/۰۲۳	۳	تکرار
۴/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۲	رقم (C)
۲/۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۲	سالیسیک اسید (S)
۹/۰۸ ^{**}	۰/۰۲۵ ^{**}	۴	C* S
۱/۸۳	۰/۰۰۳	۲۴	خطا
۱۰/۳۵	۲۰/۵۱		ضریب تغییرات/
^{ns} : عدم اختلاف معنی دار * و **: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪			

جدول ۴-۴- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی کلزا تحت تاثیر سالیسیک اسید و ژنوتیپ

میانگین مربعات			درجه آزادی	منبع تغییرات
درصد روغن	درصد پروتئین دانه	درصد نیتروژن دانه		
۲/۰۶	۱۴/۲۵	۰/۳۶۴	۳	تکرار
۴۸/۸۴ ^{**}	۶۶/۰۰ ^{**}	۱/۶۸۹ ^{**}	۲	رقم (C)
۴۵/۵۲ ^{**}	۸۶۳/۵۲ ^{**}	۲۲/۱۰۶ ^{**}	۲	سالیسیک اسید (S)
۶/۲۵ ^{**}	۳۱/۰۶ [*]	۰/۷۹۵ [*]	۴	C* S
۱/۱۱	۷/۵۰	۰/۱۹۲	۲۴	خطا
۲/۳۹	۱۲/۳۱	۱۲/۳۱		ضریب تغییرات/
^{ns} : عدم اختلاف معنی دار * و **: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪				

جدول ۴-۵- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کلزا تحت تاثیر سالیسیک اسید و ژنوتیپ

منبع تغییرات		درجه آزادی		میانگین مربعات	
				تعداد خورجین در	تعداد دانه در
				بوته	خورجین
تکرار	۳	۳۴۰/۶۶	۱۳/۰۷	۰/۰۵۳	۵۷۰/۷۷
رقم (C)	۲	۲۷۲۰/۰۲ ^{ns}	۲۹/۶۹ ^{**}	۰/۵۸۱ ^{ns}	۱۹۴۲/۷۱ ^{ns}
سالیسیک اسید (S)	۲	۲۸۷۳/۸۶ ^{ns}	۲/۸۶ ^{ns}	۰/۱۷۳ ^{ns}	۵۳۰۵/۴۵ [*]
C * S	۴	۱۰۷۰۷/۳۶ ^{**}	۱۶/۰۶ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۵۲۲۲/۲۸ [*]
خطا	۲۴	۹۷۱/۲۰	۷/۰۵	۰/۱۷۴	۱۲۸۰/۵۱
ضریب تغییرات.٪		۱۵/۲۵	۹/۸۱	۱۱/۷۱	۳۰/۴۱

^{ns}: عدم اختلاف معنی دار * و **: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪

جدول ۴-۶- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کلزا تحت تاثیر سالیسیک اسید و ژنوتیپ

منبع تغییرات		درجه آزادی		میانگین مربعات	
				عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
				شاخص برداشت	شاخص سبزیگی برگ
تکرار	۳	۰/۶۸	۶/۶۳	۱۹/۷۸	۴۹/۷۹
رقم (C)	۲	۰/۴۳ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۴۹/۳۵ ^{**}	۶۷/۲۲ [*]
سالیسیک اسید (S)	۲	۱/۲۳ [*]	۲۸/۶۲ ^{**}	۱۹/۹۰ ^{ns}	۹/۹۲ ^{ns}
C * S	۴	۴/۴۰ ^{**}	۲۹/۸۵ ^{**}	۶۰/۴۷ ^{**}	۱۰۵/۴۳ ^{**}
خطا	۲۴	۰/۳۲	۱/۷۵	۷/۸۶	۱۶/۲۵
ضریب تغییرات.٪		۱۹/۳۸	۹/۴۲	۱۷/۲۲	۹/۸۸

^{ns}: عدم اختلاف معنی دار * و **: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪

مراجع

- آلیاری، ه.، شکاری، ف.، شکاری، ف.، ۱۳۷۳. دانه‌های روغنی زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی. ص ۱۹-۱۰۴.
- احتشامی، س. م. ر.، تهرانی عارف، آ. و صمدی، ب. ۱۳۹۴. تأثیر تاریخ کاشت بر برخی صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد پنج رقم کلزا. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، ۱۰۹: ۱۱۱-۱۲۰.
- امیری، ا.، سیروس مهر، ع.ر. و اسماعیل زاده بهابادی. ص. ۱۳۹۴. اثر محلول پاشی اسید سالیسیک و کیتوزان بر عملکرد گیاه گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش های گیاهی. ۲۸: ۷۱۵-۷۲۵.
- باقری، م.، یاوروف، ع. م. و صالحی، م. ۱۳۹۵. اثر کشت تأخیری بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن دو رقم کلزا. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۹(۲): ۹۳-۱۱۰.
- پاسبان اسلام، ب. ۱۳۹۰. بررسی امکان کشت تاخیری کلزا در آذربایجان شرقی. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲-۲۷(۳): ۲۶۹-۲۸۴.
- پاک‌مهر، ا. ۱۳۸۸. تأثیر پرایمینگ اسید سالیسیک بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه زنجان.
- پیراسته انوشه، ه. ی. امام‌م.ج. روستا و س. ا. هاشمی، ۱۳۹۵. اثر محلول پاشی اسید سالیسیک بر ویژگی های بیوشیمایی و عملکرد دانه جو رقم نصرت در شرایط تنش شوری. مجله علوم زراعی ایران. ۱۸(۳): ۲۳۲-۲۴۴.
- توحیدی نیا، م.ع. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و کیفیت ارقام و هیبرید. رساله دکتری رشته مهندسی کشاورزی گرایش زراعت. دانشکده تربیت مدرس.
- جعفر زاده کنار سری، م. وک، پوستینی، ۱۳۷۶. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی و اجزای عملکرد آفتاب گردان (رقم رکورد). مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۹(۲): ۳۵۳-۳۶۱.

راهنما، ع. ۱۳۸۱. تعیین مناسبترین تاریخ کاشت ارقام جدید کلزا در شمال خوزستان، گزارش نهایی ۷۴، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۳۱ صفحه.

رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۴. بررسی خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و روغن کنبج در تراکم‌های مختلف بوته و فواصل مختلف آبیاری، مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۳(۱): ۹۵-۱۰۶

سیفی، م.، پیکرستان، ب. و کلهر، م.، ۱۳۹۰. زراعت و پرورش دانه‌های روغنی. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۲۰۷ ص.

شایان، س. ۱۳۹۱. دانه‌های روغنی (پنبه‌دانه، کرچک، بادام زمینی، کتان، گلرنگ، شاهدانه و کلزا). موسسه فرهنگی برهان. ۱۷۸ ص.

شریعتی، س. و قاضی شهنی زاده، ب. ۱۳۷۹. کلزا، انتشارات نشر آموزش کشاورزی، ۸۱ صفحه.

شوقیان، م. روزبهانی. آ. ۱۳۹۶. اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیک بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد. اجزای عملکرد لوبیای قرمز در شرایط تنش خشکی. فصل نامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی. واحد اهواز. ۳۴-۹(۱): ۱۳۱-۱۴۷.

شیرانی راد، ا. ح و دهشیری، ع. (۱۳۸۱). ارزیابی پاسخ ارقام بهاره کلزا (*Brassica napus* L.) به دو فصل کاشت پاییزه و بهاره. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۱ (۳): ۵۰۵-۴۹۳.

عباسی. ف. ۱۳۸۶. اثر متقابل شوری و خشکی بر عوامل رشد دو گونه گیاهی. مجله علوم پایه. دانشگاه آزاد اسلامی. شماره انتشار ۶۶.

فرجام، ف. رخزادی، ا. محمدی، ه. قلعه شاخانی، س. ۱۳۹۳. اثر تنش قطع آبیاری و محلول‌پاشی اسید سالیسیک بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ بهاره. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اهواز. ۶(۲۲): ۱-۱۴.

فلاح‌هکی، م. ح.، یدوی، ع. ر.، موحدی‌دهنوی، م. و بلوچی، ح. ر. ۱۳۹۰. بررسی روغن، پروتئین و عملکرد دانه ارقام کلزا در تاریخ کاشت‌های مختلف در منطقه یاسوج. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۴(۲): ۲۰۷-۲۲۲.

کشاورز، ح. مدرس ثانوی، ع.م. ۱۳۹۳. اثر اسید سالیسیلیک بر کلروفیل، برخی خصوصیات رشدی و عملکرد دو رقم

کلزا. دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۷(۴): ۱۶۱-۱۷۸

کشاورز، ح. مدرس ثانوی، س.ع.م. زرین کمر، ف. دولت آبادی، آ. پناهی و اسیلان، م.س. ۱۳۹۰. بررسی اثر محلول پاشی

اسید سالیسیلیک بر برخی صفات بیوشیمیایی دو رقم کلزا () تحت شرایط تنش سرما. مجله علوم گیاهان

زراعی. ایران. علوم کشاورزی ایران. ۴(۴۲): ۷۲۳-۷۳۴.

مجد، ا.، جعفریه یزدی، ف. فلاحیان، ر. خاوری نژاد، ف. برنارد، و ف. جاویدفر. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و آبسیزیک

اسید بیرونی بر تکوین گیاه کلزا. مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی. شماره ۱. صفحات ۱۰۲-۱۱۵.

