Archive of SID

یافته های نوین کشاورزی
سال دوم- شماره۳- بهار ۱۳۸۷

اثر سایکوسل و عناصر ریزمغذی بر میزان آنزیم های آنتی اکسیدانت به عنوان شاخص های مقاومت به تنش خشکی در کلزا

سارا همراهی*، کارشناس ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
داوود حبیبی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
حمید مدنی، دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
مسعود مشهدی اکبر بوجار، دانشیار دانشگاه تربیت معلم تهران

چکیده

تاثیر هورمون گیاهی سایکوسل و ریزمغذی های آهن، روی، مس، بر و منگنز بر برخی شاخص های تحمل به تنش خشکی در کلزا رقم اکاپی، در یک آزمایش اسپیلت فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشها در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال زراعی ۸۷-۱۳۸٦ انجام پذیرفت. آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح شاهد (آبیاری) و تنش (قطع آبیاری بعد از گلدهی) در کرت های اصلی و کود ریزمغذی Combi2 حاوی عناصر آهن، روی، مس، بر و منگنز در سه سطح شاهد (بدون مصرف ریز مغذی)، ۱ و ۱/۵ لیتر در هکتار و هورمون گیاهی سایکوسل در دو سطح شاهد و ۱/۵ لیتر در هکتار به صورت فاکتوریل در کرت های فرعی قرارگرفتند. ده ویژگی شامل ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، وزن خشک کل، شاخص برداشت، محتوی آب نسبی، پایداری غشاء، آنزیم های آنتی اکسیدان سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز به عنوان شاخص های مقاومت به تنش خشکی ارزیابی گردید. نتایج حاصل نشان داد میزان آنزیم های آنتی آکسیدانت در شرایط تنش خشکی افزایش معنی داری داشته است. کود ریزمغذی سبب اختلاف معنی دار میزان آنزیم ها در شرایط تنش و شاهد گردید که افزایش تحمل به خشکی در گیاه را به همراه خواهد داشت. همچنین هورمون گیاهی سایکوسل سبب کاهش معنی دار ارتفاع بوته و افزایش معنی دار قطر ساقه و نیز مقاومت به خشکی از طریق کاهش فشار تنش بر روی گیاه گردید.

واژه‌های کلیدی: کلزا، تنش خشکی، سایکوسل، ریزمغذی، آنزیم

* نویسنده رابط: E-mail:hamrahi@hatamagro.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۸/۲٦

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خشکی و تنش ناشی از آن از جمله عوامل مهمی است که تولیدات کشاورزی را در ایران با محدودیت رو به رو ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک را کاهش می‌دهد. طیف وسیعی از اختلالات مولکولی که منجر به ایجاد آسیب های فیزیولوژیکی در گیاهان تحت تنش خشکی می شوند را می‌توان ناشی از تولید رادیکال های فعال و مخرب اکسیژن دانست. این رادیکال ها واکنش هایی را هدایت می‌کنند که سبب نابودیDNA، پراکسیداسیون چربی ها، تخریب پروتئین های غشایی و ماکروپروتئین ها در سلول از جمله رنگریزه های کلروفیل و آنزیم ها می‌شوند. فعالیت های آنزیمی آنتی اکسیدانت در سلول های گیاهی غالباً در مواجهه گیاه با تنش های محیطی افزایش یافته و از این طریق گیاهان قادرند از خسارات رادیکال های آزاد اکسیژن ایجاد شده بکاهند. سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) از جمله آنزیم های آنتی اکسیدانت هستند که نقش اساسی در متابولیزه کردن ترکیبات فعال اکسیژن و جلوگیری از خسارات ناشی از تنش اکسیداتیو را به عهده دارند.

در برخی از گونه های گیاهی آسیب ناشی از گرما یا خشکی، استرس اکسیداتیو را تحریک می کند که منجر به تولید و انباشته شدن انواع اکسیژن سمی نظیر رادیکال های سوپراکسید، آب اکسیژنه و رادیکال های هیدروکسیل می‌شود. انواع اکسیژن فعال که طی تنش تولید می شوند می توانند به برخی از ترکیبات سلولی نظیر لیپیدها، پروتئین ها، کربوهیدرات ها و اسیدهای نوکلئیک آسیب برسانند. استرس اکسیداتیو می‌تواند منجر به ممانعت فتوسنتز و فرآیند تنفس و رشد گیاه گردد. گیاهان سیستم آنزیمی و غیرآنزیمی را در مقابله با انواع اکسیژن فعال ساخته اند (٤٦). تنش شدید و نسبتاً کوتاه در طول دوره رشد رویشی ممکن است اثری بر عملکرد نداشته باشد ولی تنش کمتر از این میزان و طولانی مدت ممکن است باعث کاهش شدید عملکرد گردد. تراکم H_2O_2 زیان آور است از آنجایی که می‌تواند منجر به صدمات اکسیداتیو و نابودی کار ساخت و ساز شود (٤٤). عمان و همکاران (۱۳۸۱) نشان دادند که تنش خشکی سبب افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت می شود. در موجودات زنده پر اکسید هیدروژن به وسیله کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز سم زدایی می‌شود و کاتالاز در سلول‌های گیاهی تنها در پراکسی زوم و گلی اکسی زوم مستقر می‌باشد که از یون‌های فلزی به عنوان کوفاکتور استفاده می‌کند. پراکسیداز و کاتالاز در چندین سیکل فیزیولوژیکی شامل پاسخ به تنش‌های محیطی محصولات واسطه‌ای از قبیل H_2O_2، O_2 وOH افزایش می‌یابد (۲۰). گلوتاتیون پراکسیداز کاهش پراکسید هیدروژن را با استفاده از گلوتاتیون احیا شده کاتالیز می‌کند و از سلول‌ها در برابر آسیب‌های ناشی از اکسایش حفاظت می‌کند (۱۹).

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در پنبه و گندم که در معرض تنش خشکی قرار گرفته‌اند نشان می‌دهد که همزمان با تولید H_2O_2 این افزایش می‌تواند منجر به جذب الکترون‌های فردوکسین توسط NADP گردد که در نتیجه میزان تولید سوپراکسید کاهش می‌یابد (٤١).

افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در اثر خشکی و یا درجه حرارت بالا توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (١٤). به طور کلی تنش‌های محیطی تولید سوپراکسید را افزایش می‌دهند. این تولید می‌تواند برای انسجام و عملکرد غشا مهلک باشد زیرا عکس العمل های متفاوت بین پروتئین‌ها و لیپیدها ممکن است جایگاه گونه‌های مولکولی متنوع را در لیپید دولایه به طوری تغییر دهد که آن ها بیشتر در معرض اکسیژن قرار گیرند (١٤ و ٤٣)، بنابراین تولید رادیکال پروکسید افزایش می‌یابد. توزیع فضایی آنزیم‌هایی نظیر سوپراکسید دیسموتاز در غشاها می‌تواند تا حدودی در برقراری مقاومت نسبت به خشکسالی مهم باشد (١٨). به طور کلی عوامل مهم در افزایش سوپراکسید دیسموتاز در گیاهان عبارتند از، استفاده از علف کش هایی مانند پاراکوآت، افزایش غلظت So_2 در اتمسفر، ایجاد تنش خشکی و غلظت بالای روی و منیزیوم (١٥). در سیستم های آنزیمی، آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، سوپراکسید (O^-_2) را به H_2O_2 و O_2 کاتالیز می کند. کاتالاز، پراکسید هیدروژن (H_2O_2) را به دو مولکول آب و یک مولکول O_2 تبدیل می کند و گلوتاتیون پراکسیداز با اکسیژن نوزاد، رادیکال آزاد سوپراکسید و رادیکال های هیدروکسیل واکنش داده و به طور مستقیم به عنوان یک تنظیف کننده رادیکال عمل می نماید (١٨).

آزمایش های صورت گرفته توسط عطایی (١٣٨٤) بر روی نخود و ساعی (١٣٨٤) بر روی سورگوم علوفه ای، نشان می دهد که فعالیت این آنزیم در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بهینه بیشتر می شود لذا از این آنزیم می توان جهت تعیین گونه های مقاوم به خشکی استفاده نمود. افزایش فعالیت این آنزیم در تیمار تنش به خاطر نقش مهم این آنزیم جهت مقابله با رادیکال های آزاد اکسیژن ایجاد شده در اثر تنش خشکی می باشد بنابراین SOD به عنوان یکی از اجزای مهم مکانیسم دفاعی گیاه در نظر گرفته می شود. از جمله آنزیم هایی که در مقابله استرس های محیطی نقش مهمی ایفا می نماید، گلوتاتیون پراکسیداز می باشد، که کاهش پراکسید هیدروژن را با استفاده از گلوتاتیون احیا شده (GSH) کاتالاز می کند و بدین وسیله از سلول ها در برابر آسیب های ناشی از اکسایش حفاظت می کند (٦). کندل (١٩٨٩) و کافی و مهدوی دامغانی (١٣٧٩) گزارش کردند که افزایش فعالیت کاتالاز جهت کاهش اثرات پراکسیداز در هنگام تنش های محیطی در گیاهان گندم، جو، سویا و نخود نقش مهمی دارد.

مصرف عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک و آب یکی از راه های افزایش عملکرد گیاهان است (١٠). در گیاه کلزا علاوه بر عناصر درشت مغذی، عناصر ریزمغذی نیز تاحد زیادی بر بازده تولید آن مؤثر واقع می شوند. از جمله این عناصر، سه عنصر روی، آهن و بر با اهمیت تر تلقی شده اند. جاویدفر و احمدی (١٣٧٩) طی بررسی تأثیر روی و بر، بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم کلزا گزارش نمودند که عناصر

www.SID.ir

Archive of SID

فوق در افزایش عملکرد تأثیر مثبت داشتند. کلرمکوات کلرید[1] از گروه ترکیبات اونیومی[2] بوده و از پر مصرف ترین کند کننده های رشد گیاهی به ویژه در قاره اروپا بوده و امروزه جهت کاهش خوابیدگی و کنترل رشد رویشی گیاهان زراعی کاربرد فراوانی پیدا کرده است (۱۷، ۲۳ و ۲٤).

کلرمکوات کلرید با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید از تشکیل آن در میان گره های ساقه جلوگیری کرده و در نتیجه کم کردن سرعت رشد طولی میانگره ها مانع از خوابیدگی ساقه می شود (٤۷). براساس نتایج پژوهش های انجام شده، کاربرد کلرمکوات کلرید با کاهش مساحت برگ ها، افزایش سبزینگی برگ ها، کاهش ارتفاع بوته ها، تغلیظ شیره سلولی، افزایش تعداد شاخه های فرعی و افزایش قطر ساقه همراه بوده است (١٦ و ٤٠). لطیفی (۱۳۷۲) اظهار نمود که عدم تأمین نیاز آبی گیاه کلزا به میزان ۱۰۰ درصد بعد از گل دهی سبب ۳۳ درصد افت محصول می گردد. همچنین تأمین ۷۰ تا ۷۵ درصد کل آب مصرفی گیاه بعد از گل دهی برای تولید حداکثر ماده خشک و شاخص برداشت مناسب است. پانا و همکاران (۱۹۹۲) بیان کردند تنش خشکی ، وزن خشک قسمت های هوایی را کاهش داد همچنین سبب پایین آمدن عملکرد دانه کلزا گردید. استوکر و کارتر (۱۹۸٤) نیز اثر آبیاری را برعملکرد دانه و روغن کلزا بررسی کردند و گزارش نمودند که عملکرد دانه و روغن با افزایش تعداد آبیاری، افزایش می یابد. در این تحقیق اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن و اثر سایکوسل و ریزمغذی های آهن، روی، مس، بر و منگنز روی مقاومت به تنش خشکی در کلزا مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش ها

این تحقیق به صورت یک آزمایش اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۸٦-۱۳۸۷ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در خاکی با بافت شنی رسی، روی گیاه کلزا رقم اکاپی به مرحله اجرا درآمد. آبیاری به عنوان عامل اصلی در کرت های اصلی در دو سطح شاهد و تنش (محدودیت آب بعد از مرحله گل دهی) و کود ریزمغذی با نام عمومی Fetrilon و نام تجاری Combi2 حاوی عناصر آهن، روی، مس، بر و منگنز تولید شرکت BEHN MEYER سنگاپور در سه سطح شاهد، ۱، ۱/۵ لیتر در هکتار و هورمون گیاهی سایکوسل در دو سطح شاهد و ۱/۵ لیتر در هکتار به صورت فاکتوریل در کرت های فرعی قرار گرفتند. عملیات آماده سازی خاک شامل شخم بهاره، شخم پاییزه، دو بار دیسک عمود بر هم، تسطیح زمین، تهیه جوی و پشته و کوددهی بر اساس آزمون خاک انجام شد. در این آزمایش بذور در چهار قطعه جداگانه کاشته شدند. پس از کاشت تمامی قطعات، بوته ها تا مرحله گل دهی هر ۷ روز یک بار آبیاری شدند.

