"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹٤

اثر همزیستی میکوریزا، مصرف ژل سوپرجاذب و گلایسین بتائین و عصاره چغندرقند بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه کرچک (*Ricinus communis* L.) در شرایط تنش خشکی

Effect of mycorhizal symbiosis, application of super absorbant gel, glycine-betain and sugar beet extract on physiological traits and seed yield of castor bean (*Ricinus communis* L.) in drought stress conditions

هاشم هادی[۱] وعبدالقادر کلانتر[۲]

چکیده

هادی، ه و ع. کلانتر. ۱۳۹٤. اثر همزیستی میکوریزا، مصرف ژل سوپرجاذب و محلول‌پاشی گلایسین بتائین و عصاره چغندرقند بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه کرچک (*Ricinus communis* L.) در شرایط تنش خشکی. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۳): ۲۵۰-۲۳٦.**

به‌منظور ارزیابی اثر تعدیل کنندگی روش‌های زیستی (میکوریزا)، محلول‌پاشی گلایسین بتائین و عصاره ریشه چغندر و ژل سوپرجاذب در شرایط خشکی در گیاه کرچک به‌عنوان کشت دوم، آزمایشی دوساله (۱۳۹۱ الی۱۳۹۲) به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان اشنویه، استان آذربایجان غربی انجام شد. آبیاری بعد از رسیدن رطوبت خاک به ۸۰، ۷۰، ٦۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌عنوان فاکتور اصلی و محلول‌پاشی گلایسین بتائین (۵۰ میلی مولار)، عصاره ریشه چغندر قند، ژل سوپرجاذب A200 (۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) و قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae*) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که افزایش شدت تنش از ۸۰ تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، باعث کاهش٤۹ درصدی عملکرد دانه کرچک شد. کمترین میزان روغن (٤۳/۹ درصد) در دانه‌های گیاهان شاهد (آبیاری شده در ظرفیت زراعی ۵۰ درصد) به دست آمد. بیشترین میزان مالون دی آلدئید (۱۷۷/۲ نانو مول بر گرم وزن تر برگ) در تنش شدید خشکی و در گیاهان شاهد (تیمار نشده) به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه (۲۷۳۰ کیلوگرم در هکتار)، بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX) (۱۱۷/۹ تغییرات جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین)، بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) (۸۷/۱ تغییرات جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) و حداکثر فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) (٤٦/۹ واحد در میلی‌گرم پروتئین) از تیمار محلول‌پاشی با عصاره چغندر به دست آمد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که در کلیه سطوح آبیاری، محلول‌پاشی گلایسین بتائین و عصاره چغندر از طریق القای سازوکار تحمل، باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شده و در نتیجه عملکرد دانه گیاهان تیمار شده به علت کاهش آثار مضر تنش خشکی نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی برگی عصاره ریشه چغندر قند جهت تعدیل اثر تنش خشکی در کرچک مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، تنش خشکی، کرچک، کشت دوم و محلول‌پاشی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۵ این مقاله مستخرج از پایان نامه دکتری نگارنده دوم می‌باشد

۱- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: hhadi52@gmail.com)
۲- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

مقدمه

کرچک (*Ricinus communis* L) یکی از گیاهان دانه روغنی از تیره فرفیون (Euphorbiaceae) است که از روغن آن در صنایع پتروشیمی، کارخانه‌های لاستیک، رنگ و لاک، الکل، صابون، وسایل آرایشی، پوشش سطوح، پزشکی و روغن موتور در صنایع هواپیمایی (Weiss, 2000)، واکس در پولیش‌ها، کندانسورهای الکتریکی، کاغذ کربن و روان کننده‌های جامد استفاده شده و همچنین از کنجاله آن کود آلی تولید می‌شود (Iqbal *et al*., 2012).

کمبود آب یک جالش جدی جهانی است که بر تولید و کیفیت فرآورده‌های کشاورزی اثر مستقیم دارد و این موضوع با افزایش تغییرات شرایط آب و هوایی جهان روزبه‌روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند (Valadabadi *et al*., 2010). یکی از راهکارهای استفاده بهینه از منابع آب، استفاده از مواد جاذب رطوبت سنتزی یا پلیمرهای سوپرجاذب است. هیدروژل‌ها ضمن برخورداری از ظرفیت زیاد برای جذب آب مانند آب‌انبارهای کوچک عمل کرده و در موقع نیاز گیاه به آب، به‌راحتی آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Montazar, 2008). پور اسماعیل و همکاران (Pooresmaeil *et al*., 2010 *a* and *b*) در آزمایشی که روی گیاه لوبیا قرمز انجام دادند اظهار داشتند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن صد دانه و افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز شده و اگر مصرف پلیمر سوپرجاذب به مقدار ۷ درصد برسد، به دلیل کاهش اثر تنش خشکی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن صد دانه افزایش و فعالیت این آنزیم‌ها کاهش می‌یابد. آن‌ها همچنین بیان کردند که افزایش فعالیت این آنزیم‌ها در شرایط تنش خشکی نشان‌دهنده اثر این آنزیم‌ها بر کاهش خسارات تنش اکسیداتیو و نقش مهم آن‌ها در مقابله بارادیکال‌های آزاد است. نتایج حاصل از آزمایش انجام‌شده توسط روشن (Roshan, 2002) روی گیاه بادام‌زمینی حاکی از آن است که کاربرد سوپرجاذب باعث کاهش میزان آب آبیاری و افزایش عملکرد بادام‌زمینی به میزان ۲۵ درصد نسبت به تیمار شاهد شد.