مجد، ا.، س. م. مداح، ف. فلاحیان، س. ح. صباغ پور. و ف. چلبیان. ۱۳۸۵. بررسی مقایسه ای اثر اسید سالیسیلیک بر

عملکرد و مقاومت دو رقم حساس و مقاوم نخود نسبت به قارچ. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۱۹. شماره ۳

محمدی، ح. جواد زاده. ر. پاسبان اسلام، ب و پرویز، ل. ۱۳۹۷. بررسی اثرات تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر رشد و

پارامترهای فیزیولوژیک چهار رقم کلزای بهار. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۱۴. ۴(۴): ۸۰۷-۸۱۹.

مرادی، ر. و پ رضوانی مقدم. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر پیش تیمار بذر توسط اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر

جوانه زنی و خصوصیات رشد گیاهچه رازیانه. نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۸ شماره ۳. صفحه ۴۸۹-

۵۰۰

مهرابیان مقدم، ن. آریف، م. خواجویی نژاد، غ. ر. مقصودی، ک. ۱۳۹۰. اثر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و

دانه ذرت در شرایط تنش خشکی در مزرعه. مجله نهال و بذر. ۲۷: ۵۵-۴۱.

میرزایی، م.، دشتی، ش.، آبسالان، م.، سیادت، ع. و فتحی، ق. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای

عملکرد و محتوی روغن ارقام مختلف کلزا در منطقه دهلران. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی،

۳(۲): ۱۷۶-۱۵۹.

وفا بخش، ج. نصیری محلاتی، م و کوچکی، ع. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی بر عملکرد و کارایی مصرف نور در ارقام کلزا

(*Brassica napus*). مجله پژوهش های زراعی ایران. ۶: ۱۹۳-۲۰۸.

هاشمی، س. ا. امامی. ی. پیراسته – انوشه، ه. ۱۳۹۳. اثر زمان و نحوه کاربرد اسید سالیسیلیک بر روند جو، عملکرد و اجزای عملکرد جو در شرایط تنش شوری. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۶(۲۴): ۵-۱۸.

Afshari, M.F., Shekari, R., Azimkhani, H. and Fotokian, M.H., 2013. Effects of foliar application of salicylic acid on growth and physiological attributes of cowpea under water stress conditions. *Iran Agricultural Research*, 32(1): 54-70.

Ahmad alias Haji, M., Bukhsh, A., Malik, A. U., Ishaque, M. & Shahwaiz H.S. (2007). Performance of sunflower in response to exogenously applied salicylic acid under varying irrigation regimes. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 19(3), 130-134.

Ahmad, A., I. Haque, and O. Aziz. 1995. Physiomorphological changes in triticales improved by pyridoxine applied through grain soaking. *Acta Agron. Hung.* 43, 211-221.

Ahmadi, M. and. Bahrani, M.J. 2009. Yield and Yield Components of Rapeseed as Influenced by Water Stress at Different Growth Stages and Nitrogen Levels. *Am Eurasian Journal of Agriculture Environmental Sciences*. 5 (6): 755-761.

Akbari, J., and A. Maleki. 2018. The effect of ascorbic acid and salicylic acid foliar on vegetative properties and yield and yield components of *Vigna unguiculata* L. under drought stress. *Applied Research of Plant Ecophysiology*. 4(2): 159-180. (In Persian)

Allen, D.J., and Ort, D.R. 2001. Impact of chilling temperature on photosynthesis in warm climate plants. *Trends in Plant Sci.*, 6:36-42

- Anandhi, S. and Ramanujam, M. P. (1997). Effect of salicylic acid on black gram (*Vigna mungo*) cultivars. *Indiana. Plant Physiology*, 2: 138-141.
- Arfan, M., Athar, H. R. and Ashraf, M. (2006) Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? *Journal of Plant Physiology* 164(6): 685-694.
- Ashraf, M. and Bashir, A. (2003). Relationship of photosynthetic capacity at the vegetative stage and during grain development with grain yield of two hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in yield. *European Journal Agronomy*, 19: 277-87.
- Ashraf, M. and A. Bashir. 2003. Salt stress induced changes in some organic metabolites and ionic relations in nodules and other plant parts of two crop legumes differing in salt tolerance. *Flora* 198:486-498
- Athar, H. R. and Ashraf, M. (2005). Photosynthesis under drought stress. In: Pessarakli M, editor. *Handbook of photosynthesis*. New York: CRC Press, Taylor and Francis Group. Page: 793-809
- Bert, P.F., Jouan, I., Tourvieille de Labrouhe, D., Serre, F., Philippon, J., Nicolas, P. and Vear, F. 2003. Comparative genetic analysis of quantitative traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). 2. Characterization of QTL involved in developmental and agronomic traits. *Theoretical and Applied Genetics*. 107: 181-189.
- Campbell, D.C. and Kondra, Z.P. (1988). Relationships among growth patterns yield components and yield of rapeseed. *Canadian Journal of Plant Science*, 58: 88-93.

