

تأثیر متانول در سطوح خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی کلزا (هایولا ۴۰۲) در منطقه ورامین.
The effect of methanol on quality characteristics of Canola (Hayola 402) under water deficit stress in
Varamin region

علیرضا میرچی

دانش آموخته کاشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی ورامین- پیشوا، ورامین- ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: alirezamirchi@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۳/۳۰

چکیده

این آزمایش به منظور مطالعه تأثیر متانول بر برخی از خصوصیات زراعی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی کلزا تحت تنش خشکی در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین اجرا شد. این تحقیق به صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که در آن عامل آبیاری در سه سطح شامل آبیاری معمول، قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی در کرت‌های اصلی و عامل غلظت متانول نیز در سه سطح شامل عدم استفاده از متانول، مصرف ۱۴٪ حجمی متانول و مصرف ۲۸٪ حجمی متانول در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده آبیاری، اثر ساده متانول و همچنین اثر متقابل آبیاری در متانول برای صفاتی نظیر مالون دی‌آلدئید و دی‌تیروزین در سطح یک درصد معنی‌دار شد. آبیاری معمول و ۲۸٪ محلول‌پاشی متانول آنزیم‌های کاتالاز، دی‌تیروزین و مالون دی‌آلدئید را کاهش و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. در واقع مناسب‌ترین سطوح تیمارها مربوط به آبیاری معمول و ۲۸٪ محلول‌پاشی متانول بود. به‌طور کلی می‌توان اظهار نمود که کاربرد متانول در شرایط تنش کم آبی از اثرات مخرب تنش‌های اکسیداتیو کاسته و سبب افزایش صفات کمی و کیفی در گیاه کلزا می‌گردد.

واژگان کلیدی: تنش کم آبی، متانول، کلزا، عملکرد دانه، کاتالاز.

مقدمه

خشکی یکی از بلاهای طبیعی است که وقتی میزان بارش در طول یک فصل یا یک دوره زمانی کم تر از حد معینی باشد، رخ می‌دهد، به طوری که میزان آب برای برطرف کردن نیازهای فعالیت‌های بشری کافی نخواهد بود. خشکی از دیدگاه‌های مختلفی همچون هواشناسی، هیدرولوژیک، کشاورزی، اجتماعی و اقتصادی تعریف‌های گوناگونی دارد. گیبس (Gibbs, 1979) خشکی را به مفهوم عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب برای گیاه می‌داند. اصولاً تنش آبی زمانی به وقوع می‌پیوندد که تقاضای تبخیری اتمسفر بالای برگ‌ها (تبخیر و تعرق پتانسیل) از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای استخراج آب از خاک (تبخیر و تعرق حقیقی) تجاوز نموده و فراتر رود. بالا بودن مقدار تبخیر و تعرق، محدودیت منابع آبی و سایر عوامل که سبب کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند، ضرورت حفظ و استفاده بهینه از منابع آبی را از طریق روش‌های به‌زراعی و به‌نژادی، یادآور می‌شوند. از روش‌های به‌زراعی می‌توان به تاریخ کاشت مناسب، استفاده از مالچ برای جلوگیری از تبخیر و تعرق، محلول‌پاشی متانول و تراکم مناسب اشاره کرد. از روش‌های به‌نژادی نیز می‌توان به انتخاب و معرفی ارقام متحمل به خشکی، با توجه به شناخت و تقویت ساز و کارهای تحمل به خشکی، اشاره کرد.

در میان گیاهان زراعی، کلزا (*Brassica napus* L.) به دلیل برخوردار بودن از خصوصیات مطلوب و قدرت سازگاری بالا در شرایط اقلیمی گوناگون، ارزش غذایی بالا و عملکرد مناسب، جایگاه ویژه‌ای دارد. کلزا به دلایل مختلف از جمله دارا بودن ۴۵-۴۰ درصد روغن یکی از گیاهان باارزش بوده که با شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک ایران سازگاری دارد. ولی تنش کم آبی در مراحل حساس رشد باعث کاهش عملکرد و اختلال جذب بعضی از عناصر معدنی از جمله میان مصرف و کم مصرف‌ها می‌گردد. زیرا گیاهان در شرایط تنش کم آبی روش‌هایی را اعمال می‌کنند تا باعث افزایش تحمل آن‌ها در مقابل تنش خشکی شود (نصری و خلعتبری، ۱۳۸۵). متانول یکی از فرآورده‌های فرار منتشر شده از برگ‌ها و بذرها

گیاهان می‌باشد، مولکولی کاملاً شناخته شده برای گیاهان است (MacDonald and Fall, 1993). متانول دارای کربن نشان‌دار، پس از محلول‌پاشی روی گیاهان سریعاً وارد بافت‌های آن‌ها شده و پس از تأثیر گذاشتن بر سوخت و ساز گیاه، کربن مذکور در ساختار سرین یافت می‌گردد (Gout et al., 2000).

