Archive of SID

نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال چهاردهم، شماره ۵۶، زمستان ۱۳۹۸ / صفحات: ۱۰۹ -۹۴

تاثیر تنش خشکی و محلول پاشی اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر عملکرد کمی و کیفی کلزا (*Brassica napus* L.)

ناصر عزتی[۱]، عباس ملکی[۱*]، امین فتحی[۲]

[۱]گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران

[۲]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد آیت‌الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۰۷

چکیده

آزمایشی طی یک سال زراعی به صورت طرح کرت های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۶ در شهرستان دره شهر از توابع استان ایلام انجام شد. فاکتورهای آزمایشی عبارتنداز آبیاری در چهار سطح شامل: آبیاری عادی یا شاهد، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن، قطع آبیاری در آغاز گلدهی، قطع آبیاری در آغاز غلاف دهی به عنوان بلوک‌های اصلی و فاکتور فرعی شامل عدم مصرف و مصرف ۱۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید و فاکتور فرعی فرعی شامل عدم مصرف و مصرف ۱۵۰ پی پی ام اسید سالیسیلیک بود. نتایج مقایسه میانگین اثر هورمون جیبرلیک اسید نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین اسید چرب اشباع و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین اسید چرب اشباع بدست آمد. همچنین با به تاخیر افتادن اعمال تنش خشکی درصد روغن نیز به طور معنی داری کاهش یافت. تاثیر تنش خشکی بر اسید چرب اشباع معنی دار بود ولی اسید چرب غیراشباع تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفت. مصرف اسیدهای جیبرلیک و سالیسلیک موجب افزایش معنی دار درصد روعن و اسیدهای چرب اشباع گردید. مقایسه میانگین تیمار قطع آبیاری نشان داد بیشترین تاثیر بر عملکرد بیولوژیک در شاهد و مصرف هورمون جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک بود، اما کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله آغاز غلاف دهی و عدم محلول پاشی هردو(جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک) مشاهده شد. همچنین کابرد توام هر دو هورمون درصد روغن را بصورت معنی داری افزایش داد. بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت، که اعمال محلول پاشی هورمون‌های جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک در کشت کلزا تحت تاثیر تنش آبی، تاثیر معنی داری بر عملکرد کلزا داشته و در صورت مصرف هورمون‌های مذکور در زمان صحیح اثر سوء تنش کاهش یافته و عملکرد روغن کلزا افزایش می یابد.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب اشباع، تنش خشکی، عملکرد دانه، کلزا، محلول پاشی جیبرلیک

*نویسنده مسئول: maleki97@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کلزا (*Brassica napus*) از مهمترین گیاهان روغنی در ایران می‌باشد که در سطح وسیعی از کشور کشت می‌شود. عملکرد کلزا به ظرفیت عملکرد رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعت بستگی داشته و عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین کننده رشد و نمو گیاه و در نتیجه عملکرد دانه هستند (Kuchtova et al., 1996; Koocheki and Khajehossini, 2008). پایین بودن درصد اسیدهای چرب اشباع آن نسبت به روغن‌های گیاهی دیگر سبب گردیده تا روغن کلزا به‌عنوان یک روغن خوراکی مفید مورد پذیرش عمومی قرار گیرد (Scarth and Tang, 2006).

در بین عوامل باز دارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان، خشکی مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد می‌باشد. تنش خشکی به‌عنوان یک عامل خارجی که تاثیر منفی بر گیاه دارد تعریف می‌گردد (Farooq et al., 2016; Jaberi et al., 2015). همچنین تنش خشکی سبب کاهش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی در خاک می‌شود. بنابراین مدیریت گیاه در شرایط تنش خشکی یکی از مسائل مهم در تولید محصولات زراعی محسوب می‌شود (Mohammadkhani and Heidari, 2007). تأثیر خشکی بر هر یک از اجزای تشکیل دهنده عملکرد می‌تواند منجر به تغییر در میزان عملکرد شود. در صورت نبود آب کافی نه تنها رشد گیاه به واسطه نبود آب بلکه به سبب کمبود عناصر غذایی قابل دسترس کاهش می‌یابد (Kumar et al., 2015).

سالیسیلیک اسید یک تنظیم کننده است که در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش مهمی را ایفا می‌کند. القای گل دهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تأثیر در مکانیسم باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم سالیسیلیک اسید می‌باشد (Akbari and Maleki, 2018; Hayat et al., 2010; Karami Chame et al., 2016). اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک پیام رسان مولکولی مهم در نوسان‌های گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (Senaratna et al., 2000). کاربرد اسید سالیسیلیک سبب افزایش تحمل گیاه نسبت به تنش خشکی شده و اثر کمبود آب را تعدیل و همچنین برخی از پارامترهای رشدی را افزایش داده است (Sahraei et al., 2018; Yazdanpanah et al., 2011). محققان بیان کردند که اسید سالیسیلیک می‌تواند نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی ایفا کند (Dolatabadian et al., 2008).

جیبرلین نیز برای شکستن دوره کمون دانه‌ها و شروع جوانه‌زنی ضروری است (Stebert et al., 2001). جیبرلین یکی از هورمون‌های تنظیم کننده رشد گیاهی است که در مراحل رشد اثرات متنوع و متفاوتی بر رشد و نمو بسیاری از گیاهان دارد. استفاده از جیبرلین در غلظت‌های بالا رشد بعضی از گیاهان را تشدید می‌کند (Abbasi et al., 2019; Atri, 1996). امروزه جیبرلین‌ها به عنوان یکی از مهمترین تنظیم کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده اند که به‌طور طبیعی در گیاهان عالی وجود دارد (Abbasi et al., 2019; Hedden and Proebsting, 1999). جیبرلین علاوه بر تحریک رشد گیاه، موجب افزایش توان فتوسنتز ، افزایش رشد طولی برگ و بردباری در برابر تنش خشکی می شود (Ashraf et al., 2002). از دهه گذشته از هورمون‌های گیاهی مانند جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید به عنوان آنتی اکسیدان در مقابله با تنش‌های غیر زیستی استفاده می شود. بنابراین با توجه به اهمیت افزایش عملکرد کمی و کیفی کلزا و همچنین کاهش اثرات منفی ناشی از تنش خشکی و تاثیرات مثبتی که هورمون جیبرلیک اسید و اسید