- Canakcl, S. and Munzuroglu, O. (2000) Effect of sprayed acetyl salicylic acid application to the leaves of bean (*Phaseolus vulgariz* L.) and corn (*Zea mays* L.) seedlings on transpiration rate and weight changes. Journal of institute of Science 7(1): 83-92.
- Canakcl, S. and Munzuroglu, O. (2002) Effect of acetyl salicylic acid application to the roots of bean (*Phaseolus vulgariz* L.) and corn (*Zea mays* L.) seedlings on transpiration rate and weight changes. Journal for Science and Engineering 14(2): 1-9.
- carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology, 6: 5-8.
- Chandra, A. and R. K. Bhatt. 1998. Biochemical and physiological response to salicylic acid in relation to the systemic acquired resistance. Photosynthetica, 35: 255-258
- Chaves, M.M., Maroco, J.P. and Pereira, J. S. (2003). Understanding plant responses to drought—from genes to the whole plant. Functional Plant Biology, 30(3):239-264
- Cheraghi, A. M., Sajedi, N. and Gomarian, M. (2015). Response of agronomic, physiological and quality characteristics of Rainfed chickpea to Salicylic Acid and
- Cheraghi, A.M., N.A. Sajedi, and M. Gomarian. 2014. The effect of foliar application of salicylic acid and selenium on agronomic, physiological and quality characteristics of chickpea in rainfed condition. Iranian Journal of ulses Research.5(2): 31-42. (In Persian).

- Cleland, C. F. and Ajami, A. (1974). Identification of the flower-inducing factor isolated from aphid honeydew as being salicylic acid. *Plant Physiology*, 54: 904-916.
- Cleland, C. F., and A. Ajami. 1974. Identification of the flower-inducing factor isolated from aphid honeydew as being salicylic acid. *Plant Physiol.*, 54: 904-906.
- Costa, M., Civell, P. M., Chaves, A. R. and Martinez, G. A. (2005) Effects of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20°C. *Postharvest Biology and Technology* 35: 191-199.
- DeKock, P. C., F. B. Grabowsky, and A. M. Innes. 1974. The effect of salicylic acid on the growth of *Lemna gibba*. *Ann. Bot.*, 38: 903-908.
- Delany T.P., Uknes S., Vernooij B.,Friedrich L., Weymann K., Negrotto D.,Gaffney T.,Gut-RellaM., Kessmann H., Ward E.,and Ryals J. 1994. A central role of salicylic acid in plant disease resistance. *Science*, 266: 1247-125.
- Diepenbrock, W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape: a review. *Field Crops Research*. 67: 35-49.
- Du,Y.C., Nose A., Wasano K., and Ushida Y.1998. Responses to water stress of enzyme activities and metabolite levels in relation to sucrose and starch synthesis, the Calvin cycle and the C₄ pathway in sugarcane (*Saccharum* sp). *Australian Journal of Plant Physiology*, 25:253 – 260

- El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45: 215-225.
- Eraslan, F.A., A. Gunes, and M. Alpaslan, 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae* . 113: 120–128
- Farhangi-Abriz, S. and Ghassemi-Golezani, K. (2016) Improving amino acid composition of soybean under salt stress by salicylic acid and jasmonic acid. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 89: 243-248.
- Fariduddin, Q., Hayat, S., and Ahmad, A. (2003) Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica* 41: 281-284.
- Fariduddin, Q., S. Hayat, and A. Ahmad. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica*, 41: 281-284.
- Fayyaz, F., and R. Talebi. 2009. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Agriculture Research*. 7(1): 135-141. (In Persian).
- Ghai, N., Setia, R. C., and Setia, N., (2002). Effects of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL-1). *Phytomorphol*, 52: 83-87.

- Ghai, N., R. C. Setia, and N. Setia. 2002. Effects of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL 1). *Phytomorphol.*, 52: 83-87.
- Ghassemi, S., Ghassemi-Golezani, K. and Zehtab Salmasi, S., 2019. Changes in antioxidant enzymes activities and physiological traits of ajowan in response to water stress and hormonal application. *Scientia Horticulturae*, 246: 957-964
- Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K., and Hati, K.M. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology*. 95: 85-93.
- Gunes, Y. A., Inal, M., Alpaslan, F., Eraslan, E., Bagci, G. and Cicek, G. N. (2007) Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology* 164(4): 728-736
- Hamada, A. M. and Al-Hakimi, A. M. A. (2001) Salicylic acid versus salinity-drought induced stress on wheat seedlings. *Rostlinna Vyroba* 47: 444-450.
- Hampton, R. E., Oosterhuis, D. M. (1990). Application of phenolic acids to manipulate boll distribution in cotton. *Arkansas Farm Research*, 39(2):11.
- Harper, J. R., and N. E. Balke. 1981. Characterization of the inhibition of Kabsorption in oat roots by salicylic acid. *Plant Physiol.* 68: 1349-1353.