پژوهشگران نتیجه گرفتند که محلول‌پاشی متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان به شدت رشد گیاهان را در مناطق خشک و نیز مناطق گرم افزایش می‌دهد. آن‌ها مشاهده کردند که محلول‌پاشی متانول، تورژانس گیاه را افزایش داده و از پژمرده شدن برگ‌ها در نور مستقیم خورشید به‌ویژه در مناطق گرم جلوگیری می‌کند. این محققان افزایش رشد به وجود آمده را به نقش متانول به عنوان یک ماده غذایی کربن‌دار نسبت دادند و از آن به عنوان یک منبع کربن‌دار جهت تغذیه گیاهی یاد می‌کنند (McGiffen and Manthey, 1996).

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه و بررسی تأثیر متانول بر عملکرد کلزا، در شرایط تنش خشکی، این آزمایش به صورت کرت خرد شده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰ در منطقه ورامین با عرض شمالی ۳۵ درجه و ۱۹ دقیقه و طول شرقی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا انجام گردید.

عامل‌های مورد مطالعه در این پژوهش شامل آبیاری در کرت‌های اصلی و متانول در کرت‌های فرعی بودند. عامل آبیاری در سه سطح شامل آبیاری متداول منطقه، قطع آبیاری در ابتدای مرحله ساقه رفتن، قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی و نسبت‌های مختلف متانول در سه سطح شامل عدم استفاده از متانول، مصرف ۱۴٪ متانول و استفاده از ۲۸٪ متانول بودند. این طرح در سه تکرار که هر تکرار شامل نه کرت بود، اجرا شد و در هر یک از تیمارها دزهای مختلف متانول و تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت. هر کرت شامل سه ردیف و روی هر ردیف دو خط کاشت می‌باشد.

اساس روش تیوباربتوریک اسید با MDA مورد استفاده قرار گرفت. محصول این واکنش پس از عاری شدن از پروتئین به‌وسیله‌ی تری کلرواستیک اسید ۱۲ مول به ستون سیلکاژل اکتادسیل منتقل شد. پس از به تعادل رسیدن ستون، این ستون با فاز متحرک شامل فسفات بافر خاصی متانول شستشو و پیک MDA در اسپکتروفتومتر با دکتور مرئی در طول موج ۵۳۲ نانومتر شناسایی و بر اساس سطح زیر منحنی پیک اندازه‌گیری گردید. جهت استانداردشدن، مالون دی آلدئید خالص با نسبت‌های مختلف در بافر شستشو و منحنی استاندارد رسم شد.

سنجش دی‌تیروزین

جهت اندازه‌گیری دی‌تیروزین، دو برگ از گیاه استخراج، با آب مقطر شستشو داده شد و بلافاصله در بافر فسفات تریس ۰/۱۶ مولار با $\text{pH} = 7/5$ وارد و خرد و هموژن شد، آنگاه اجازه داده شد حجم مشابه از بافر و آنزیم هضم‌کننده دیواره فرآیند هضم غشای دیواره سلول صورت گیرد. در پایان مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر در محلول هموژن برای سنجش توسط روش استیون (Steven, 1978) برداشته و مقدار پروتئین بر اساس میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تعیین گردید. در این روش میزان فعالیت بر اساس واکنش به مایع کروماتوگرافی ارزیابی شد. بافر زمینه برای کار حاوی تریس اسید کلریدریک با $\text{pH} = 7/2$ ، ۰/۲ میلی‌مول بر لیتر سدیم دی سدیک بود. اطلاعات به‌دست آمده، از طریق نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول یک) ملاحظه می‌شود که بین تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد، به‌طوری‌که طبق جدول دو بیش‌ترین عملکرد دانه گیاه

طول هر خط کاشت پنج متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین بذرها بر روی ردیف‌های کاشت پنج سانتی‌متر بود. خطوط سه تا پنج به‌عنوان نمونه‌برداری از عملکرد در نظر گرفته شد.