1- Cycocel(2–chloroethyl 3 methyl ammonium chloride)

2- Oniome compounds

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار تنش خشکی با قطع آبیاری بعد از مرحله گل دهی اعمال گردید. کاشت به صورت جوی و پشته و هر کرت مشتمل بر چهار خط به طول ٦ متر با فواصل خطوط ٦٠ سانتی متر و فاصله بوته در روی خط ۱۵ سانتی متر صورت گرفت. طی آزمایش، عملیات معمول زراعی شامل تنک کردن، وجین و سله شکنی انجام گردید. در این پژوهش صفات مهم زراعی شامل ارتفاع بوته توسط متر، شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه به وزن خشک کل، وزن هزار دانه به وسیله دستگاه بذر شمار و عملکرد دانه با ترازو اندازه گیری گردید. به منظور تعیین میزان نشت یونی، محلول مانیتول با پتانسیل اسمزی ۲- بار تهیه شد و به تعداد تمامی کرت ها لوله آزمایش شماره گذاری گردیدند. در هر لوله آزمایش پنج عدد برگ (به صورتی که آسیبی به بافت آن ها نرسد) قرار داده شد. سپس مقداری از محلول مانیتول روی آن ها ریخته شد به طوری که برگ ها کاملاً در محلول قرار گیرند. پس از گذشت ٢٤ ساعت با استفاده از دستگاه EC متر، هدایت الکتریکی محلول مانیتول درون هر لوله آزمایش دردمای ۲۵ درجه سانتی گراد یادداشت گردید. به منظور تعیین محتوی آب نسبی، از هر واحد آزمایشی تعدادی برگ کاملاً سبز انتخاب شد و پس از انتقال به محل آزمایشگاه، سطوح آن با دستمال نم دار تمیز گردید و سپس توزین شده و عدد خوانده شده به عنوان وزن تر گیاه ثبت شد.

برگ ها به مدت ٢٤ ساعت در ظرف محتوی آب قرار گرفتند و دوباره پس از خشک کردن آب سطحی، توزین شدند که این عدد نیز به عنوان وزن اشباع برگ ها قرائت شد. به منظور تعیین وزن خشک، برگ ها به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شدند. با استفاده از فرمول زیر محتوی رطوبت نسبی محاسبه کرد:

RWC (وزن تر- وزن خشک/ وزن اشباع- وزن خشک) ×۱۰۰

سوپر اکسید دیسموتاز

جهت تعیین میزان سوپر اکسید دیسموتاز، سه عدد برگ از هر واحد آزمایشی در هنگاه صبح قبل از گرم شدن هوا از مزرعه برداشت شد. سعی بر آن بود که برگ ها کاملا جوان و گسترده باشند، برگ ها داخل نایلون اتیکت گذاری شده قرار گرفت و در یخ دانی که کف آن از یخ پوشیده بود قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس توسط روش Misra (۱۹۷۲) میزان تغییرات این آنزیم تعیین شد.

گلوتاتیون پراکسیداز

برگ های منتقل شده به آزمایشگاه را با آب مقطر شستشو داده و بلافاصله در بافر تریس۰/۱٦مولار با pH=۷/۵ وارد کرده و سپس خرد و یکنواخت شدند. آنگاه اجازه داه شد در حضور حجم مشابه از همان بافرحاوی دیجیتونین (آنزیم هضم کننده دیواره) فرایند هضم غشاء و دیواره ی سلول انجام شود. در پایان مقدار ۰/۵ میلی لیتر از محلول هموژن برای سنجش پروتئین برداشت شد و مقدار پروتئین آن برحسب

www.SID.ir

Archive of SID

میلی گرم در میلی لیتر تعیین گردید. سپس در باقیمانده محلول استخراجی مقدار آنزیم گلوتاتیون با روش Paglia (۱۹۸۷) اندازه گیری شد.

کاتالاز

جهت محاسبه کاتالاز از برگ های جوان و توسعه یافته استفاده گردید و سپس میزان تغییرات آنزیم توسط روش Paglia (۱۹۸۷) تعیین شد. نمونه برگ ها پس از شستشو با آب مقطر بلافاصله در محلول با فسفات بافرفسفات-تریس ۰/۱٦ مولار (pH=۵/۷) وارد و خرد و یکنواخت شدند. سپس حجم مشابه بافر حاوی دیجیتونین (آنزیم هضم کننده دیواره) اضافه نموده تا فرآیند هضم غشا و دیواره های سلولی صورت گیرد. در آخرمیزان ۰/۵ میلی لیتر از محلول هموژن برای سنجش پروتئین توسط روش Lowry (۱۹۵۱) برداشته شد و مقدار پروتئین بر حسب میلی گرم در لیتر تعیین گردید. در باقی مانده محلول استخراجی فوق مقدار هر یک از آنزیم ها به روش خاصی تعیین گردید.