www.SID.ir

Archive of SID

سالیسیلیک دارد آزمایشی با هدف بررسی این عومل ضروری به نظر می‌رسید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۶ در شهرستان دره شهر از توابع استان ایلام انجام گرفت. محل اجرای طرح در عرض جغرافیایی ٤٧ درجه و ٢٤ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۳۳ درجه و ۹ دقیقه و ارتفاع ٦٣٦ متر از سطح دریا قرار داشت. به منظور تعیین خصوصیات خاک قبل از اجرای آزمایش نمونه‌گیری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد و خصوصیات آن مورد آزمایش قرار گرفت. بر پایهٔ نتایج آزمایش خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، بافت خاک لومی رسی، کربن آلی ۰/۹۱ درصد، اسیدیتهٔ ۷/۳، هدایت الکتریکی ۱/۳ دسی زیمنس بر متر، نیتروژن ۰/۱۲ درصد، فسفر ۱۰ پی پی ام و پتاسیم ٢٤٢ پی پی ام بود. آزمایش به صورت بلوک های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش در چهار سطح آبیاری شامل آبیاری عادی یا بدون تنش، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن، قطع آبیاری در آغاز گلدهی، قطع آبیاری در آغاز غلاف دهی به عنوان فاکتور اصلی و فاکتور فرعی شامل مصرف و عدم مصرف جیبرلیک اسید و فاکتور فرعی فرعی شامل مصرف و عدم مصرف اسید سالیسیلیک بود. بذر کلزا رقم‌هایولا ٤٠١ (تهیه شده از مرکز جهاد کشاورزی دره شهر) بود. عملیات تهیه زمین و آماده کردن بستر بذر و کاشت در نیمه اول آبان ماه انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به فواصل ٤٠ سانتی‌متر و هر تکرار شامل ١٦ کرت و فاصله تکرارها از هم ۱/۵ متر و فاصله بین تیمارها یک متر بود. مساحت هر کرت ۱۰ متر مربع (عرض هر کرت ۲/۵ متر و طول آن ٤ متر) در نظر شد. جهت اعمال تیمار، در وسط هر خط کاشت شیاری ایجاد شد و بذور در شیارهای مربوطه کشت شدند و روی آنها با خاک پوشانده شد. در طی دوره رشد گیاه هیچ بیماری و یا آفتی در مزرعه مشاهده نشد. برای اعمال تنش خشکی به صورت قطع یک مرحله آبیاری در زمان‌های مربوط به تیمارها انجام شد.

جیبرلیک اسید با ۱۰۰ پی‌پی‌ام و سالیسیک اسید با ۱۵۰ پی‌پی‌ام (در یک مرحله و در مرحله ساقه رفتن) با استفاده از سمپاش دستی در تیمارها اعمال شد. کود سوپر فسفات تریپل (۹۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت پیش از کاشت و کود اوره (۱۵۰کیلوگرم در هکتار) در دو نوبت پیش کاشت و به‌صورت سرک همزمان با آبیاری در مزرعه اعمال شدند. براساس نتایج آزمون خاک مزرعه نیازی به کود پتاس نداشت. مبارزه با علف‌های هرز نیز به‌صورت دستی صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری و محاسبه میزان عملکرد دانه، کلیه بوته‌های موجود در مساحت یک متر مربع میانی از هر کرت با حذف اثر حاشیه برداشت و جهت خشک شدن نهایی و رسیدن رطوبت به ۱۲ درصد در آون به‌مدت ٤٨ ساعت قرارداده و سپس به روش دستی دانه‌ها از خورجین جدا و دانه‌های برداشت شده هر کرت به طور جداگانه با ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین و داده‌ها به هکتار تعمیم داده شده و عملکرد کل محاسبه گردید.

میزان درصد پروتئین دانه با استفاده از روش کجلدال و درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS V.3 انجام گرفت. همچنین جهت مقایسه میانگین صفات مورد نظر نیز از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

ارتفاع بوته: نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات اصلی قطع آبیاری (درسطح پنج درصد) و محلول پاشی جیبرلیک (درسطح یک درصد) و اسید سالیسیلیک (درسطح پنج درصد) بر روی ارتفاع بوته کلزا تاثیر معنی داری دارد در حالی که اثرات متقابل آنها و اثرات سه گانه آن تاثیر معنی داری بر روی این صفت نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین تیمار قطع آبیاری نشان داد بیشترین تاثیر بر روی صفت ارتفاع بوته کلزا در تیمار شاهد به میزان ۱۳۸/۵ سانتی‌متر بدست آمد، اما کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن ۱۲۰/۸ سانتی‌متر میزان حاصل شد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین هورمون جیبرلیک اسید نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۱۳۵/٤ سانتی‌متر و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین ارتفاع بوته به میزان ۱۲۱/۹ سانتی‌متر تعلق داشت(جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین هورمون اسید سالیسیلیک نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۱۳۵/۲ سانتی‌متر و در تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک کمترین ارتفاع بوته به میزان ۱۲۵/۲ سانتی‌متر مشاهده شد(جدول ۲).

تعداد غلاف در بوته: نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات اصلی قطع آبیاری (در سطح پنج درصد) و محلول پاشی جیبرلیک (در سطح یک درصد) و اسید سالیسیلیک (در سطح پنج درصد) بر روی تعداد غلاف در بوته و اثر متقابل جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک در سطح پنج درصد تاثیر معنی داری داشت اما سایر اثرات متقابل و اثرات سه گانه آن تاثیر معنی داری بر روی این صفت نگذاشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین تیمار قطع آبیاری نشان داد بیشترین تاثیر بر روی تعداد غلاف در بوته در تیمار شاهد به میزان ۲۰۵/۵ بدست آمد، اما کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله آغاز غلاف دهی ۱۷۳/۵ میزان حاصل شد. (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین هورمون جیبرلیک اسید نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین تعداد غلاف در بوته به میزان ۱۹۳/٤ و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین تعداد غلاف در بوته به میزان ۱۷۸/٤ تعلق داشت (جدول ۲).

همچنین نتایج مقایسه میانگین هورمون اسید سالیسیلیک نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین تعداد غلاف در بوته به میزان ۱۹٤/۳ و در تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک کمترین تعداد غلاف در بوته به میزان ۱۷۷/۵ بدست آمد (جدول ۲).

همچنین نتایج نشان داد بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار محلول پاشی هورمون جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک بود، اما کمترین میزان در تیمار عدم محلول پاشی جیبرلیک اسید و عدم محلول پاشی اسید سالیسیلیک به میزان ١٦٦/۷ بدست آمد (جدول۳).

تعداد دانه در غلاف: نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات اصلی قطع آبیاری و محلول پاشی جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر روی تعداد دانه در غلاف در سطح یک درصد تاثیر معنی داری داشت، اما سایر اثرات متقابل آنها و اثرات سه گانه آن تاثیر معنی داری بر روی این صفت نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین تیمار قطع آبیاری نشان داد بیشترین تاثیر بر روی تعداد دانه در غلاف در تیمار شاهد به میزان ۲۰۵/۵ اما کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله آغاز غلاف دهی ۱۷۳/۵ میزان بدست آمد (جدول ۲).

همچنین در تیمار مصرف هورمون بیشترین تعداد دانه در غلاف به میزان ۱۹۳/٤ و در تیمار عدم مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

هورمون جیبرلیک اسید کمترین تعداد دانـه در غـلاف به میزان ۱۷۸/٤ مشاهده شد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین هورمـون اسـید سالیسـیلیک نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین تعداد دانه در غلاف به میـزان ۱۹٤/۳ و در تیمـار عـدم مصـرف اسید سالیسیلیک کمترین تعداد دانه در غلاف به میزان ۱۷۷/۵ بدست آمد (جدول ۲).

وزن هزاردانه: نتایج این پژوهش نشان داد که اثـرات اصلی قطع آبیاری و محلول پاشی جیبرلیـک و اسـید سالیسیلیک بر وزن هزاردانه در سطح یک درصد تاثیر معنی داری بود اما سایر اثرات متقابل آنها و اثرات سه گانه آن تاثیر معنی داری بر روی این صـفت نداشـت (جدول ۱).

مقایسـه میـانگین تیمـار قطـع آبیـاری نشـان داد بیشترین تاثیر بر وزن هزاردانه در ت شاهد و کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن بود(جـدول ۲). طبـق داده‌هـای بدسـت آمـده مصـرف هورمـون بیشـترین وزن هزاردانـه و عـدم مصـرف هورمـون جیبرلیک اسید کمترین وزن هزاردانه را سـبب گشـت (جدول ۲).