محاسبه فعالیت آنزیم کاتالاز

جهت محاسبه‌ی این صفت از برگ‌های جوان و توسعه یافته استفاده شد و سپس با استفاده از روش پاگلیا (Paglia, 1987) میزان تغییرات آنزیم تعیین گردید. نمونه برگ‌ها پس از شستشو با آب مقطر بلافاصله در محلول بافر فسفات - تریس ۰/۱۶ مول ($\text{pH} = 7/5$) وارد، خرد و هموژن شد. سپس حجم مشابه بافر آنزیم هضم‌کننده‌ی دیواره اضافه نموده تا فرآیند هضم غشای و دیواره‌های سلولی صورت گرفت. در پایان میزان ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هموژن برای سنجش پروتئین با استفاده از روش لوری (Lowery, 1951) برداشته شد و مقدار پروتئین آن بر حسب میلی‌گرم تعیین گردید. در باقیمانده‌ی محلول استخراجی فوق مقدار هر یک از آنزیم‌ها به‌روش خاصی تعیین گردید. در این روش شدت حذف آب اکسیژنه به‌عنوان سوبسترا ارزیابی شد. بافر زمینه برای انجام کار حاوی ۰/۱۷ میلی‌مول فسفات دی‌سدیک ($\text{pH} = 7/5$) به‌همراه ۰/۱۵ مول EDTA، ۰/۱۱ میلی‌مول کلرید منیزیم در نظر گرفته شد. واحد فعالیت آنزیم کاتالاز معادل نسبت تبدیل آب اکسیژنه در مدت یک دقیقه به‌هنگام پیشرفت واکنش درجه اول در نظر گرفته شد.

عملکرد دانه

پس از جداسازی بوته‌ها از سه خط کاشت، دانه‌های داخل آنها را خارج کرده و عملکرد دانه هر تیمار به‌طور مجزا محاسبه و بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد.

سنجش مالون دی‌آلدئید (MDA)

برای این منظور از روش کروماتوگرافی HPLC بر اساس روش استیون (Steven, 1978) استفاده گردید. عصاره‌ای که برای سنجش 8-OH-dG مصرف شد بر

مربوط به آبیاری معمول (۴۴۱۴ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین عملکرد دانه گیاه به تنش در مرحله خورجین‌دهی (۱۲۸۵ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. همچنین میان تیمارهای متانول اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. بیش‌ترین

عملکرد دانه مربوط به تیمار ۱۴٪ محلول‌پاشی متانول (۴۱۳۷ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به تیمار عدم محلول‌پاشی متانول (۱۸۵۲ کیلوگرم در هکتار) بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کلزا در شرایط تنش کم آبی و متانول

Table 1. Analysis of variance of canola traits under water deficit stress and methanol condition

Factor	عامل	درجه آزادی df	دی تیروزین DT	مالون دی‌آلدیید MDA	عملکرد دانه Grain yield	کاتالاز CAT
Replication	تکرار	2	0.165	1.142*	457331.943 ^{ns}	0.499**
Water deficit	تنش کمبود آب	2	400.939**	966.760**	4142224.052**	61.393**
Error A	خطای آزمایشی	4	0.218	0.117	108010.970	0.013
methanol	متانول	2	317.726**	733.933**	2652231.784**	7.914**
Water deficit × methanol	تنش × متانول	4	24.599**	37.480*	67898.429 ^{ns}	6.329**
Error B	خطای آزمایشی	12	0.120	0.33	296052.975	0.037
C v (%)	ضریب تغییرات	-	0.43	0.85	14.68	1.41