نتایج و بحث

مقاومت سیتوپلاسمی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول۱ نشان داد که گیاهان تحت تنش خشکی در مقایسه با گیاهان شرایط نرمال از هدایت الکتریکی بالاتری برخوردار بودند و این نشان دهنده پایین بودن پایداری غشا سیتوپلاسمی می باشد. با توجه به جدول۲ مقایسه میانگین ها می توان عنوان کرد که آبیاری تاثیر کاملاً معنی داری روی هدایت الکتریکی داشته است که با نتایج صدیقی (۱۳۸٦) و کاظمی نسب (۱۳۸٤) مطابقت دارد. نتایج چنین قابل تحلیل است که باندهای سولفیدریل به باندهای S_S اکسیده می شود. اکثر نظریه های اخیر چنین در نظر می گیرند که دو لایه فسفولیپیدی غشا گسیخته می شوند و یک مجموعه قابل نشت از صفحات هگزا گونال به وجود می آید یا دستخوش تفکیک فاز از یک فاز مایع کریستاله به یک فاز ژل می شوند (۳۲). تأثیر ریزمغذی ها نیز بر این صفت اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد نشان می دهد (جدول های۱ و۲). همچنین غشاها مانند پروتئین ها به صدمه رادیکال های آزاد حساس هستند که آنزیم های آنتی اکسیدانت در محافظت غشا نقش دارند. استفاده از سایکوسل به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار باعث کاهش هدایت الکتریکی نسبت به تیمار شاهد گردید که اختلاف معنی داری را در سطح ۱ درصد نشان می دهد (جدول های ۱ و ۲). بررسی برهمکنش تیمار آبیاری و میکروالمنت بر روی این صفت نشانگر این مطلب است که بیشترین کاهش در هدایت الکتریکی در تیمارهای آبیاری نرمال و استفاده از ریزمغذی با غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار شده است که اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد نشان میدهد (جدول های ۱ و ۲). اثر متقابل آبیاری و کود ریزمغذی را می توان این طور تفسیر نمود که آبیاری نرمال و استفاده از ریزمغذی ها در سطح ۱/۵ لیتر در هکتار جهت

www.SID.ir

Archive of SID

جلوگیری از تخریب غشا ضروری به نظر می رسد که نشان دهنده نقش حیاتی برخی ریزمغذی ها مانند بر در ساختار غشا سیتوپلاسمی و ثبات آن می باشد.

محتوی نسبی آب

مطابق جدول۲ در تیمار آبیاری در شرایط نرمال افزایش میزان RWC نسبت به تنش مشاهده می شود که شرایط تنش خشکی سبب کاهش محتوی نسبی آب برگ به دلیل کاهش پتانسیل آب برگ می گردد. نتایج به دست آمده با نتایج رائو و مندهام (۱۹۹۱)، کومار و سینگ (۱۹۹۸) و واتسون (۲۰۰۳) همخوانی دارد. همچنین محلول پاشی سایکوسل به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار باعث افزایش محتوی آب نسبی به میزان ۷۵/٤۱۷ درصد نسبت به شرایط شاهد (۷۳/۳۳۳) درصد شده است. همان طور که در بررسی نتایج ملاحظه می شود اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد در تیمار ریزمغذی نیز وجود دارد (جدول های۱ و۲).

آنزیم ها

با توجه به نقش آنزیم ها در تنش خشکی مطابق جدول۱ تجزیه واریانس صفات، افزایش میزان غلظت آنزیم ها در شرایط تنش و اختلاف معنی دار آن ها در سطح $P\langle\%1$ مشاهده می شود. که نشانگر نقش آنزیم ها در سیستم دفاعی گیاه در شرایط تنش می باشد. افزایش سنتز آنزیم ها تحت شرایط تنش توسط هالیول و همکاران (۱۹۹۰)، بولر (۱۹۹۲)، ناواری (۱۹۹۹) و آنانیوا و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش شده است. جین و همکاران (۲۰۰٦) اظهار کردند که با افزایش تنش خشکی پس از ۲٤ ساعت میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گیاه افزایش می یابد. افزایش فعالیت این آنزیم در تیمار تنش به خاطر نقش مهم این آنزیم جهت مقابله با رادیکال های آزاد اکسیژن ایجاد شده در اثر تنش خشکی می باشد، بنابراین SOD به عنوان یکی از اجزای مهم مکانیسم دفاعی گیاه در نظر گرفته می شود.

اثر متقابل سطوح آبیاری و کود ریزمغذی بر میزان آنزیم SOD و کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز نشان می دهد که در شرایط آبیاری نرمال، استفاده از ریزمغذی ها در حفظ پایداری و سلامت گیاه موثر می باشد. افزایش فعالیت کاتالاز جهت کاهش اثرات پراکسیداز در هنگام تنش های مختلف زراعی در مقاومت گیاه به شرایط تنش نقش مهمی را ایفا می نماید. از جمله آنزیم های مهم که در مقابل استرس های محیطی نقش مهمی ایفا می نماید گلوتاتیون پراکسیداز می باشد. که کاهش پراکسید هیدروژن را با استفاده از گلوتاتیون احیا شده (GSH) کاتالیز می کند و بدین وسیله از سلول ها در برابر آسیب های ناشی از اکسایش حفاظت می کند (٦). افزایش سنتز آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز تحت شرایط تنش توسط رائو و همکاران (۱۹۹٦)، دات و همکاران (۲۰۰۰)، سیمرونوف و همکاران (۱۹۹۸)، دیکسون و همکاران (۱۹۹۸) و پراساد و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است. مصرف میکرو المنت ها نیز بر روی این صفات اختلاف معنی داری را سطح ۰/۰۱ نشان می دهد (جدول های ۱ و ۲). همچنین با

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف سایکوسل با غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار طبق جدول۱ تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ در میزان آنزیم ها در شرایط آبیاری تنش و نرمال مشاهده می شود. همچنین اثر متقابل سطوح آبیاری ، ریزمغذی و سایکوسل بر میزان هر سه آنزیم اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد نشان داد (جداول ۱ و ۲). از نتایج حاصل این طور بر می آید که استفاده از سایکوسل و ریزمغذی ها از طریق کاهش فشار ناشی از تنش سبب افزایش مقاومت به خشکی کلزا می گردد. به عبارتی می توان گفت استفاده از سایکوسل و ریزمغذی ها در شرایط تنش خشکی سبب حفظ سلول در شرایط طبیعی می گردد.

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) و مقایسه میانگین ها (جدول ۲) در مورد ارتفاع بوته نشان دهنده آن است گیاهانی که تحت تاثیر تنش قرار داشتند نسبت به گیاهان که از آبیاری کافی برخوردار بودند از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد را نشان می دهد. نتایج حاصل از آزمایش رضایی زاد (۱۳۸٦) نیز مبین این امر است. مصرف ۱/۵ لیتر در هکتار سایکوسل باعث کاهش معنی دار در ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول های ۱ و ۲) که با نتایج هرم و همکاران (۱۹۸۷) مطابقت داشت. کلرمکوات کلرید با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید از تشکیل آن در میانگره ها جلوگیری کرده و در نتیجه کم کردن سرعت رشد طولی میانگره های ساقه مانع از خوابیدگی ساقه ها می شود (۲۳، ٤۰ و ٤۷).