همچنین نتـایج مقایسـه میـانگین هورمـون اسـید سالیسـیلیک نشـان داد در تیمـار مصـرف هورمـون بیشترین وزن هزاردانه و در تیمار عدم مصـرف اسـید سالیسیلیک کمترین وزن هزاردانه بدست آمد (جـدول ۲).

عملکرد دانه: نتایج این پژوهش نشان داد کـه اثـرات اصلی قطع آبیاری (در سطح یـک درصـد) و محلـول پاشـی جیبرلیـک (در سـطح یـک درصـد) و اسـید سالیسیلیک (در سطح یک درصد) بر عملکـرد دانـه و اثر متقایل جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری داشـت، امـا سـایر اثـرات متقابل و اثرات سه گانه آن تـاثیر معنـی‌داری بـر روی این صفت نداشت (جدول ۱).

مقایسـه میـانگین تیمـار قطـع آبیـاری نشـان داد بیشترین تاثیر بـر عملکـرد دانـه در شـاهد بـه میـزان ۳۱۸۵/۳ کیلوگرم در هکتارو کمتـرین در تیمـار قطـع آبیاری در مرحله آغاز گلدهی ۲۳۵۱/۰۸ کیلـوگرم در هکتار میزان بدست آمد (جدول ۲).

همچنین با مصرف هورمون بیشترین عملکرد دانه به میزان ۲۹۰۵/٦۳ کیلوگرم در هکتار و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین عملکرد دانـه بـه میـزان ۲۲۵۳/۵ کیلـوگرم در هکتـار بدسـت آمـد (جدول ۲).

همچنین نتـایج مقایسـه میـانگین هورمـون اسـید سالیسیلیک نشان داد در تیمار مصرف هورمون سـبب بیشترین عملکرد دانه به میـزان ۲۸٤۰/٦ کیلـوگرم در هکتـار و در تیمـار عـدم مصـرف اسـید سالیسـیلیک کمتـرین عملکـرد دانـه بـه میـزان ۲۳۱۸/۵ کیلـوگرم شد(جدول ۲).

نتایج این تحقیق نشان داد بیشترین عملکرد دانه به تیمار محلول پاشی هورمون جیبرلیـک اسـید و اسـید سالیسیلیک بـه میـزان ۳۰۳٤/۹ کیلـوگرم در هکتـار و کمترین میزان در تیمار عدم محلول پاشـی جیبرلیـک اسید و عدم محلول پاشی اسید سالیسیلیک بـه میـزان ۱۸٦۰/٦ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول۳).

عملکرد بیولوژیک: نتایج این پـژوهش نشـان داد کـه اثرات اصلی قطع آبیـاری (در سـطح پـنج درصـد) و محلول پاشی جیبرلیک (در سطح یک درصد) و اسید سالیسـیلیک (در سـطح پـنج درصـد) بـر عملکـرد بیولوژیک تاثیر معنی داری داشـت، امـا سـایر اثـرات متقابل و اثرات سه گانه آن تاثیر معنـی داری بـر روی این صفت نداشت (جدول ۱).

مقایسـه میـانگین تیمـار قطـع آبیـاری نشـان داد

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین تاثیر بر عملکرد بیولوژیک در شاهد به میزان ۱۰۷۰۲/۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن ۷۹٤٤/۹ کیلوگرم در هکتار میزان بدست آمد (جدول ۲).

همچنین درمصرف هورمون بیشترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۹۵۸۲/۲ کیلوگرم در هکتار و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۸۰۳۰/۸ کیلوگرم در هکتار تعلق گرفت (جدول ۲).

داده های این تحقیق نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۹۲۵٦/۰٦ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک کمترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۸۳٥٦/۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۲).

شاخص برداشت: نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات اصلی قطع آبیاری (درسطح یک درصد) و محلول پاشی جیبرلیک (درسطح یک درصد) و اسید سالیسیلیک (درسطح یک درصد) و سایر اثرات متقابل و اثرات سه گانه آن در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین تیمار قطع آبیاری نشان داد بیشترین تاثیر بر عملکرد بیولوژیک در شاهد و مصرف هورمون جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک به میزان ۳۳/۰٤ درصد بدست آمد، اما کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله آغاز غلاف دهی و عدم محلول پاشی هردو(جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک) به میزان ۲۲/۳ درصد حاصل شد (جدول ٤).

درصد پروتئین دانه: نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات اصلی قطع آبیاری و محلول پاشی جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر درصد پروتئین دانه در سطح یک درصد تاثر معنی داری داشت، اما سایر اثرات متقابل آنها و اثرات سه گانه آن تاثیر معنیداری بر روی این صفت اثر معنی داری نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین تیمار قطع آبیاری نشان داد بیشترین تاثیر بر درصد پروتئین دانه مربوط به شاهد به میزان ۲۷/۲٦ درصد و کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن ۲۲/۷٤ درصد بود (جدول ۲).

در مورد مصرف هورمون نیز بیشترین درصد پروتئین دانه (۲٥/۳ درصد) و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین درصد پروتئین دانه به میزان ۲۳/٦۱ درصد تعلق داشت (جدول ۲).

همچنین نتایج مقایسه میانگین هورمون اسید سالیسیلیک نشان داد با کاربرد هورمون بیشترین درصد پروتئین دانه به میزان ۲٥/۲٥ درصد بدست آمد و در تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک کمترین درصد پروتئین دانه به میزان ۲۳/٦۷ درصد حاصل شد (جدول ۲).

درصد روغن دانه: نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات اصلی قطع آبیاری و محلول پاشی جیبرلیک و اسید سالیسیلیک و اثر متقابل جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک بر درصد روغن دانه در سطح یک درصد تاثیر معنی داری دارد، اما سایر اثرات متقابل و اثرات سه گانه آن تاثیر معنی داری بر روی این صفت نداشت (جدول ۱).

قطع آبیاری نشان داد بیشترین تاثیر بر درصد روغن دانه در شاهد به میزان ۳٦/۳ درصد بود اما کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن ۳۳/۷ درصد میزان بدست آمد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین هورمون جیبرلیک اسید نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین درصد روغن دانه به میزان ۳٥/٦ درصد مشاهده شد و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین درصد روغن دانه به میزان ۳۳/۸ درصد بدست آمد (جدول ۲).

در تیمار مصرف هورمون بیشترین درصد روغن دانه به میزان ۳٥/۷ درصد دیده شد و در تیمار عدم

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف اسید سالیسیلیک کمترین درصد روغن دانه به میزان ۳۳/۸ درصد بدست آمد (جدول ۲).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد بیشترین درصد روغن دانه به تیمار محلول پاشی هورمون جیبرلیک اسید و اسید سالیسیلیک تعلق داشت اما کمترین میزان در تیمار عدم محلول پاشی جیبرلیک اسید و عدم محلول پاشی اسید سالیسیلیک دیده شد (جدول ۳).

اسید چرب اشباع: نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات اصلی قطع آبیاری و محلول پاشی جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر اسید چرب اشباع در سطح یک درصد تاثیر معنی داری دارد، اما سایر اثرات متقابل آنها و اثرات سه گانه آن تاثیر معنی داری بر روی این صفت نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین تیمار قطع آبیاری نشان داد بیشترین تاثیر بر اسید چرب اشباع در تیمار شاهد به میزان ٦/٨٨ بدست آمد، اما کمترین در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن ۵/٤٨ میزان بدست آمد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین هورمون جیبرلیک اسید نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین اسید چرب اشباع به میزان ٦/٦ بدست آمد و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین اسید چرب اشباع به میزان ۵/۷ بدست آمد (جدول ۲).