- Hayat Q. Hayat S. Irfan M. and Ahmad A. (2010) "Effect of exogenous salicylic acid under changing environment" A review. *Environ.and Experi. Botany*. 68: ۲۰ -۱۴
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*. 68: 14-25
- Hayat, S. and Ahmad, A. 2007. Salicylic acid: a plant hormone. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18:137-145.
- Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B. and Ahmad, A. 2005 Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. *Acta Agronomica Academica Scientiarum Hungaricae* 53: 433-437.
- He, P., Osaki, M, Takebe, M, Shinano, T. and Wasaki, J. (2005). Endogenous hormones and expression of senescence-related genes in different senescent types of maize. *Journal of Experimental Botany*. 56(414): 1117-1128.
- Hussein, M. M., L. K. Balbaa and M. S. Gaballah. 2007. Salicylic Acid and Salinity Effects on Growth of Maize Plants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(4): 321-328 .
- Idrees, M., Khan, M. A., Naeem, M., Aftab, T., Hashmi, N. and Alam, M. 2011.
- James, D. F., C. H. Foyer and I. M. Scott. 1998. Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thrmotolerance in mustard seedlings. *Plant Physiol*. 118:1455-1461.

- Jiang, Y., and b. Huang. 2001. Drought and heat stress Injury to Two coolseason Turfgrasses in relation to antioxidant metabolim and lipid peroxidation. *Crop sci.*,41: 442-436.
- Kaur-awhney, R., Tiburcio, A., Altabella, T. and Galton, W. (2003) Polyamines in plants: An overview. *Journal of Cell and Molecular Biology* 2: 1-12
- Keiller D.R. and D.G. Morgan. 1988. Distrbution of 14 corbon- labeled assimilates in flowering plant of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 111: 347-355.
- Khademian, R., and I. Yaghoubian. 2018. Growth of chickpea (*Cicer arietinum*) in response to salicylic acid under drought stress. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*.12(3): 255-263. (In Persian).
- Khan, W., Prithviraj, B. and Smith, D. L. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Plant Physiology*, 160: 485-92.
- Khan, W., Prithviraj, B., and Smith, D. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Plant Physiol.*, 160: 485-92
- Khodary, S. E. A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and
- Kolte. S. J.R.R.P. Awasthi and vishwanath2000.Divya mustard: useful source to create alternaria black stop to lerant dwarf varieties of oilseed brassica. *plant varieties and seed*: 13:107-111

- Krishna, S., Surinder, K., Thind, S.K., and Gurpreet, K. 2004. Interactive effects of phenolics and light intensity on vegetative parameters and yield in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Environ. Ecol.*, 22: 390-394.
- Kumar P. Dube D. and Chauhan V.S. (1999) "Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (*Glycine max* L. Merrill)" *Indian Journal of Plant Physiology*, 4: 327-330
- Kumar, P., Dube, S.D. and Chauhan, V.S. (1999). Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Indian*
- Kumar, S., Saxena, S.N., Mistry, J.G., Fougat, R. S., Solanki, R.K. and Sharma, R. (2015). Understanding *Cuminum cyminum*: An important seed spice crop of arid and semi-arid regions. *International Journal Seed Spices*, 5(2): 1-19
- Kumar, A. and Singh, D.P. (1998). Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. *Annals of Botany*. 81: 413-420.
- Kumar, P., N. J. Lakshmi, and V. P. Mani. 2000. Interactive effects of salicylic acid and phytohormones on photosynthesis and grain yield of soybean (*Glycine max* L.
- Lawlor, D. W. and Cornic, G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.*, 25: 275-94.
- Leslie, C. A. and Romani, R. J. (1988) Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. *Plant Physiology* 88: 833-837.