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) و مقایسه میانگین ها (جدول ۲) تیمار آبیاری در شرایط نرمال افزایش وزن هزاردانه را برابر ۳/۵۱۳ گرم نسبت به شرایط تنش نشان می دهد که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان می دهد. نتایج حاصله مبنی بر کاهش وزن دانه ها در شرایط تنش با نتایج بقایی (۱۳۸۳) مطابقت می نماید. این کاهش از آنجا ناشی می شود که تنش خشکی منجر به کاهش فتوسنتز در گیاه شده و این خود باعث کاهش تولید مواد فتوسنتزی می گردد. همچنین تنش خشکی انتقال مواد غذایی را از برگ ها به دانه ها کاهش می دهد. ضمناً باید به این نکته توجه نمود که خشکی باعث رسیدن سریع دانه ها شده در نتیجه این موضوع خود در کاهش وزن دانه گیاه مؤثر است. نتایج جاسینکا (۱۹۸۷) و باقری (۱۳۸۰) نیز موید این موضوع است. با مصرف ریزمغذی نیز اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده می شود که بیشترین میزان مصرف مربوط به ۱/۵ لیتر در هکتار می باشد (جدول های ۱ و ۲). مرشدی و همکاران (۱۳۸۲) نیز به همین نتایج دست یافتند. همچنین اثر متقابل سطوح ریزمغذی و سایکوسل بر روی وزن هزاردانه، اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد نشان داد (جدول های ۱ و ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱ : تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	عملکرد بذر	وزن خشک کل	شاخص برداشت
تکرار	۳	٦۱/۲۲ ns	۰/۰۲۳ ns	۱۲۷٦٦/۱۰۲ ns	۳۳٤۰٤٥/۱۳۹ ns	۱/۱٦۹ ns
عامل A	٤	۱٦۳٦/۸۳٥**	۱/۹٦۰*	٥۷٦۹٥٦/۳۸۰*	۱۱٦٥۰٥۲/۰۸۳*	۷٦/٦۷۰**
خطای اصلی	٥	٤۹/۰٦۹ ns	۰/۱٦۷ ns	٥۷٥۳۷/٦۳ ns	٦۰٦۸۲۲/۹۱۷ ns	۲۸/٤۲۱ ns
عامل B	٦	۷/۷۹٦ ns	۲/۱۰۰**	۷۰٤۳٥۸/۲۰۳**	۷۷۱۱٥۷٥/٥۲۱**	۷٥/۳۳۱**
اثر متقابل AB	۷	۱/٤۲٥ ns	۰/۰٤٥ ns	۱۱٦۰۷۷/٤۷٤**	۱۲۷۷٦٦۹/۲۷۱**	٥/٤۱۳ ns
عامل C	۸	٥۳٤٤/٦۳۰**	۰/۳٥٤ ns	۲۳۷۳/۰٤۷ ns	۱۰۰۸۳۳/۳ ns	۰/۰٦۸ ns
اثرمتقابل AC	۹	۲٦/٥٥۲ ns	۰/۳٦۷ ns	۱٦۰٤/۲۹۷ ns	۱۸۷٥ ns	٦/۰۲۱ ns
اثر متقابل BC	۱۰	۳/۰۳٤ ns	۱/۰۳٤**	٦٦۹۸۲/٤۲۲**	٥۰۸۹۹۷/٤ ns	۱۷/۹۲۲ ns
اثر متقابل ABC	۱۱	٥/۹۷۹ ns	۰/۱۱۹ ns	٤۹۲٤/٦۰۹ ns	٤۳٦۳۲/۸۱۲ ns	۱/٦۷۸ ns
خطای فرعی	۳۰	۸/٦۱۲ ns	۰/۰۹۹ ns	۱۲۲۲۹/٤۷ ns	۱۷۱۸٦۱/۱۱۱ ns	۹/۱٤۷ ns
کل	٤۷					
ضریب تغییرات (٪)		۳/۷۲	۹/٥۱	۱۷/۱۷	۱۱/۹٥	۱٦/٦٤

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد

(ادامه جدول ۱)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		محتوی نسبی آب	ثبات غشاء	سوپر اکسید دیسموتاز	کاتالاز	گلوتاتیون پراکسیداز
تکرار	۳	۳۱/۰۲۸ ns	۳/۳۹۱۹ ns	۲۹٤۲۱/۱۳۲ ns	٦/۳۲۹ ns	۱٦/۰۷۷*
عامل A	٤	۲۲٤۱/۳۳۳**	۲۰۷/٥٤۲۹**	۱٤۱۱٦۹۳٦/٦۸۸**	۱٥۹۳٥/۹۳۹**	۸۹۸/۷۳٥**
خطای اصلی	٥	۱۷/۰٥٦ ns	۱۰۲۰٥/٤۱ ns	۹٤۷٤۲/۹۱ ns	٦/۲۹۹ ns	۱/۳۱٦ ns
عامل B	٦	۳۳۸/۳۱۳**	۲۰۸۲٦٥۲/۹۳۸**	۸٥۱٦٦۰۹/۳۳۳**	۱۰۹۹۷/۳۸٦**	۳٦٤/۸٦۸**
اثر متقابل AB	۷	۱۲/۷۷۱ ns	٤۲۲۳۱۳/۸۱۳**	۳۰۰۲٥۹۹/۰۰**	٦۷۸٥/٥٦٥**	۱۰۰/۲٤۱**
عامل C	۸	٥۲/۰۸۳*	۲۲۸۹٤۲/۱۸۸**	۱۱٥٤۳٤۲۷/٥۲۱**	۱٤٦٥۸/۰۳**	۳٦۰/۲۲٥**
اثر متقابل AC	۹	۱/۳۳۳ ns	۲۹۲٥٤/٦۸۸ ns	٦۳۲۹۹۹٥/۰۲۱**	۹۳۰۷/٤٦۹**	۲۲٥/۷٦۷**
اثر متقابل BC	۱۰	٤/٥۲۱ ns	٤٥۸۲۱/٦۸۸ ns	۱٦۹٤٦۱۱/٥۸۳**	٦٤۷۳/۹۹۷**	۲٥/۳۸۱**
اثر متقابل ABC	۱۱	۱/۸۹٦ ns	٦۹۲٤٦/۸۱۳ ns	۲۸٥۱۳٥۳/٥۸۳**	۷۳۳۹/۹۰٦**	۱۷/٥٦۷*
خطای فرعی	۳۰	۱۰/۱۷٥ ns	۲۸۳٦۷/٥۸۲ ns	۳۷۸۱۳/۰۸۸ ns	٤٥/٤۷ ns	٤/٦۲۱ ns
کل	٤۷					
ضریب تغییرات (٪)		٤/۲۹	۱۹/۷٤	۷/۳۱	٤/۹٥	۷/۸۲