همچنین نتایج مقایسه میانگین هورمون اسید سالیسیلیک نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین اسید چرب اشباع به میزان ٦/۵۹ بدست آمد و در تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک کمترین اسید چرب اشباع به میزان ۵/۷ بدست آمد (جدول ۲).

اسید چرب غیراشباع: نتایج این پژوهش نشان داد که تنها اثرات اصلی محلول پاشی جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر اسید چرب غیراشباع در سطح یک درصد تاثیر معنی داری دارد، اما سایر اثرات متقابل آنها و اثرات سه گانه آن تاثیر معنی داری بر روی این صفت نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین اثر هورمون جیبرلیک اسید نشان داد در تیمار مصرف هورمون بیشترین اسید چرب اشباع و در تیمار عدم مصرف هورمون جیبرلیک اسید کمترین اسید چرب اشباع بدست آمد (جدول ۲).

همچنین در بررسی نتایج مقایسه میانگین هورمون اسید سالیسیلیک مشاهده شد در تیمار مصرف هورمون بیشترین اسید چرب اشباع ودر تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک کمترین اسید چرب اشباع به میزان ۸۷/۱ بدست آمد (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر کاربرد جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر صفات مورفولوژیکی کلزا تحت تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	غلاف در بوته (تعداد)	دانه در غلاف (تعداد)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)	اسید چرب اشباع (درصد)	اسید چرب غیراشباع (درصد)
تکرار	۲	۳۱۱۹/۴۷**	۹۵۸/۴۱*	۴۸/۴۸**	۰/۷۸**	۳۲۵۰۵۱/۶۶*	۸۳۵۲۵۴۷/۰۷*	۱۱/۶۲**	۱۱/۹۷*	۱۷/۸۷**	۱۱/۰۸**	۶/۲۴ ns
آبیاری	۳	۶۵۱/۰۸*	۲۳۰۵/۶۱**	۹۷/۷۴**	۳/۵۴**	۱۹۶۱۳۴۸/۶۷**	۱۹۸۰۹۹۱۱/۸۶*	۳۵/۹۸**	۴۹/۶۸**	۱۶/۰۸**	۴/۷۶**	۴۵/۹۰ ns
خطای آبیاری	۶	۱۲۷/۴۰	۱۵۵/۶۸	۶/۶۱	۰/۰۳	۴۷۱۶۵/۵۱	۲۹۶۰۰۵۱/۶۶	۵/۳۸	۱/۵۴	۱/۵۵	۰/۱۸	۱۶/۶۹
جیبرلیک	۱	۲۱۸۱/۶۰**	۲۶۹۲/۰۶*	۲۷۳/۸۹**	۲/۸۷**	۵۱۰۳۳۵۴/۱۸**	۲۸۸۳۴۶۸/۷۷**	۱۶۶/۹۲**	۳۵/۲۳**	۳۸/۷۴**	۱۰/۰۴**	۱۰/۸/۱۸**
آبیاری*جیبرلیک	۳	۲/۴۴ ns	۸/۵۲ ns	۴/۰۷ ns	۰/۰۴ ns	۵۳۰۹۰/۰۵ ns	۱۴۸۷۷۲۸/۶۰ ns	۱۰/۱۵**	۰/۱۹ ns	۰/۱۹ ns	۰/۰۳ ns	۱/۰۸ ns
خطای جیبرلیک	۸	۸۲	۲۷۹	۹/۸	۰/۰۰۶	۳۷۸۲۰	۱۲۴۷۸۳۶	۱/۶۱	۲/۴۳	۰/۷۹	۰/۲۵	۱/۰۴
اسید سالیسیلیک	۱	۲۰۳۰/۶۰*	۳۳۶۵/۹۱**	۲۱۶/۴۱**	۱/۹۸**	۳۲۷۱۳۷۹/۴۱**	۹۷۰۰۰۳۰/۲۷*	۵۳/۴۵**	۲۹/۸۹**	۴۲/۶۸**	۸/۹۴**	۷۷/۶۲**
آبیاری * اسید سالیسیلیک	۳	۲۸/۳۴ ns	۳/۹۰ ns	۲/۱۹ ns	۰/۰۱ ns	۱۷۹۸۰/۴۲ ns	۶۳۹۶۱۶/۴۲ ns	۱۰/۸۸**	۰/۴۶ ns	۰/۴۰ ns	۰/۱۴ ns	۱/۹۵ ns
جیبرلیک * اسید سالیسیلیک	۱	۴۸۵/۷۸ ns	۵۲۷/۸۱ *	۳۴/۹۲ ns	۰/۰۲ ns	۸۳۳۲۱۰/۷۲* ns	۸۴۰۳۳۱۲/۹۷ ns	۴۶/۱۶**	۳/۰۷ ns	۵/۱۵**	۰/۵۳ ns	۵/۶۹ ns
آبیاری * جیبرلیک * سالیسیلیک	۳	۳۶/۱۳ ns	۴۰/۱۳ ns	۱/۸۶ ns	۰/۰۴ ns	۱۶۰۱۰۸/۲۰ ns	۱۰۰۶۹۶۵/۸۶ ns	۲۰/۲۲**	۰/۱۸ ns	۰/۱۲ ns	۰/۲۰ ns	۳/۶۸ ns
خطا	۱۶	۲۷۳/۰	۱۷۸/۲۶	۷/۲۳	۰/۰۳	۶۵۸۶۷/۸	۱۹۶۷۵۵۸/۸	۱/۴۰	۲/۰۱	۰/۴۹	۰/۱۶	۲/۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۲/۸	۷/۱	۹/۹	۵/۱	۹/۹	۱۵/۹	۴/۰۲	۵/۸	۲/۰۱	۶/۵۶	۱/۷۶

ns، *، ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی‌دار، و اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر قطع آبیاری بر صفات مورفولوژیکی کلزا