- Ma, Q., Bhboudian, M.H., Turner, N.C. and Palta, J.A. (2001). Gas exchange by pods and subtending leaves and internal recycling of CO₂ by pods of cheakpea (*Cicer arietinum*. L) subjected to water deficits. Journal of Experimental Botany. 52: 123-131.
- Majd, A., S.M. Maddah, F. Fallahian, S.H. Sabaghpour, and F. Chalabian. 2006. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two susceptible and resistant chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei*. Iranian Journal of Biology(Biological Science Promotion). 19(3): 314-324. (In Persian).
- Martin-Mex, R., and Larqué-Saavedra, A. (2001) Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea* L.) bioproductivity in Yucatan, México. 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation Society of America. Miami Beach Florida, USA. July 1-5.
- Maslenkova, L. T. and S. R. Toncheva. 1998. Salicylic acid-induced changes in Photosystem II reactions in barley plants. Biotechnol Biotechnol Equip. 51: 101-104
- Mendham, N. J., Shipway, P. A., and Scott, R. K., 1981. The effects of seed size, autumn nitrogen and population density on the response to delayed sowing in winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science Cambridge. 96(2): 417-428
- Mendham. N. G .and Salisbury, P. A. 1995. Physiology: crop development, growth and yield. pp. 11-64. In: Kimber, D. S .and D. I. MCGregor(eds). Brassica oilseed: Production and utilization. CAB International, pp: 11-67.

- Merah, O. 2001. Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. *J. Agric. Sci.* 137: 139-145.
- Merrill). *Physiol. Mol. Plant.* 6:179-186.
- Metwally, A., I. Finkemeier., M. Georgi. and K-J. Dietz. 2003. salicylic acid Alleviates the Cadmium Toxicity in Barley seedlings. *Physiology and Biochemistry of Plant.* 132: 272-281
- Modarres-Sanavy, S.A.M., and H. Keshavarz. 2014. Effect of salicylic acid on chlorophyll, some growth characteristics and yield of two canola cultivars. *Journal of Crop Production* . 7: 161-171. (In Persian)
- Modulation of defence responses by improving photosynthetic activity, antioxidative metabolism and vincristine and vinblastine accumulation in (*Catharanthus roseus* L.) Don through salicylic acid under water stress. *Russian Agriculture Sciences.* 37: 474-482
- Moharekar, S. T., Lokhande, S. D., Hara, T., Tanaka, R. and Tanaka, A. (2003). Effect of salicylic acid on chlorophyll and carotenoids contents of wheat and moong seedling. *Photosynthetica*, 41: 315-317.
- Munir, M. and T.McNeilly. 1986. Variation in yield and yield components in six varieties of spring oilseed rape. *Pak. J. Agric. Res.* 7: 21-27
- Nasri, R., A. Heydari-Moghadam, A. Siadat, F. Paknezhad, and M. Sadeghi-Shoja. 2012. Path analysis of traits correlation and supplemental irrigation on yield and yield components of chickpea in Ilam. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*.8(2):161-172. (In Persian)

- Ney, B., C. Duthion, and O. Turc. 1994. Phenological response of pea to water stress during reproductive development. *Crop Sci.* 34: 141-146.
- Nezhad, T.S., H.R. Mobasser, M. Dahmardeh, and M. Karimian .2014. Effect of foliar application of salicylic acid and drought stress on quantitative yield of mungbean (*Vigna radiata*L.). *Journal of Novel Applied Sciences*.3(5): 512-515. (In Persian).
- Ozer, H. 2003. Sowing data and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *Euro Journal Agronomy.* 19: 453-463.
- Pakmehr, A., M. Rastgoo, F. Shekari, J. Saba, and I. Zangani. 2012. Effect of salicylic acid priming on some morpho-physiologic characteristics. *Iranian Journal of Field Crops Research*.9(4): 606-614. (In Persian).
- Pancheva, T. V., Popova, L. P., Uzunova, A. N. (1996). Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *Journal Plant Physiology*, 149:57-63.
- Pancheva, T.V., Popova, L.P., Uzunova, A.N. 1996. Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *J Plant Physiol.*, 149: 57-63
- Patel, N. R., A. N. Mehta., and A. M. Shekh. 2001. Canopy temperature and water stress quantification in rainfed pigeonpea (*Cajanus cajan* L.).*Agric. Forest Meteorology.* 109: 223- 232.
- Pirasteh-Anosheh, H., G. Ranjbar, H. Pakniyat and Y. Emam. 2016. Physiological Mechanisms of Salt Stress Tolerance in Plants; an Overview. p. 141-160. In: Azooz, M. M. and P. Ahmad (Eds.). *PlantEnvironment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress*. John Wiley & Sons, London.