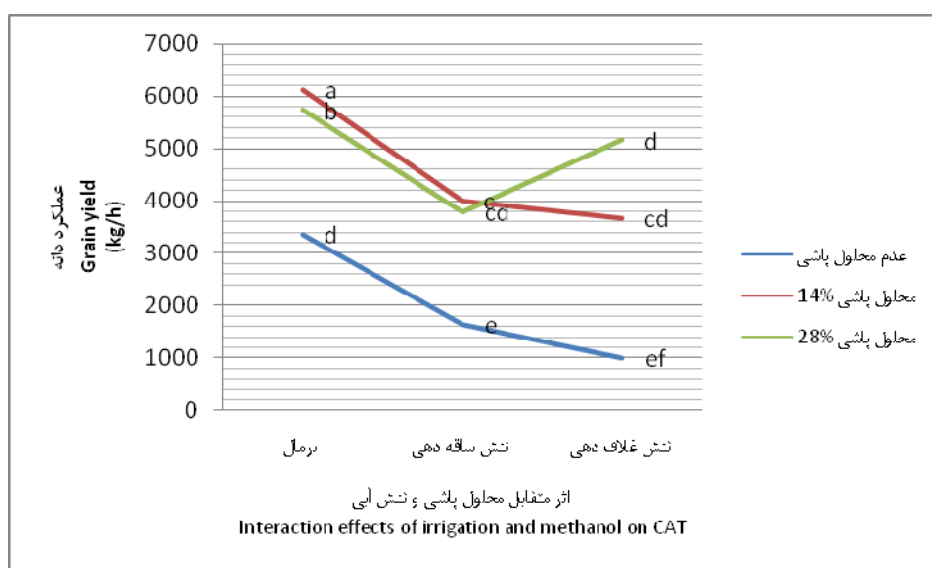
ns: فاقد اختلاف معنی‌دار * : اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد ** : اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد
ns: not significant, *: significant at 0.05 probability, **: significant at 0.01 probability

با توجه به جدول تجزیه واریانس و طبق نمودار یک تفاوت معنی‌داری برای اثرات متقابل آبیاری و متانول مشاهده نشد.

بررسی‌ها نشان داد که مرحله نمو دانه نیز یکی از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه کلزای بهاره به تنش آب است. اگر کمبود آب وجود داشته باشد، تعداد دانه در خورجین کاهش می‌یابد و در جبران آن، وزن دانه افزایش پیدا می‌کند ولی هیچ وقت امکان جبران کامل افت عملکرد وجود نخواهد داشت. تنش خشکی با کاستن از طول دوره سبزمایی برگ در مراحل پایانی اثر می‌تواند موجب افت شدید تولید مواد پرورده توسط اندام‌های فتوسنتز کننده شود (Emam and Niknejad, 2004).

اگر گیاه در هنگام پر شدن دانه با تنش‌های محیطی (به‌ویژه تنش خشکی) رو به رو شود، سهم مواد پرورده در انتقال مجدد پر شدن دانه بیش‌تر می‌شود (Emam, 2007; Farley and Shaw, 1989). کاهش تعداد دانه ممکن است بر اثر تأخیر در پیدایش کامل و یا سقط جنین در اثر کمبود دسترسی به هیدرات‌های کربن باشد (Basseti and Westgate, 1993).

علت بیش‌تر بودن عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و مصرف متانول از نظر دانشیان (۱۳۸۴)، همان در دسترس بودن آب کافی برای گیاه بوده که سبب افزایش اجزای عملکرد و در نهایت افزایش عملکرد دانه شده است.



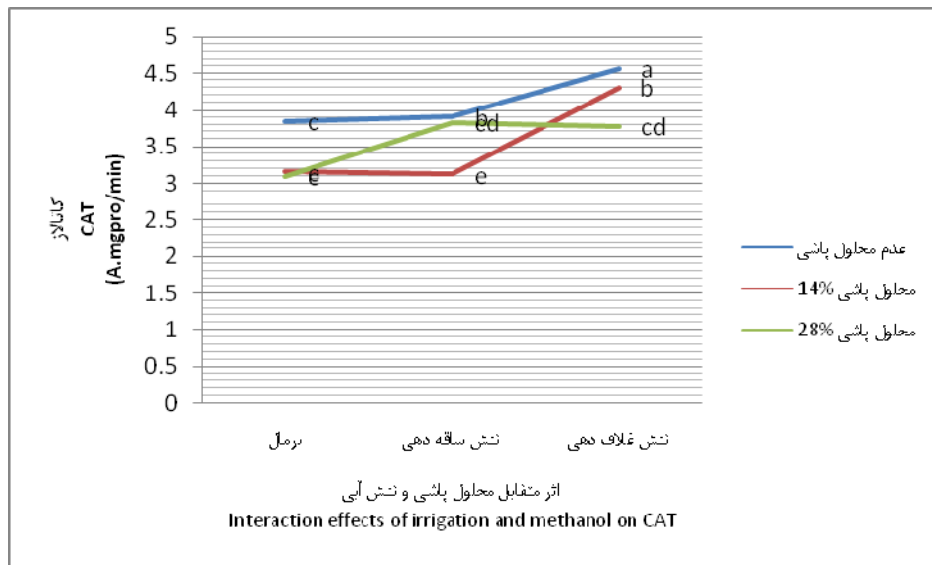
نمودار ۱- نمودار اثرات متقابل آبیاری و متانول بر عملکرد دانه