		ارتفاع بوته (سانتی متر)	غلاف در بوته (تعداد)	دانه در غلاف (تعداد)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)	اسیدچرب اشباع (درصد)	اسیدچرب غیر اشباع (درصد)
تنش خشکی	قطع آبیاری در مرحله آغاز غلاف دهی	۱۲۶/۴۸ ^{b}	۱۷۳/۵۴ ^{b}	۲۵/۳۰ ^{b}	۳/۶۹ ^{b}	۲۳۹۶/۰۵ ^{b}	۸۴۸۸/۲۶ ^{b}	۲۷/۷۴ ^{b}	۲۴/۶۵ ^{b}	۳۴/۸۵ ^{b}	۶/۴۶ ^{b}	۸۷/۸۷ ^{a}
	قطع آبیاری در مرحله آغاز گلدهی	۱۲۹/۰۳ ^{ab}	۱۸۰/۰۱ ^{b}	۲۶/۰۱ ^{b}	۳/۳۰ ^{c}	۲۳۵۱/۰۸ ^{b}	۸۰۹۰/۱۸ ^{c}	۲۸/۶۷ ^{b}	۲۳/۲۰ ^{c}	۳۴/۱۱ ^{c}	۵/۸۲ ^{c}	۸۶/۷۴ ^{a}
	قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن	۱۲۰/۸۴ ^{b}	۱۸۴/۶۸ ^{b}	۲۵/۵۰ ^{b}	۳/۰۹ ^{d}	۲۳۸۵/۸۲ ^{b}	۷۹۴۴/۹۰ ^{c}	۲۹/۸۲ ^{b}	۲۲/۷۴ ^{c}	۳۳/۷۷ ^{c}	۵/۴۸ ^{c}	۸۷/۹۶ ^{a}
	شاهد (بدون تنش)	۱۳۸/۵۰ ^{a}	۲۰۵/۵۸ ^{a}	۳۱/۲۸ ^{a}	۴/۳۳ ^{a}	۳۱۸۵/۳۰ ^{a}	۱۰۷۰۲/۷۴ ^{a}	۳۱/۷۶ ^{a}	۲۷/۲۶ ^{a}	۳۶/۳۷ ^{a}	۶/۸۸ ^{a}	۹۱/۲۸ ^{a}
جیبرلیک	عدم محلول پاشی جیبرلیک	۱۲۱/۹۷ ^{b}	۱۷۸/۴۶ ^{b}	۲۴/۶۳ ^{b}	۳/۳۶ ^{b}	۲۲۵۳/۵۰ ^{b}	۸۰۳۰/۸۰ ^{b}	۲۷/۶۴ ^{b}	۲۳/۶۱ ^{b}	۳۳/۸۸ ^{b}	۵/۷۰ ^{b}	۸۶/۹۶ ^{b}
	محلول پاشی جیبرلیک	۱۳۵/۴۵ ^{a}	۱۹۳/۴۴ ^{a}	۲۹/۴۱ ^{a}	۳/۸۵ ^{a}	۲۹۰۵/۶۳ ^{a}	۹۵۸۲/۲۴ ^{a}	۳۱/۳۷ ^{a}	۲۵/۳۲ ^{a}	۳۵/۶۷ ^{a}	۶/۶۱ ^{a}	۸۹/۹۶ ^{a}
اسید سالیسیلیک	عدم محلول پاشی	۱۲۲/۲۱ ^{b}	۱۷۷/۵۸ ^{b}	۲۴/۹۰ ^{b}	۳/۴۰ ^{b}	۲۳۱۸/۵۰ ^{b}	۸۳۵۶/۹۸ ^{b}	۲۸/۴۵ ^{b}	۲۳/۶۷ ^{b}	۳۳/۸۳ ^{b}	۵/۷۳ ^{b}	۸۷/۱۹ ^{b}
	محلول پاشی	۱۳۵/۲۲ ^{a}	۱۹۴/۳۲ ^{a}	۲۹/۱۴ ^{a}	۳/۸۰ ^{a}	۲۸۴۰/۶۳ ^{a}	۹۲۵۶/۰۶ ^{a}	۳۰/۵۶ ^{a}	۲۵/۲۵ ^{a}	۳۵/۷۲ ^{a}	۶/۵۹ ^{a}	۸۹/۷۳ ^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری با هم ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر کاربرد جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر صفات اندازه گیری شده کلزا

جیبرلیک اسید	اسید سالیسیلیک	غلاف در بوته (تعداد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	روغن دانه (درصد)
عدم محلول پاشی	عدم محلول پاشی	۱۶۶/۷۷ c	۱۸۶۰/۶۸ c	۳۲/۶۱ b
	محلول پاشی	۱۸۸/۳۸ b	۲۷۷۶/۳۲ b	۳۵/۰۶ a
محلول پاشی	عدم محلول پاشی	۱۹۰/۱۵ b	۲۶۴۶/۳۱ b	۳۵/۱۵ a
	محلول پاشی	۱۹۸/۵۰ a	۳۰۳۴/۹۴ a	۳۶/۲۹ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری با هم ندارند.

جدول ٤: مقایسه میانگین اثر کاربرد جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر شاخص برداشت (درصد) کلزا تحت تنش خشکی

آبیاری	جیبرلیک اسید	اسید سالیسیلیک	
		عدم محلول پاشی	محلول پاشی
شاهد (بدون تنش)	عدم محلول پاشی	۳۲/۳۲ ab	۲۹/۹۰ bcd
	محلول پاشی	۳۱/۸۰ abc	۳۳/۰٤ a
قطع آبیاری در مرحله آغاز غلاف دهی	عدم محلول پاشی	۲۲/۳۱ f	۲۷/۸۷ d
	محلول پاشی	۳۱/۰٤ abc	۲۹/۷۵ cd
قطع آبیاری در مرحله آغاز گلدهی	عدم محلول پاشی	۲۲/۵۹ f	۲۹/۷٦ cd
	محلول پاشی	۳۱/٤۲ abc	۳۰/۹۳ abc
قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن	عدم محلول پاشی	۲۵/۱۸ e	۳۱/۱٦ abc
	محلول پاشی	۳۰/۹۰ abc	۳۲/۰٤ abc

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری با هم ندارند.

بحث

ارتفاع بوته: نتایج نشان می‌دهد که عمدتاً تیمار قطع آبیاری (تنش خشکی) در مراحل اولیه رشد اثر زیادی بر ارتفاع گیاه می‌گذارد و هر چه قطع آبیاری در مراحل اولیه رشد اتفاق بیفتد باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. بیشترین ارتفاع گیاه توسط تیمار آبیاری معمول حاصل می‌شود که اختلاف آن با سایر تیمارهای قطع آبیاری معنی‌دار بود. تیمار قطع آبیاری از مرحله ساقه‌دهی به بعد به‌طور معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارها کمترین ارتفاع گیاه را حاصل نمود. در شرایط تنش، آماس سلول‌ها کاهش می‌یابد که این امر موجب کاهش رشد و تقسیم سلول‌ها و در نتیجه کاهش سرعت رشد و تقسیم سلول‌ها و در نتیجه کاهش سرعت رشد و در آخر کاهش ارتفاع بوته می‌گردد. محققان بیان کردند که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه داشته است (Akbari and Maleki, 2018; Jaberi et al., 2015).

تحقیقات نشان داده است سالیسیلیک اسید و جیبرلین از طریق آماس مناسب سلولها، افزایش تقسیم، طویل شدن و تمایز سلولی، تخصیص بیشتر مواد سنتزشده جهت رشد و طولانی تر شدن دورهٔ رشد گیاه، می توانند باعث توسعهٔ عادی سلولها و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه شوند. استفاده از سالیسیلیک اسید در گیاهان روغنی سبب افزایش ارتفاع این گیاه گردید (Karami chame et al., 2016; Shakirova *et al.,* 2003; Sahraei et al., 2018). به نظر می رسد سالیسیلیک اسید و جیبرلین تقسیم سلولی را درون

www.SID.ir

Archive of SID

مریستمهای گیاه کلزا افـزایش داده و بـه ایـن طریـق موجب بهبود رشد گیاه شده است.

تعداد غلاف در بوته: تعداد غـلاف در بوتـه در بـین اجزای عملکرد به تنش خشکی حساس‌تر مـی‌باشـد. تنش خشکی عملکرد دانه را کاهش می‌دهد کـه ایـن کاهش به علت اثرات منفی این تنش بر سـطح بـرگ، فتوسـنتز پوشـش گیـاهی، سـرعت رشـد محصـول و اجزای مختلف عملکرد می‌باشد (Jaberi et al., 2015; Farooq et al., 2016). بررسی تعداد غلاف‌ها در بوتـه برای سطوح مختلف آبیاری نشان می‌دهد که با افزایش محدودیت آبیاری تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد. افت تعداد غلاف در شرایط تنش خشـکی و دور کـم آبیاری را باید ناشی از ریـزش، سـقط گـل‌هـا و نیـز کاهش تعداد شاخه که در نهایت بر تعداد گل‌هـا و در نهایـت بـر تعـداد غـلاف‌هـا تـأثیر دارد، دانسـت. محدودیت آب در زمان گل دهی باعث ریزش گل ها، سقط جنین و در نتیجه کاهش تعداد نهایی غـلاف در لوبیا (Karami chame et al., 2016)، کلزا (Jaberi et al., 2015) می‌شود.