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

بدین ترتیب مشخص می شود مصرف کود ریزمغذی به همراه سایکوسل سبب افزایش وزن هزار دانه می گردد که به دلیل نقش حیاتی ریزمغذی ها در انجام عمل فتوسنتز و تولید مواد اسیمیلاته و نقش مهم سایکوسل در کاهش رشد رویشی و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی جهت پر شدن دانه ها می باشد. با توجه به جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) و مقایسه میانگین ها (جدول ۲)، تیمار آبیاری بر وزن خشک کل تأثیر معنی داری داشته است به طوری که ایجاد تنش منجر به کاهش وزن خشک کل نسبت به آبیاری نرمال گردید که این نتایج با گزارش های، صدیقی (۱۳۸٦) و کاظمی نسب (۱۳۸٤)، مجیدیان و همکاران (۱۳۷۹) و پانا و همکاران (۱۹۹۲) مطابقت داشته است. مصرف ریزمغذی به نحو معنی داری در سطح ۱ درصد باعث افزایش وزن خشک کل بوته گردید (جدول های۱و۲). زنچوبی و همکاران (۱۹۹۸) نیز همین نتایج را به دست آوردند. مطابق جدول۱ اثر متقابل سطوح آبیاری و کود ریزمغذی در میزان وزن خشک کل نشان دهنده اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد می باشد. در شرایط نرمال، میزان محلول پاشی ریزمغذی ها سبب افزایش تولید مواد فتوسنتزی و افزایش وزن خشک کل می گردد. تیمار آبیاری نرمال و کود ریزمغذی در سطح کودی ۱/۵ لیتر در هکتار بر روی شاخص برداشت افزایش معنی داری در سطح ۱ درصد نشان دادند (جدول های ۱ و ۲). نتایج حاصله مبنی بر کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش با نتایج حاصله از پژوهش رفیعی (۱۳۸۳) و شافعی (۱۳۸۳) و لطیفی (۱۳۷۲) مطابقت دارد، ایشان بدین نتیجه دست یافتند که در اثر تنش و کمبود آب قابل دسترس گیاه مسلماً انتقال مواد فتوسنتزی به اندام های هوایی کاهش و در نهایت اجزای عملکرد نیز کاهش می یابند در واقع با کاهش این اجزاء میزان شاخص برداشت نیز کاهش می یابد.

تیمار آبیاری در شرایط تنش کاهش عملکرد را نسبت به شرایط نرمال و اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵٪ نشان داد (جدول های ۱ و ۲). کمبود آب در کلزا همراه با کاهش محتوی آب نسبی و پتانسیل آب برگ، باعث افت تورم سلولی، هدایت روزنه ای و فتوسنتز گردیده و بنابر این به رشد و تولید محصول لطمه می زند. نتایج حاصل از آزمایش های رضایی زاد (۱۳۸٦)، باقری (۱۳۸۰)، عیوضی و همکاران (۱۳۸٤)، پانا و همکاران (۱۹۹۲)، نارانگ و همکاران (۱۹۹۳)، ادمیت و همکاران (۱۹۹٤) نیز موید این موضوع است. تیمار کودی ۱/۵ لیتر در هکتار نیز افزایش معنی دار عملکرد را سبب شد (جدول های ۱ و ۲). که با نتایج حاصل از آزمایش های کیخا و فنایی(۱۳۸۱)، مرشدی و همکاران (۱۳۸۲)، حقیقت نیا و رجایی (۱۳۸۲)، دنیس پاگه آ و همکاران (۱۹۹٦ ،گریس و همکاران (۱۹۹۱) و رشید و همکاران (۱۹۹٤) مطابقت داشت. همچنین مطابق جدول های ۱و۲ اثر متقابل مصرف ۱/۵ لیتر در هکتار کود ریزمغذی و سایکوسل سبب افزایش معنی دار میزان عملکرد در سطح ۱ درصد گردید. همان طور که گفته شد سایکوسل با کاهش رشد رویش موجب اختصاص هر چه بیشتر مواد فتوسنتزی جهت پر شدن دانه ها و افزایش عملکرد دانه می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد بذر (kg/ha)	وزن خشک کل (kg/ha)	شاخص برداشت
آبیاری					
نرمال	۸٤/٦۲۹ a	۳/٥۱۳ a	۲۳۸٤/٦۳٥ a	۹۸۸۰/۰۹٥a	۲٤/۱۳ b
تنش	۷۲/۹٥ b	۳/۱۰۹ b	۱۸۳٦/٤٥۸ b	۷٤٦۸/۷٥ b	۲٤/٥۸ a
کود ریزمغذی					
شاهد	۷۹/٥۸۱ a	۳/۰۳۲ c	۱٦۷۱/٤۸٥ c	۷۰٦۲/٥ c	۲۳/٦٦ b
۱ lit/ha	۷۸/٥۲٥ a	۳/۱۸۱ b	۱۹٦۸/۷٥ b	۸٤٤۹/۲۲ b	۲۳/۳۰ b
۱/٥ lit/ha	۷۸/۲٦۲ a	۳/۷۲۱ a	۲٦۹۱/٤۰۸ a	۱۰٥۱۱/۷۲ a	۲٥/٦۰۳ a
سایکوسل					
شاهد	۸۹/۳٤۲ a	۳/۲۲٥ a	۲۰۹۲/۹۷ a	۸٥٥۹/۸۹٥ a	۲٤/۸٦ a
۱/٥ lit/ha	٦۸/۲۳۸ b	۳/۳۹٥ a	۲۱۲۸/۱۲٥ a	۸۷۸۹/۰٦ a	۲۳/۸۱ a