Fig 1. Interaction effects of irrigation and methanol on grain yield

کاتالاز

اثرات متقابل آبیاری و متانول در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار نشان دادند. کافی و مهدوی دامغانی (۱۳۷۹) گزارش کردند که افزایش فعالیت کاتالاز جهت کاهش اثرات پراکسیداز در هنگام تنش‌های محیطی در گیاهان گندم، جو، سویا و نخود نقش مهمی دارد. نتایج روی سورگوم علفی نشان می‌دهد که فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تأثیر تنش خشکی و عدم مصرف متانول نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت که با نتایج حاصله مطابقت دارد. علت این افزایش تحت تنش خشکی به دلیل افزایش رادیکال‌های آزاد بوده و گیاه در این هنگام سعی در افزایش تحمل به خشکی دارد. گونه‌های متحمل‌تر مسلماً برای سازگاری و مقابله بیش‌تر سطح فعالیت این آنزیم را بالا می‌برند. پس می‌توان با تعیین سطح فعالیت‌های این آنزیم جهت تعیین گونه‌های متحمل به خشکی در گیاهان مختلف استفاده نمود.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول یک) ملاحظه می‌شود که بین تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده می‌شود، به طوری که کم‌ترین میزان کاتالاز گیاه مربوط به آبیاری معمول (۳/۳۷۱) واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) و بیش‌ترین میزان کاتالاز گیاه به تنش در مرحله خورجین‌دهی (۴/۰۸۰) واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) تعلق داشت. همچنین میان تیمارهای متانول اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. به طوری که کم‌ترین میزان کاتالاز مربوط به تیمار ۲۸٪ محلول‌پاشی متانول (۳/۳۳۴) واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) و بیش‌ترین میزان کاتالاز مربوط به تیمار عدم محلول‌پاشی متانول (۴/۱۰۳) واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) بود. با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول یک) و نمودار دو مشاهده می‌شود که



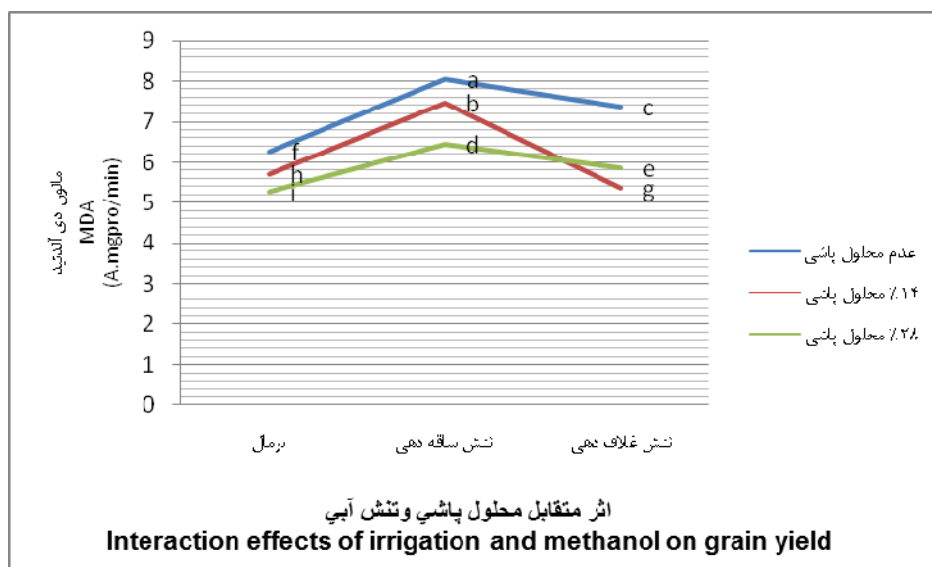
نمودار ۲- اثرات متقابل محلول پاشی متانول و آبیاری بر کاتالاز
 Fig 2. Interaction effects of irrigation and methanol on CAT

مالون دی آلدئید

در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. به طوری که بیشترین میزان مالون دی آلدئید مربوط به تیمار تنش ساقه دهی و عدم محلول پاشی متانول (۸/۰۴۳ واحد فعالیت بین المللی بر میلی گرم پروتئین) و کمترین میزان مالون دی آلدئید مربوط به تیمار آبیاری معمول و ۲۸٪ محلول پاشی متانول (۵/۲۸۱) واحد فعالیت بین المللی بر میلی گرم پروتئین) تعلق داشت.