به نظر می‌رسد که با محلول پاشی اسید سالیسلیک تا حدودی حفظ تعادل آب در گیاه برقرار مـی‌شـود و شرایط برای تلقیح گل‌های بیشتر فراهم می‌گردد و در نتیجه تعداد واحدهای زایشی در گیاه افزایش می‌یابـد (Cheraghi et al., 2015). طی یک بررسـی محققـین دریافتند که محلول پاشی هورمـون اسـید سالیسـیلیک سبب تاثیر معنی داری بر اجزای کمـی و کیفـی گیـاه آفتـابگردان دارد (Hussain et al., 2008). محققـان اعلام نمودند که اسید سالیسیلیک اثـر معنـی‌داری بـر تعداد بوته در مترمربع تعداد غلاف در بوته تعداد دانـه در غـلاف وزن هـزار دانـه عملکـرد دانـه عملکـرد بیولوژیک و شاخص برداشت در لوبیا داشت (Akbari and Maleki, 2018). همچنـین در مـورد هورمـون جیبرلیک در یک بررسـی مشـاهده شـده کـه محلـول پاشی هورمون جیبرلیـک بـر روی گیـاه کتـان باعـث افزایش تعداد غلاف در بوته به میـزان ۸۸/۵٦ گردیـد این در حالیست که تعـداد غـلاف در بوتـه در تیمـار شـاهد ۵٦/۸۳ بـود (Pouryousef Miandoab and Esmaeilzadeh, 2017).

تعداد دانه در غلاف: وقوع تنش خشـکی در مرحلـه رشد زایشی موجب کاهش جذب مـواد پـرورده و در نتیجه کـاهش فتوسـنتز بـرگ و تولیـد شـیره پـرورده گردیده که این وضعیت موجب از بین رفتن گل‌هـا و در نتیجـه افـزایش آسـیب پـذیری تشـکیل دانـه در غلاف‌ها در شرایط تنش خشکی می‌شود. محققان بیان کردند که برخورد مراحل زایشی گیـاه کلـزا بـا تـنش خشکی موجب کاهش حداکثری صـفات وابسـته بـه عملکرد نظیر تعداد دانه در خورجین می‌شـود کـه بـه دنبال کاهش تعداد و طول خورجین بوجـود مـی‌آیـد (Imami et al., 2012).

هورمون‌ها نیز از مهم‌ترین عوامـل داخلـی تنظـیم کننده رشد گیاهان زراعی در پاسخ به عوامل محیطی و ژنتیکـی هسـتند. در میـان تنظـیم کننـده‌هـای رشـد اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلیک اسید و پلی‌آمـین‌هـا نقش مهمی در فعالیت هورمونی در جهت گل انگیزی و کنترل رشد گیاه دارد و کاربرد خارجی آنها در طول بهـاره سـازی مـی‌توانـد گلـدهی را افـزایش دهـد (King and Evans, 2003). همچنین جیبرلیک عاملی در تحریک انتقال آسیمیلات‌ها به منظور توسعه دانه‌ها می‌باشد. مطالعات کاربرد سطوح جیبرلیک‌ها نیز نشان دهنده افزایش در سـطح ایـن هورمـون در زمـان گـل انگیزی است و می‌توانـد نمـو زایشـی گیـاه را تحـت کنترل خود قرار دهد (King and Evans, 2003). طی بررسـی نقـش جبـران کننـدگی اسـید سالیسـیلیک در کاهش تعداد دانـه بـر اثـر تـنش خشـکی را گـزارش کرده‌اند. تعداد دانه در سنبله با افـزایش انـدازه مقصـد فیزیولوژیک، نقش مستقیمی در عملکرد دانـه دارد، بـه

www.SID.ir

Archive of SID

نحوی که اثر جبران کنندگی تنظیم کننده‌های رشد بر کاهش تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش خشکی، می‌تواند منجر به افزایش عملکرد شود (Hayat et al., 2010). طی بررسی گزارش کردند که محلول پاشی یک میلی مولار اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی توانست ۲۱ درصد اثر کاهشی تعداد دانه در بوته را در اثر تنش خشکی جبران نماید (Akbari and Maleki, 2018). طی گزارشی بیان شد که کاربرد محلول پاشی اسید سالیسیلیک در سویا موجب افزایش تعداد دانه در غلاف شد آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که سالسیلیک اسید می‌تواند اثرات منفی تنش آبی را کاهش دهد (Karami chame et al., 2016).

وزن هزار دانه: تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه باعث کاهش وزن هزار دانه می‌شود زیرا تجمع مواد فتوسنتزی در دانه‌ها از دو طریق یکی فتوسنتز زمان پرشدن دانه و دوم انتقال مواد فتوسنتزی از سایر قسمتها به سمت دانه صورت می‌گیرد و تنش خشکی هر دو بخش فوق را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و با زودرس کردن گیاه، دورهٔ پرشدن دانه را کاهش می‌دهد که در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. در مطالعه‌ای Imami و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در خورجین گیاه کلزا داشته است.

یافته‌های مزرعه‌ای سایر محققین نیز گواه این موضوع می‌باشد. در یک بررسی مشخص گردید که سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن هزار دانه گردید (Akbari and Maleki, 2018). وزن هزار دانه یکی از ارکان اصلی در بالا بردن عملکرد گیاهان می‌باشد و می‌توان افزایش وزن هزار دانه را به دلیل اثرات مفید سالیسیلیک اسید و جیبرلین روی عملکرد دانه در رابطه با بهبود و افزایش جذب عناصر غذایی و انتقال بیشتر مواد آسیمیلات فتوسنتز به دانه‌ها در طول پرشدن دانه‌ها باشد که در نتیجه، باعث افزایش وزن دانه می‌شود (Ashraf et al., 2002).

عملکرد دانه: با بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا مشخص گردید که سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردید (Jaberi et al., 2015). در بررسی چند آزمایش در مورد تاثیر اسید سالیسیلیک نتایج نشان داد که سبب تاثیر افزایشی بر عملکرد دانه برخی از گیاهان مانند لوبیا (Karami Chame et al., 2016)، لوبیا چشم بلبلی (Akbari and Maleki, 2018) و بابونه آلمانی (Sahraei et al., 2018) گشت بررسی آزمایشی دیگر نیز نشان داد که سالیسیلیک اسید در غلظت‌های ۰/۱ میلی مولار و ۰/۵ میلی‌مولار به‌طور مؤثری گیاه را در مقابل تنش خشکی محافظت کرد و موجب افزایش عملکرد گردید (Senaratna et al., 2000). به نظر می‌رسد تیمارهای سالیسیلیک اسید و جیبرلین در نهایت می‌توانند عملکرد بهتری تولید می‌کنند. از آنجایی که مقدار قندهای دخیره شده‌ای که از ساقه در مرحله پرشدن به دانه انتقال می‌یابند، به ارتفاع گیاه بستگی دارد و کوتاه بودن ارتفاع می‌تواند این مورد را محدود کند. همچنین کاربرد این هورمون‌های گیاهی می‌تواند با افزایش سرعت فتوسنتز و انتقال بیشتر مواد آسیمیلات به دانه ها باعث افزایش وزن دانه و عملکرد دانه گیاه گردد (Khodary, 2004).