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد

(ادامه جدول ۲)

تیمار	محتوی آب نسبی (درصد)	ثبات غشاء (µm/cm)	سوپر اکسید دیسموتاز (u/mg.protein)	کاتالاز (u/mg.protein)	گلوتاتیون پراکسیداز (u/mg.protein)
آبیاری					
نرمال	۸۱/۲۰۸ a	٦٤۳/۳۷٥ b	۲۱۱۷/٦٦۷ b	۱۱۷/۹۱۷ b	۲۳/۱٥٤ b
تنش	٦۷/٥٤۲ b	۱۰٦۳/٥۰۰ a	۳۲۰۲/۲۹۲ a	۱٥٤/۳٥۸ a	۳۱/۸۰۸ a
کود ریزمغذی					
شاهد	۷۱/۰٦۳ c	۱۲٤۸/۰٦۳ a	۳٥۰۲/۳۱۳ a	۱٦٦/٤۰٦ a	۳۲/۹٦۹ a
۱ lit/ha	۷۲/٤۳۸ b	۷۷۱/۷٥۰ b	۲۲٥۰/۸۱۳ b	۱۲۰/٥٦۹ b	۲٤/۲٦۹ b
۱/٥ lit/ha	۷۹/٦۲٥ a	٥٤۰/٥۰۰ c	۲۲۲٦/۸۱۳ b	۱۲۱/٤۳۷ b	۲٥/۲۰٦ b
سایکوسل					
شاهد	۷۳/۳۳۳ b	۹۲۲/٥۰۰ a	۳۱٥۰/۳۷٥ a	۱٥۳/٦۱۲ a	۳۰/۲۲۱ a
۱/٥ lit/ha	۷٥/٤۱۷ a	۷۸٤/۳۷٥ b	۲۱٦۹/٥۸۳ b	۱۱٥/٦٦۲ b	۲٤/۷٤۲ b

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد

با توجه به نتایج به نظر می رسد تیمار کود ریزمغذی و سایکوسل از طریق کاهش فشار ناشی از تنش سبب مقاومت به خشکی گیاه کلزا می گردد و در این شرایط گیاه قادر است عملکرد خود را در سطح مطلوبی نگاه دارد. لذا با توجه به این که بیشتر مناطق زراعی ایران از کم آبی رنج می برند، پیشنهاد می گردد که به استفاده از کود های ریزمغذی و هورمون گیاهی سایکوسل توجه بیشتری گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱- امام، ی. و ایلکایی، م. ن. ۱۳۸۱. تاثیر سایکوسل در تراکم های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزای پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

۲- باقری، ل. ۱۳۸۰. بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه زنی و برخی جنبه های مورفولوژیکی عملکرد و مقدار روغن دانه دو رقم کلزای دو صفر پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم.

۳- بقایی، ن. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنش کمبود آب در مراحل مختلف نمو، عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم لوبیا چیتی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

٤- رفیعی، ح.، حبیبی، د.، خدابنده، ن.، دانشیان، ج.، مشهدی اکبر بوجار، م. و شکروی، م. ۱۳۸٤. آنزیم های آنتی اکسیدانت به عنوان معیاری جهت گزینش ارقام مقاوم به خشکی در آفتابگردان روغنی. چکیده مقالات اولین همایش علوم زیستی ایران.

۵- ساعی، م.، حبیبی، د.، مشهدی اکبر بوجار، م.، محمودی، ع. و اردکانی، م. ۱۳۸٤. تعیین سطح فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت به عنوان یک پارامتر در تعیین گونه های مقاوم سورگوم علوفه ای به تنش خشکی. چکیده مقالات اولین همایش بین المللی علوم زیستی ایران.

٦- شافعی، س. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و زراعی ارقام مختلف سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۷- عطائی شیخ، ا. ۱۳۸۳. بررسی تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و سطح فعالیتهای آنزیم های آنتی اکسیدانت در ارقام مختلف نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۸- عمان، ع.، حبیبی، د.، مشهدی اکبر بوجار، م. و خدابنده، ن.۱۳۸٤. آنزیم های آنتی اکسیدانت به عنوان شاخصی جهت انتخاب ژئوتیپهای مختلف آفتابگردان برای تحمل به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۹- کافی، م. و مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۷۹. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۰- کیخا، غ. و فنایی، ح. ر. ۱۳۸٤. بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر روی، بر، آهن بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کلزا در منطقه سیستان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان. وزارت جهاد کشاورزی.

۱۱- لطیفی، ن . ۱۳۷۲ . اثر کمبود آب قبل و بعد از گلدهی بر مشخصات ظاهری ، تولید ماده خشک و اندیس برداشت کلزا ، اولین گنگره علوم زراعی ایران ، دانشگده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۲- مرشدی، ا. و نقیبی، ح. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱ (۳): ۲۱-۱۵

۱۳- مرشدی، آ. و همکاران. ۱۳۷۹. تأثیر محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی‌سازی دانه های کلزا در برد سیر کرمان، مجله خاک و آب، ویژه نامه کلزا، جلد: ۱۲، ص ٦٨-٥٦.

14-Asada, K. 1999. The water–water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons, Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 50, 601–639.

15-Ananeiva, D. H., Rusterucci, C., Holt, B. F., Dietrich, R. A., Parker, J. E. and Dangl, J. L. 2002. Runaway cell death, but not basal disease resistance, in *Isd1* is SA- and NIM1/NPR1-dependent. The Plant Journal. 29, 381–391.

www.SID.ir

16-Armstrong . E. L., and Nicol, H. I. 1991. Reducing height and loding in rapessed with growth regulators. Aust . J . Exp. Argic. 31: 245 – 250

17-Baylis, A. D. and Hutley, B. 1991. The effect of a paclobutrazol – based growth regulator on the yield .quality and ease of management of oilseed rape. Ann. Appl. Biol. Sci. 118:445- 452

18-Bowler, C., Vanmotago, M. and Inze, D. 1992. Super oxide dismotase and stress tolerance, Ann. Rer. Plant physiology. 43: 83-116.