- Pirasteh-Anosheh, H., G. Ranjbar, H. Pakniyat and Y. Emam. 2016. Physiological Mechanisms of Salt
- Pirasteh-Anosheh, H., Y. Emam, M. Ashraf and M. R. Foolad. 2012. Exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. *Adv. Stud. Biol.* 11: 501-520
- Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A. (1997) Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. *Bulgarian Journal of Plant Physiology* 23(1-2): 85-93.
- Popova, L., Ananieva, E., Hristova, V., Christov, K., Georgieva, K., Alexieva, V. and Stoinova, Z. 2003. Salicylic acid and methyl jasmonate induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. *Bulg. J. Plant Physiol. Special Issue:* 133-152.
- Pouresmael, M. M. Akbari, Sh. Vaezi, and Sh. Shahmoradi. 2009. Effects of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 11(4): 307-324. (In Persian).
- Rahnama, A.A. and Bakhshandeh, A.M. 2005. Date of planting and direct sowing methods on rapeseed yield and agronomic characteristics in terms of Ahvaz. *Journal of Crop Scienc.* 8(4):123-139.
- Rao, G. and Mendham, N.J. (1991). Comparison of chinoli (*B. compestris*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. *Journal of Agricultural Science*. 117: 177-187.

- Rao, J.D., Fritschi, F.B., Heartherly, L.G., 2006. Large applications of fertilizer N at planting affects seed protein and oil concentration and yield and yield in the early soybean production system. *Field Crops Reserch*. 99(1), 67-74.
- Sakhabutdinova, A. R., Fatkhutdinova, D. R., Bezrukova, M. V. and Shakirova, F. M. (2003) Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulgarian Journal of Plant Physiology. Special Issue (12)*: 314-319
- Sana, M., A. Ali., M. Asghar Malik., M. Farrukh Saleem. and M. Rafiq. 2003. Comparative yield potential and oil contents of different canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Pak. J. Agron*. 2(1): 1-7.
- Sana, M., A. Ali., M. Asghar Malik., M. Farrukh Saleem. and M. Rafiq. 2003. Comparative yield potential and oil contents of different canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Pak. J. Agron*. 2(1): 1-7.
- Sandoval-Yepiz, M. R. 2004. Reguladores de crecimiento XXIII: Efecto del acido salicilico en la biomasa del cempazachitl (*Tagetes erecta*). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnolbgico Agropecuario, Conkal, Yucatan, México Science, 21:351-5.
- Senaranta, T. Touchell, D. Bumm,. E and Dixon, K. 2002. acetylasli(spirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. *Plant Growth Regholation*. 30: 157-161.
- Senaratna, T., D. Touchell, E. Bunn, and K. Dixon. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation* . 30:157-161

- Sepehri, A., R. Abasi, and A. Karami. 2015. Effect of drought stress and salicylic acid on yield and yield component of bean genotypes. *Journal of Crops Improvement*.17(2): 503-516. (In Persian).
- Shakirova, F. M. and sahabutdinova, D. R. 2003 .Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *PlantScience*, 164: 317-322.
- Sharma, P. and Shanker, R. (2005) Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. *Plant Growth Regulation* 46: 209-22.
- Shoghian, M., and A. Roozbahani. 2017. The effect of salicylic acid foliar application on morphological traits, yield and yield components of red bean under drought tension conditions. *Crop Physiology Journal*.9(34): 131-147. (In Persian).
- Sibi, M. (2011). Effect of water stress, zeolite and foliar application of salicylic acid on some of agronomical and physiological traits in spring safflower. M.Sc. Thesis. Agronomy and crop development department. College of agriculture. Islamic Azad University, Branch, Arak.. 213 pages. (In farsi).
- Sinaki, J., Majidi Heravan, M.E., Shirani Rad, A.H., Noormohammadi, Gh. and Zarei, Gh. (2007). The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2: 417- 422.
- Singh, B., and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regul.*, 39: 137-141.

- Sinha, S. K., Srivastava, H. S. and Tripathi, R. D. (1993) Influence of some growth regulators and cations on inhibition of chlorophyll biosynthesis by lead in maize. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 51: 241-246.
- Sirin Vasa, A, and Morgan, D. G. 1996. Growth and development of pod wall in spring rapeseed (*Brassica napus* L.) as related to the presence of seeds and exogenous phytohormones. *J. Agric. Sci. Camb.* 127:487-500.
- Stress Tolerance in Plants; an Overview. p. 141-160. In: Azooz, M. M. and P. Ahmad (Eds.). *PlantEnvironment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress*. John Wiley & Sons, London
- Tadashi, H. and Theodore, C. (1999) Some characteristics of reduced leaf photosynthesis at midday in maize growing in the field. *Field Crops Research* 62: 53-62.
- Tanaka, A., and R. Tanaka. 2006. Chlorophyll metabolism. *Plant. Bio.*, 9: 248- 255.
- Tari, I., J. Csiszár., G. Szalai., F. Horváth., A. Pécsváradi., G. Kiss., Á.Szepesi., M. Szabó, and L. Erdei.2002. Acclimation of tomato plants to salinity stress after salicylic acid pre-treatment. *Acta Biol. Szeged*, 46: 55-56.
- Tesfay, K., Walker, S. and Tsubo, M. (2006) Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in semi-arid conditions. *European Journal of Agronomy* 25:60-70.
- Tomaszewski, M. and Thimman, K. V. (1966) Interaction of phenolic acids, metallic ions and chelating agents on auxin induced growth. *Plant physiology* 41: 1443 – 145