عملکرد بیولوژیک: افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه در واحد سطح از طریق افزایش ارتفاع بوته و ایستادگی بوته و تراکم بوته نیز ممکن است امکان‌پذیر باشد. سایر فاکتورها مثل افزایش تعداد شاخه‌ها، افزایش طول دورهٔ گل‌دهی و پرشدن دانه نیز امکان افزایش محصول بیولوژیک را از طریق افزایش تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام و اندازه دانه بیشتر امکان‌پذیر می‌سازد. پژوهشگران بیان کردند که تنش

www.SID.ir

Archive of SID

خشکی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک گیاه کلزا شد (Imami et al., 2012).

با بررسی اثر سالیسیلیک اسید در برگ‌های گیاه ذرت و سویا مشخص گردید که سالیسیلیک اسید موجب افزایش سطح برگ و بیوماس خشک این گیاهان گردید (Khan et al., 2003). افزایش عملکرد بیولوژیک کلزا را می‌توان به بالابودن ارتفاع گیاه مرتبط دانست. عملکرد بیولوژیک، حاصل تجمع مواد فتوسنتزی در قسمت‌های مختلف گیاه می باشد. در گیاهان زراعی عواملی نظیر موادغذایی خاک، رقم و اقلیم، بر وزن خشک نهایی بوته‌ها تأثیر دارند و هرگاه فتوسنتز گیاه در اثر بروز عوامل نامساعد محیطی با کمبود موادغذایی محدود گردد، اثر آن روی وزن عملکرد خشک کل تظاهر می‌یابد.

شاخص برداشت: در واقع با اعمال تنش خشکی در هر مرحله از رشد گیاه، شاخص برداشت کاهش یافت. رابطه مستقیمی بین عملکرد دانه و شاخص برداشت در شرایط تنش رطوبتی وجود دارد. براساس این رابطه نمود بهتر گیاه در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند از سه طریق شامل:افزایش جذب آب، افزایش کارایی مصرف آب و بالاخره شاخص برداشت حاصل شود. محققان در توجیه رابطه فوق معتقدند که جذب رطوبت مربوط به حالتی است که آب در دسترس خاک از طریق ریشه‌های عمیق و گسترده از اعماق پروفیل خاک جذب گردد. اما دو مورد دیگر، هنگامی مهم هستند که تمام رطوبت در دسترس خاک به طور طبیعی و با پایان یافتن دوره رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد. همچنین محققان بیان کردند تنش خشکی سبب کاهش شاخص برداشت می‌شود (Hussain et al., 2008).

بیشترین شاخص برداشت مربوط به استفاده از هورمون‌ها و آبیاری کامل و کمترین شاخص برداشت مربوط به عدم استفاده از محلول پاشی هورمون‌ها و قطع آبیاری در مرحله آغاز غلاف دهی می‌باشد. در بررسی اثر سالیسیلیک مشاهده گردید که بذرهای تیمارشده با سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص برداشت می‌گردد (Sahraei et al., 2018). ذخایر ساقه برای پر شدن کامل دانه لازم است و پتانسیل لازم برای ذخیره مواد در ساقه به طول ساقه بستگی دارد. ذخایر تجمع یافته در ساقه قبل از گرده افشانی نیز می‌تواند در برخی از گیاهان برای پرشدن دانه، علاوه بر اسیمیلاتهای حاضر مورد استفاده قرارگیرد، در نتیجه در بالا رفتن شاخص برداشت نقش داشته باشد (Chaves et al., 2003).

درصد پروتئین دانه: تنش خشکی سبب تاثیر معنی‌داری بر روی درصد پروتئین می‌شود. در بررسی اثر پرایمینگ بذر با مواد محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان پروتئین دانه در نخود مشاهده شد پرایمینگ بذور با جیبرلیک درصد پروتئین را به‌ترتیب ۸۲/۶۹، ۵/٤٤ و ٥٤/۳۲ درصد افزایش داد (Mazid, 2014). در یک بررسی نیز افزایش مقدار پروتئین‌های محلول دانه‌های سویا تحت تیمار با اسید سالیسیلیک را گزارش کردند (Kumar et al., 1999). افزایش درصد پروتئین‌ها تحت تأثیر تیمارهای سالیسیلیک می‌تواند به دلیل اثر تنشی سالیسیلیک و افزایش پروتئین‌های ضد تنشی و یا در نتیجه فعالیت‌های متابولیکی و افزایش پروتئین‌های ذخیره‌ای باشد.

درصد روغن دانه: میزان روغن دانه در تنش خشکی در طی دوره پرشدن دانه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Aslam et al., 2009). کاهش درصد روغن دانه و عملکرد روغن کلزا در شرایط تنش خشکی در مرحله گل دهی گزارش شده است و این امر می‌تواند بواسطه اکسیداسیون برخی اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه و کاهش قابلیت تبدیل هیدرات‌های کربن به روغن در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط تنش روی داده باشد (Moghadam et al., 2018). سالیسیلیک در گیاهانی که تحت تنش‌های محیطی قراردارند، نقش حفاظتی دارد. اسید سالیسیلیک به طور مستقیم یا غیرمستقیم آنزیم‌های آنتی اکسیدانی را فعال می‌کند و با افزایش فعالیت آن‌ها موجب پاک سازی اکسیژن‌های رادیکال آزاد (ROS) ایجاد شده در اثر تنش می شود (Cag et al., 2009; Akbari and Maleki, 2018).

درصد اسیدهای چرب اشباع: در بررسی اعمال تنش خشکی از مرحله گل دهی به بعد سبب کاهش درصد اسیدهای چرب اشباع روغن دانه در شش رقم کلزا شد که می‌توان آن را به کوتاه شدن دوره رشد گیاه در شرایط تنش نسبت داد (Moghadam et al., 2018). نتایج این تحقیق نشان داد که اسید سالیسیلیک سبب افزایش اسیدهای چرب اشباع در گیاه کلزا می‌شود. همچنین محققان نیز گزارش کردند که اسید سالیسیلیک نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنش خشکی بر عهده دارد (Akbari and Maleki, 2018).

درصد اسیدهای چرب غیر اشباع: با افزایش شدت تنش آبی، مقدار تنفس گیاه افزایش می‌یابد و از این طریق انرژی نگهداری پایهٔ گیاه بیشتر و از ذخایر چربی گیاه کاسته خواهد شد. در نتیجه، درصد روغن دانه کاهش می‌یابد. مصرف اسید سالیسیلیک نیز در افزایش درصد روغن دانه مؤثر است و موجب افزایش آن نسبت به عدم مصرف اسید سالیسیلیک می‌شود. این نشان دهندهٔ آن است که اسید سالیسیلیک به هنگام وجود تنش آبی توانست مانع از رسیدن آسیب زیاد به گیاه شود و گیاه به واسطهٔ برخورد کمتر با شرایط تنش زای محیطی درصد روغن خود را حفظ و از کاهش بیشتر آن جلوگیری شد. طی بررسی نشان داده شد درصد روغن دانه در اثر تنش خشکی دچار کاهش ۵ درصدی شد (Rezaeizad, 2007). گزارش شده است که اعمال تنش خشکی در مرحله گل دهی کلزا، میزان اسیدهای چرب غیر اشباع روغن دانه را در مقایسه با شرایط بدون تنش کاهش داده است (Moghadam et al., 2018).

نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت، که اعمال محلول پاشی هورمون‌های جیبرلیک اسید و اسیدسالیسیلیک در کشت کلزا تحت تاثیر تنش آبی، تاثیر معنی داری بر عملکرد کلزا داشته و بسته به این که در مراحل حساس گیاه به تنش انجام پذیرد می‌تواند منجر به افزایش بازده عملکرد محصول کلزا گردد. با توجه به نتایج پژوهش و داده‌های به دست آمده ، یکی از راههای افزایش عملکرد کلزا، استفاده از تکنولوژی مؤثر و اجرای آبیاری تکمیلی در حساس ترین مراحل رشد کلزا می‌باشد. نتایج این پژوهش تایید کرد که محلول پاشی هورمون‌های جیبرلیک و سالسیلیک در مرحله ساقه دهی کلزا می‌تواند منجر به تولید عملکرد قابل قبول تحت شرایط تنش آبی گردد. همچنین یافته‌های این تحقیق نشان داد که، محلول پاشی با این هورمون‌ها با کاهش میزان آبیاری می‌تواند نقش مهمی در افزایش صفات اندازه‌گیری شده داشته باشد و از این نظر با اعمال کردن این تیمارها در مرحله‌ای از زندگی گیاه، امکان بهره‌برداری سریعتر را برای رشد و سازگاری بهتری با محیط تحت تنش آبی فراهم کرد . محلول پاشی این هورمون‌ها به علت ارزانتر بودن و قابلیت انجام در شرایط مختلف می‌تواند راهکار مطلوبی در جهت بهبود رشد و عملکرد کلزا به شمار آید.

www.SID.ir

Archive of SID

Reference

Abbasi, A., Maleki, A., Babaei, F., Safari, H. and Rangin, A. (2019). The role of gibberellic acid and zinc sulfate on biochemical performance relate to drought tolerance of white bean under water stress. Cellular and Molecular Biology (Noisy-le-Grand, France), 65(3):1-10.

Akbari, J. and Maleki A. (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.

Ashraf, M., Karim, F. and Rasul, E. (2002). Interactive effects of gibberellic acid (GA) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (Triticum aestivum L.) cultivars differing in salt tolerance, Journal of Plant Growth Regulation, 36(1): 49- 59.

Aslam, M., Zamir, M. S. I., Afzal, I., Yaseen, M., Mubeen, M., and Shoaib, A. (2013). Drought stress, its effect on maize production and development of drought tolerance through potassium application. Cercetări Agronomice în Moldova, 46(2):99-114.

Atri, M. (1996). Plants organogenesis and morphogenesis. Jahad Daneshghahi Urmia Press. (In Persian).

Cag, S., Cevahir-Oz, G., Sarsag, M. and Goren-Saglam, N. (2009). Effect of salicylic acid on pigment, protein content and peroxidase activity in excised sunflower cotyledons. Pakistan Journal of Botany, 41(5):2297-2303.

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 Selenium. Iranian Journal of Pulses Research, 5(2): 31-42.

Dolatabadian, A., Sanavy, S.A.M.M. and Chashmi, N.A. (2008). The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and proline accumulation of Canola (*Brassica napus* L.) under conditions of salt stress. Journal of Agronomy and Crop Science, 194(3): 206-213.

Farooq, M., Gogoi, N., Barthakur, S., Baroowa, B., Bharadwaj, N., Alghamdi, S. S. and Siddique, K.H.M. (2016). Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. Journal of Agronomy and Crop Science. 203(2):81-102.

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(1): 14-25.

Hedden, P. and Proebsting, W.M. (1999). Genetic analysis of gibberellin biosynthesis. Plant Physiology, 119(2):365-370.

Hussain, M., Farooq, M. and Malik, M.A. (2008). Glycine betaine and salicylic acid application improves the plant water relations, water use efficiency and yield of sunflower under different planting methods. In Proceedings of 14th Australian Agronomy Conference, Adelaide, SA, Australia.

Imami, T., Bazdar, S., Kazemi, A., Naseri, R., Moradi, M. and Mirzai, A. (2012). Evaluation of agronomic characteristics and seed oil of canola cultivars under drought stress. 12th Iranian Congress of Plant Breeding. Islamic Azad University, Karaj Branch. September .14-16.

Jaberi, H., Lotfi, B., Jamshidnia, T., Fathi, A., Olad, R. and Abdollahi, A. (2015). Survey of yield of winter canola cultivars under drought stress on the yield at four different phonological stages. Scientia, 12(3):144-148.

Karami Chame, S., Khalil-Tahmasbi, B., ShahMahmoodi, P., Abdollahi, A., Fathi, A., Seyed Mousavi, S.J. and Bahamin, S. (2016). Effects of salinity stress, salicylic acid and Pseudomonas on the physiological characteristics and yield of seed beans (*Phaseolus vulgaris*). Scientia, 14(2): 234-238.

Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D.L. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology, 160(5):485-492.

Khodary, S.E.A. (2004). Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology, 6(1):5-8.

King, R.W., Evans, L.T., Mander, L.N., Moritz, T., Pharis, R.P. and Twitchin, B. (2003). Synthesis of gibberellin GA6 and its role in flowering of *Lolium temulentum*. Phytochemistry, 62(1):77-82.

Koocheki, A.R. and Khajeh Hosseini, M. (2008). Modern Agronomy. Jehad-e university of Mashhad press.

www.SID.ir

Archive of SID

Kuchtova, P., Baranyk, P., Vasak, J. and Fabry, J.(1996). Yield forming factors of oliseed rape. Rosliny oleiste, T. 172.1, S. 223-234.

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 Journal of Plant Physiology, 4(4):327-330.

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. Internation Journal Seed Spices, 5(2): 1-19.

Mazid, M. (2014). Application of spray and seed priming GA_3 with P and S ameliorate seed protein content by augmenting photosynthetic attributes, enzymes activities and leg hemoglobin content of chickpea. International Journal of Basic and Applied Biology, 1(2):14-19.

Moghadam, H.R.T., Ghooshchi, F. and Zahedi, H. (2018). Effect of UV radiation and elevated CO2 on physiological attributes of canola (Brassica napus L.) grown under water stress| Efecto de la radiación UV y el CO2 elevado sobre caracteres fisiológicos de canola (*Brassica napus* L.) cultivada bajo estrés hídrico. UDO Agrícola, 12(2):353-368.

Mohammadkhani, N. and Heidari, R. (2007). Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow Maize cultivars. Pakistan Journal of Biological Science. 10(22):4022-4028.

Pouryousef Miandoab, M. and Esmaeilzadeh, F. (2017). The Effect of Foliar Application of Growth Stimulants and Priming on Yield and Grain Oil Content of Flax (*Linum usitatissimum* L.). Journal of Crop Ecophysiology, 40(4): 857-874. (In Persian).

Rezaeizad, A. (2007). Response of Some Sunflower Genotypes to Drought Stress Using Different Stress Tolerance Indices. Seed Plant, 23(1): 43-58.

Sahraei, E. Maleki, A., Pazoki, A. and Fathi, A. (2018). The effect of Salicylic and Ascorbic Acid on Eco physiological Characteristics and German Chamomile Essences in Deficit of Water. Applied Research of Plant Ecophysiology. 5(1): 117-142.

Scarth, R. and Tang, J. (2006). Modification of brassica oil using conventional and transgenic approaches. Crop Science. 46: 1225-1236.

Senaratna, T., Touchell, D.H., Bunn, E. and Dixon, K. (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation. 30(2): 161-157.

Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.. (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164(3):317-322.

Stebert, C. and Mc court, P. (2001). A role for Brassino steroids in germination in Arabidopsis. Plant Physiology, 125(2):763-769.

Yazdanpanah, S., Baghizadeh, A. and Abbassi, F. (2011). The interaction between drought stress and salicylic and ascorbic acids on some biochemical characteristics of Satureja hortensis. African Journal of Agricultural Research, 6(4):798-807.

www.SID.ir