این نتایج با گزارشات پور اسماعیل (۱۳۸۵) و جونز و همکاران (Jose et al., 1999) مبنی بر افزایش مالون دی آلدئید در شرایط تنش خشکی مطابقت دارد. آنها معتقدند در شرایط کمبود آب و عدم مصرف متانول دفاع آنتی اکسیدانته کاهش و یا تشکیل رادیکالهای آزاد افزایش می یابند، تنش های اکسیداتیو پدید می آید که می توانند منجر به افزایش پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع لیپیدها، تخریب غشای لیپیدها و در نتیجه خروج آلدئیدهای گوناگونی از جمله مالون دی- آلدئید شود.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول یک) ملاحظه می شود که بین تیمارهای آبیاری اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده می شود، به طوری که کمترین میزان مالون دی آلدئید گیاه مربوط به آبیاری معمول (۵/۷۵۷) واحد فعالیت بین المللی بر میلی گرم پروتئین) و بیشترین میزان مالون دی آلدئید گیاه به تنش در مرحله ساقه دهی (۷/۳۲۱) واحد فعالیت بین المللی بر میلی گرم پروتئین) تعلق داشت. همچنین میان تیمارهای متانول اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. به طوری که کمترین میزان مالون دی آلدئید مربوط به تیمار ۲۸٪ محلول پاشی متانول (۵/۸۷۰) واحد فعالیت بین المللی بر میلی گرم پروتئین) و بیشترین میزان مالون دی آلدئید مربوط به تیمار عدم محلول پاشی متانول (۷/۲۲۴) واحد فعالیت بین المللی بر میلی گرم پروتئین) بود. با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول یک) و نمودار سه مشاهده می شود که تفاوت معنی داری برای اثرات متقابل آبیاری و متانول

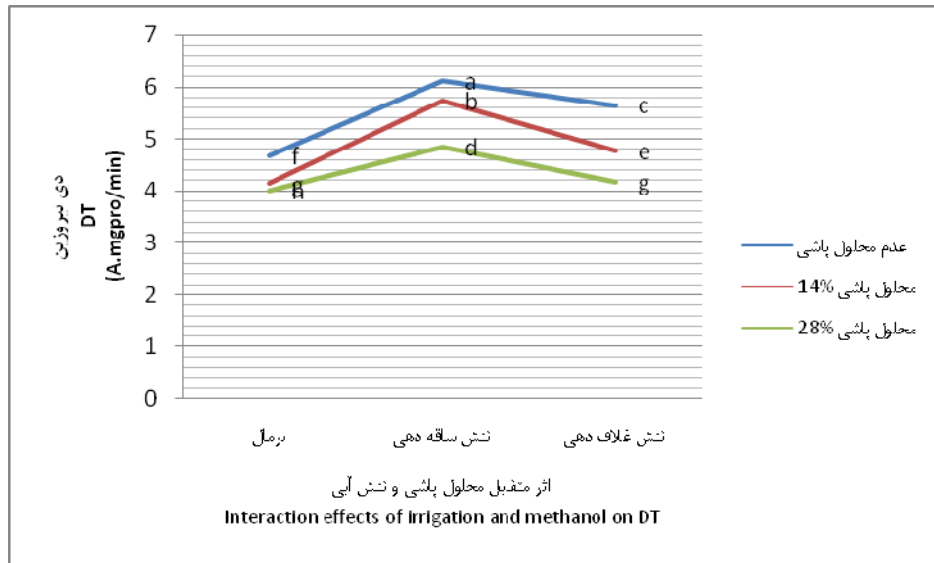


نمودار ۳- نمودار اثرات متقابل آبیاری و متانول بر مالون دی‌آلدئید
 Fig 3. Interaction effects of irrigation and methanol on MDA