19-Dixon, D. P., Cummins, I., Cole, D. J. and Edwards, R. 1998. Glutathione-mediated detoxification systems in plants. Current Opinion in Plant Biology. 1: 258–266.

20-Dat, J., Vandenabeele, S., Vranova, E., Van Montagu, M., Inze, D. and Van Breusegem, F. 2000. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Sciences. 57: 779–795.

21-Denis, P. G., Huynh. T. T. and Roumet, P. 1996. Identification of Soybean plant Characterictics that indicate the timing of drought stress. Cop Sci. 40: 716-722.

22-Edmit, V., Adams, W. W., Mattoo, A. K., Sokolenko, A. and Demmig-Adams, B. 1994. Up-regulation of a photosystem II core protein phosphatase inhibitor and sustained D1 phosphorylation in zeaxanthin-retaining, photoinhibited needles of overwintering Douglas fir. 28: 232–240.

23-Emam, Y. and Karimi, H. R. 1996. Influence of chlormequat chloride on five winter barley cultivars. Iran Agric. Res. 15: 89 – 104 .

24-Emam, Y. and Moaied, G. R. 1999. Effects of planting density and chlomequat chloride on morphological and physiological of winter barley (Hordeum vulgare L.) cultivar Valfajr. J. Agric. Sci. Tech. 2: 75 – 83 .

25-Grace, S. C., Logan, B. A. and Adams, W. W. 1991. Seasonal differences in foliar content of chlorogenic acid, a phenylpropanoid antioxidant, in Mahonia repens. Plant, Cell and Environment. 21: 513–521.

26-Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. 1990. Free Radicals in Biology and Medicine, 3rd edn., Oxford University Press, Oxford, UK.

27-Horm, N. E., Fleming, G. R. and Niyogi, K. K. 1987. Toward an understanding of the mechanism of nonphotochemical quenching in green plants. Biochemistry. 43: 8281–8289.

28-Jasinska , P. P. and Anderson, J. W. 1987. Light-dependent reduction of hydrogen peroxide by ruptured pea chloroplasts. Plant Physiology. 69:1407–1413.

29-Jin, J., Ningwei, Sh., Jinhe, B. and Junping, G. 2006. Regulation of ascorbate peroxides at the transcript level is involved in tolerance to post harvest water deficit stress in the cut Rose (Rose hybrida L.) CV. Samantha. J. Agri. Sci. Tech. 7:90-103.

30-Kendall, e. j., Murnaghan, B. D., Jonesand, j. and Bowley, S. R. 2000. Iron superoxide dismotase expression in transgenic alfalfa increase winter survivial without a detectable increase in photosynthetic oxidative stress tolerance Plant Physiology. 22: 1427-1836.

31-Kumar, A. and Singh, D. P. 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species . Ann . Bot . 81 : 413 – 420.

32-Levite, A., Tenhaken, R., Dixon, R. and Lamb, C. 1981. H2O2 from the oxidative burst orchestrates the plant hypersensitive disease resistance response. Cell 79: 583–593.

33-Narang, M., D'Aquino, M., Tomassi, G., Gentili, V., Di Felice, M. and Scaccini, C. 1993. Inhibition of low density lipoprotein oxidation by caffeic acid and other hydroxycinnamic acid derivatives. Free Radical Biology and Medicine. 19: 541–552.

34-Navari, H., Kiegerl, S. and Hirt, H. 1999. OMTK1, a novel MAPKKK, channels oxidative stress signalling through direct MAPK interaction. Journal of Biological Chemistry. 279: 26959–26966.

35-Prasad, T. K. 2003. 'Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities', *The Plant Journal* 10, 1017–1026.

36-Pana, H., Patterson, W. H. and Poulos, T. L. 1992. The homologous tryptophan critical for cytochrome c peroxidase function is not essential for ascorbate peroxidase activity. Journal of Biological Inorganic Chemistry. 1: 61–66.

37-Rao, M.V., Paliyah, G. and Ormrod, D. P. 1996. Ultraviolet-B- and ozone-induced biochemical changes in antioxidant enzymes of *Arabidopsis thaliana.* Plant Physiology. 110: 125–136.

38-Rhashid. A., Rafique, E. and Baghio. 1994. Diagnosing boron deficiency in rapessed and mustard by plant analysis and soil testing. Commun. Soil Sci. 25: 2883 – 2893.

39-Rao, M. S. S. and Mendham, N. J. 1991. Soil – plant – water relations of oilseed rape (Brassica napus and B. campestris). J. Agric. Sci. Camb. 117: 197 – 205.

40-Scarisbrick, D. H., Daniels, R. W. and Noorrawi, A. B. 1982 . The effect of chlormequat on the yield and yield components of oil – seed rape (Brassica napus L.) . J . Agric . Sci ., Camd . 99: 453 – 455 .

www.SID.ir

Archive of SID

41-Smirnoff, N. 1998. Ascorbate biosynthesis and function in photoprotection. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences. 355: 1455–1464.
42-Stoker, S., Karter, T. 1984. Blue light activates calcium-permeable channels in *Arabidopsis* mesophyll cells *via* the phototropin signaling pathway. Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 100: 1456–1461.
43-Takahashi, H., Chen, Z., Du, H., Liu, Y. and Klessig, D. F. 1987. Development of necrosis and activation of disease resistance in transgenic tobacco plants with severely reduced catalase levels. The Plant Journal. 11: 993–1005.
44-Ukeda, T., Masuda, Y., Yamanaka, A. and Sagiska, S. 1991. Abrupt increase in the level of hydrogen peroxide in leaves of winter wheat is caused by cold treatment. Plant Physiology. 97: 1265–1267.
45-Watson, J., Zhang, H. and Allen, R. D. 2003. Overexpression of an *Arabidopsis* peroxisomal ascorbate peroxidase gene in tobacco increases protection against oxidative stress. Plant Cell Physiology. 40: 725–732.
46-Yegappan, T. M., Paton, D. M., Gates, C.T. and Muller, W. J. 1982. Genetic variability of sunflower cultivars. water stress in sunflower response of cypsela size. Annuals of Botany by London. 4 (1): 63-65.
47-Yates, D. J and Steven, M. D. 1987. Reflection and absorption of solar radiation by flowering canopies of oil – seed rape (Brassica napus L.). J. Agric. 12: 75-91.

www.SID.ir