- Turkyilmaz, B., Aktas, L. Y. and Güven, A. (2005) Salicylic acid induced some biochemical and physiological changes in *Phaseolus vulgaris* L. F. Ü. Fen ve Mühendisilik Bilimleri Dergisi 17: ۳۱۹-۳۲۶
- Tusar, P., Maiti S. and Mitra, B. 2006. Variability, correlation and path analysis of the yield attributing characters of mustard (*Brassica* spp.). Research on Crops. 7(1): 191-193
- Vaisnad, S., Talebi, R. 2015. Salicylic acid-enhanced morphological and physiological responses in chickpea (*Cicer arietinum*) under water deficit stress. Environmental and Experimental Biology, 13:109-115
- Yildirim, E., Turan, M. and Guvenc, I. (2008) Applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. Journal of Plant Nutrition 31(3): 593-612.
- Zarei, Z., G. Daneshian, and A. Khorgami. 2016. The effect of zinc and salicylic acid on the quantitative and qualitative characteristics of soybeans Dehydration conditions. Iranian Journal of Field Crops Research . 14: 723-734. (In Persian).
- Zhang, H., M. Pala, T. Oweis, and H. Harris. 2002. Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a mediterranean environment. Aus J Agric Res. 51: 295-30.
- Zhao, H. J., Lin, X. W., Shi, H. Z. and Chang, S. M. (1995) The regulating effects of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans. Acta Agronomica Sinica 21:

Zhao, H. J., Lin, X. W., Shi, H. Z. and Chang, S. M. (1995). The regulating effect of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans.

Acta Agronomy

Zhou, X. M., Mackenzie, A. F., Madramootoo, C. A. and Smith, D. L. (1999). Effect of some injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *J Agronomy Crop Science*, 183: 103-110.

Zhou, X.M., A.F. Mackenzie, C.A. Madramootoo and D.L.J. Smith, 1999. Effects of some injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *Agro. Crop Sci.*, 183: 10-113

Abstract

Population growth, improved nutrition, and increased consumption of oilseed meal in livestock and poultry feed have increased the need for oilseed production worldwide; Therefore, the development of cultivation of oil products for self-sufficiency is very serious, which requires coherent and long-term planning with the aim of achieving self-sufficiency. Oilseed crops can grow in a wide range of soil, water and climatic conditions, among which rapeseed with the scientific name (*Brassica napus*) is one of the most important oilseeds that provides more than 80% of Iran's edible oil and in A large area of the country is cultivated. Salicylic acid is one of the phenolic compounds that play a regulatory role in the biological and biochemical processes of plants. In order to investigate the effect of salicylic acid on canola growth reactions, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with 4 replications. Experimental factors: The first factor consisted of three canola cultivars (Niloufar, Nima and Nafis) and the second factor included three levels of salicylic acid (non-consumption, application of 250 μ M and application of 500 μ M) as a foliar application in two stages (autumn and late winter). The results showed that although 1000-seed weight and grain yield in Nafis cultivar were higher than other treatments in non-application of salicylic acid, but in the other two cultivars the application of salicylic acid had a significant effect. Plant height in Niloufar cultivar and foliar application with a concentration of 500 μ M was higher than other treatments and stem diameter was the highest with no salicylic acid consumption. Interaction of salicylic acid and rapeseed cultivars on stem fresh and dry weight, greenness index, number of pods per plant, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, chlorophyll a / b, carotenoids, grain yield, harvest index, grain protein percentage and grain oil percentage He was hanged. Concentration of 500 μ M salicylic acid increased the percentage of nitrogen and grain protein, percentage of oil, chlorophyll and carotenoids, , dry weight of leaves, leaf area index, plant height, number of pods and number of seeds. Stem dry weight and pod weight also increased under the concentration of 250 μ M salicylic acid. Also, among different rapeseed cultivars, Niloufar cultivar caused the highest amount of traits. From the results of this study, it can be inferred that the effect of salicylic acid in different canola cultivars is different and by affecting the physiological processes of the plant, it increases the yield of canola.

Keywords : Leaf nutrition, photosynthetic pigments, number of pods, percentage of oil and percentage of grain protein



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

**The study of effect of salicylic acid on growth, yield and
some physiological parameters in three rapeseed cultivars**

By: Yosef Darvishi

Supervisor:
Dr. M. Amerian

Advisor:
Dr. M. Abedini Esfahalani

Dr. Y. Mohammadi

September 2021