دی‌تیروزین

(۶/۱۲۵ واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) و کم‌ترین میزان تیروزین مربوط به تیمار آبیاری معمول و ۲۸٪ محلول‌پاشی متانول (۴/۰۰۷ واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) تعلق داشت. این نتایج با نتایج به‌دست آمده توسط دادنیا (۱۳۸۴) مطابقت می‌نماید. در شرایط تنش خشکی و عدم مصرف متانول تنش اکسیداتیو ایجاد می‌شود، رادیکال‌های آزاد، باعث تخریب پروتئین‌ها شده، اسیدهای آمینه مختلف آزاد و از اتصال دو اسید آمینه تیروزین از محل اکسیژن‌های‌شان یک دی‌پپتید به نام دی‌تیروزین ایجاد می‌گردد که این ماده نشانه‌ای از حمله رادیکال‌های آزاد در هنگام تنش خشکی به پروتئین‌ها و تخریب آن‌ها می‌باشد. در واقع در هنگام تنش با توجه به این‌که میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن بیشتر می‌شود، پروتئین‌ها بیشتر در معرض تخریب قرار گرفته و میزان تولید دی‌تیروزین نیز بالا می‌رود با اندازه‌گیری میزان تولید این ماده می‌توان به این نکته پی برد که تنش اکسیداتیو افزایش یافته است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول یک) ملاحظه می‌شود که بین تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد، به‌طوری‌که کم‌ترین میزان دی‌تیروزین گیاه مربوط به آبیاری معمول (۴/۲۷۵ واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) بود و بیش‌ترین میزان دی‌تیروزین گیاه به تنش در مرحله ساقه‌دهی (۵/۵۹۸ واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) تعلق داشت. همچنین میان تیمارهای متانول اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. به‌طوری‌که کم‌ترین میزان دی‌تیروزین مربوط به تیمار ۲۸٪ محلول‌پاشی متانول (۴/۳۴۱ واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) و بیش‌ترین میزان دی‌تیروزین مربوط به تیمار عدم محلول‌پاشی متانول (۵/۵۱۷ واحد فعالیت بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین) بود. با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول یک) و نمودار چهار تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد برای اثرات متقابل آبیاری و متانول مشاهده شد. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان دی‌تیروزین مربوط به تیمار تنش ساقه‌دهی و عدم محلول‌پاشی متانول



نمودار ۴- نمودار اثرات متقابل آبیاری و متانول بر دی تیروزین
 Fig 4. Interaction effects of irrigation and methanol on DT

نتیجه‌گیری

دی‌آلدئید، دی تیروزین و آنتی‌اکسیدانت کاتالاز به- ترتیب در آبیاری معمول، تنش ساقه‌دهی و تنش خورجین‌دهی نسبت به شرایط عدم مصرف این ماده گردید.

در نهایت می‌توان بیان کرد که مناسب‌ترین تیمار، تیمار مربوط به ۲۸٪ محلول‌پاشی متانول و آبیاری معمول بود. به‌طوری‌که مصرف ۲۸٪ محلول‌پاشی متانول باعث کاهش قابل توجه بیومارکر مالون

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی کلزا در شرایط تنش کم آبی و مصرف متانول

Table 2. Simple effects mean comparison of canola traits under water deficit stress and methanol usage condition

Treatment	تیمار	دی تیروزین DT A.mgpro×min	مالون دی‌آلدئید MDA A.mgpro×min	عملکرد دانه Grain yield (kg.h ⁻¹)	کاتالاز CAT A.mgpro×min
Normal irrigation	آبیاری معمول	4.275 ^c	5.757 ^c	4414 ^a	3.371 ^c
Stress at steming	تنش ساقه‌دهی	5.598 ^a	7.321 ^a	2520 ^b	3.696 ^b
Stress at podding	تنش خورجین‌دهی	4.862 ^b	4.540 ^b	1285 ^c	4.080 ^a
No methanol usage	عدم مصرف متانول	5.517 ^c	7.224 ^a	1852 ^c	4.103 ^a
14% methanol	۱۴٪ متانول	4.876 ^a	6.524 ^b	4137 ^a	3.711 ^b
28% methanol	۲۸٪ متانول	4.341 ^b	5.870 ^c	3889 ^b	3.334 ^c

ns: not significant, *: significant at 0.05 probability, **: significant at 0.01 probability
 * : اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد **: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات مورد بررسی کلزا در شرایط تنش کم آبی و مصرف متانول

Table 3. Mean comparison of the interaction effects of canola traits under water deficit stress and methanol usage condition

Irrigation	آبیاری	متانول methanol	دی‌تیروزین DT A/mgpro.min ⁻¹	مالون دی‌آلدیید MDA A/mgpro.min ⁻¹	عملکرد دانه grain yield (kg.h ⁻¹)	کاتالاز CAT A/mgpromin ⁻¹
Normal	معمول	0	4.683 ^t	6.262 ^t	3360 ^d	3.84 ^c
		14%	4.135 ^g	5.728 ^h	6131 ^a	3.148 ^e
		28%	4.007 ^h	5.281 ⁱ	5729 ^b	3.097 ^e
Stress at stemming	تنش ساقه‌دهی	0	6.125 ^a	8.043 ^a	1638 ^e	3.906 ^b
		14%	5.726 ^b	7.467 ^b	4003 ^e	3.119 ^e
		28%	4.852 ^d	6.452 ^d	3785 ^{cd}	3.834 ^{cd}
Stress at podding	تنش خورجین‌دهی	0	5.654 ^c	7.367 ^c	1001 ^{ef}	4.56 ^a
		14%	4.766 ^e	5.376 ^e	3657 ^{cd}	4.305 ^b
		28%	4.166 ^g	5.876 ^g	3153 ^d	3.787 ^{cd}

ns: فاقد اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد **: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد
ns: not significant, *: significant at 0.05 probability, **: significant at 0.01 probability

References

منابع

- پوراسماعیل، پ. ۱۳۸۵. بررسی تأثیرات پلیمر سوپرچاذب بر کارایی مصرف آب و عملکرد در لوبیای قرمز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- دانشیان، ج. ۱۳۸۴. بررسی اکوفیزیولوژیک اثر تنش کم آبی در سویا. پایان نامه دکترای زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.
- دادنیا، م. ۱۳۸۴. بررسی اثر کمبود آب روی خصوصیات فیزیولوژیک و زراعی ارقام مختلف آفتابگردان. پایان نامه دکترای زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.
- کافی، م. و مهدوی دامغانی، ا. ۱۳۷۹. سازوکارهای مقاومت گیاهان به تنش خشکی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- نصری، م و خلعتبری، م. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش خشکی بر روند تغییرات عناصر پرمصرف در برگ‌های ژنوتیپ کلزا. دانش کشاورزی ایران. ۳(۳): ۴۹-۶۱.

Bassetti, P., and Westgate, M.E. 1993. Water deficit affects receptivity of Maize silks. *Crop science* 33: 278-182.

Emam, Y., and Niknejad, M. 2004. An Introduction to the physiology of crop yield. Shiraz University press, 593 P. (In farsi).

Emam, Y. 2007. Cereal production 3rd ed., Shiraz University press, 190 p. (In farsi).

Farley, O.T.R., and Shaw, M. 1989. Temperature and soil water effects on Maize growth, development, yield and forage quality. *Crop science* 36: 341-348.

Gibbs, W. 1979. Drought: its definition, delineation and effects. Special Envirometal Report, 5:1-39. World MeterologicalOrganzaton, Geneva, Switzerland.

Gout, E., Aubert, S., Bligny, R., Rebeille, F., and Nonomura, A.R. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. *Plant Physiol.* 123: 287-296.

Lowery, D. 1951. Photosynthesis: Metabolism, Control, and Physiology. Longman, Harlow.

MacDonald, R., and Fall, R.1993. Detection of substantial emissions of methanol from plants to the

atmosphere. Atmos. Environ. 27: 1709-1713.

McGiffen, M., and Manthey, J.A. 1996. The role of methanol in promoting plant growth: a current evaluation, Hortsci. 31: 1092-1096.

Jose, M.M., Preze Gomes, C., and Castro, I.C.N.E. 1999. Chemical Biochemistry. Vol. No. 3-595-603.

Paglia, D 1997. Studies on the quantitative trait dase.J. Lab. Med. 70: 158- 165.

Steven, A.K., and Joseph, M.H. 1978. Lipid peroxides in sample as measured by liquid chromatography separation. Elin. Chem. 32: 217-220.