نتایج تحقیقات نشان داده است که همزیستی میکوریزا مقاومت گیاه میزبان را به شرایط خشکی افزایش می‌دهد (Sylvia *et al*., 2012). امروزه مشخص‌شده است که قارچ‌های میکوریزایی به‌صورت مستقیم (بهبود تغذیه گیاهان از طریق جذب عناصر غذایی و همچنین افزایش جذب آب توسط گیاه) و غیرمستقیم (کاهش تنش‌های زیستی شامل بیماری‌های گیاهی و غیر زیستی شامل شوری، خشکی، فلزات سنگین و غیره)، باعث افزایش رشد گیاه میزبان می‌شوند (Feng *et al*., 2002). استفاده از قارچ‌های میکوریزا در کرچک و در شرایط بدون اعمال تنش، طول ساقه و ریشه، وزن تر ساقه و ریشه و تعداد بر گ گیاه را افزایش داد که این موضوع پتانسیل میکوریزا را در افزایش عملکرد بیولوژیکی کرچک اثبات می‌کند (Sawant *et al*., 2013).

کاربرد خارجی گلایسین بتائین به لحاظ اقتصادی، در موارد بسیاری به گیاهان فاقد توانائی تجمع گلایسین بتائین در کاهش اثرات سوء تنش‌های محیطی کمک می‌کند (Feng *et al*., 2002). گلایسین بتائین متداول‌ترین محلول آلی سازگار است که در سازواره‌های مختلف، گیاهان عالی و حیوانات وجود داشته و در بین بسیاری از ترکیبات آمونیوم چهارگانه شناخته‌شده، بیشترین و فراوان‌ترین ترکیب در پاسخ به تنش پسابیدگی در گیاهان محسوب می‌شود (Yang *et al*., 2003). گلایسین بتائین باعث تثبیت ساختارهای سلولی و پروتئین‌های کارکردی شده و تمامیت غشای سلول را در مقابل عوامل تنش‌زا حفظ می‌کند (Nawaz and Ashraf , 2010). در گیاه ذرت تحت تنش کم‌آبی نیز تأثیر گلایسین بتائین بر افزایش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

میزان فعالیت آنزیم‌های SOD، POD و CAT تأیید شده است (Anjum *et al*., 2012). در یک آزمایش هفده گونه گیاهی ازجمله کرچک از یازده جنس متعلق به گیاهان تیره فرفیون جهت وجود بتائین مورد بررسی قرار گرفتند. اگرچه تعداد گونه‌های مورد آزمایش محدود بودند، اما می‌توان تیره فرفیون را به‌عنوان تیره غیر تجمع دهنده گلایسین بتائین طبقه‌بندی کرد (Blunden *et al*., 2003). با توجه به اینکه عصاره ریشه چغندرقند حاوی مقادیر زیادی گلایسین بتائین و مقدار متنوعی مواد مغذی (حاوی مواد غیر آلی و آلی متنوعی شامل ۲/۸ گرم الیاف، ۹/۵۶ گرم کربوهیدرات ۱۶، میلی‌گرم کلسیم، ۳۲۵ میلی‌گرم پتاسیم، میلی‌گرم ۲۳ میلی‌گرم منیزیم، ۴۰ میلی‌گرم فسفر، ۰/۳ میلی‌گرم ویتامین E و ۴/۹ میلی‌گرم ویتامین C) است، احتمال می‌رود که در بهبود رشد و برخی واکنش‌های کلیدی فرایندهای فیزیولوژیکی مؤثرتر از گلایسین بتائین عمل کند، بنابراین به نظر می‌رسد که این ماده می‌تواند به‌صورت یک منبع جایگزین ارزان‌تر از گلایسین بتائین به‌عنوان عامل تعدیل‌کننده در دفاع از گیاهان علیه اثرات مضر تنش بکار رود (Abbas *et al*., 2010).

در استان آذر بایجان‌غربی زمین‌های کشاورزی زیادی بعد از کشت اول به علت کمبود آب بلااستفاده می‌مانند. در برخی موارد هم به علت سرمای بهاره، کشاورزان ناگزیر به شخم کشت اول می‌گردند، بنابراین جهت استفاده بهینه از منابع خاک، آزمایش حاضر به‌عنوان کشت دوم انجام شد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر تیمارهای متنوع مؤثر در تعدیل اثرات تنش خشکی روی عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه کرچک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی اشنویه واقع در کیلومتر یک جاده اشنویه-پیرانشهر ("۹ '۴۹ °۳۷ شمالی "۰۱/ ۱۵ '۰۵/ °۴۵ شرقی) با ارتفاع ۱۴۷۰ متر از سطح دریا در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای خشکی در چهار سطح ۸۰، ۷۰، ۶۰ و ۵۰ در صد ظرفیت زراعی به‌عنوان فاکتور اصلی و محلول‌پاشی گلایسین بتائین ۵۰ میلی مولار، عصاره چغندر ۱۰۰ درصد (عصاره صاف‌شده حاصل از ریشه چغندر قند با استفاده از آبمیوه‌گیری برقی) (Abbas *et al*., 2010)، ژل سوپرجاذب (۲۲۵ کیلوگرم بر هکتار) و قارچ میکوریزا (*Glomus moseae*) به‌عنوان فاکتور فرعی بکار برده شدند. همزمان با اعمال تیمار با عصاره ریشه چغندر قند و گلایسین بتائین، به‌منظور همسان‌سازی اثر آب موجود در محلول بر گیاه، گیاهان تیمار نشده نیز یک‌بار با آب خالص با استفاده از سم‌پاش، آب‌پاشی شدند. ژل مورد استفاده در این پژوهش، پلیمر Tarwat A200 تولیدی شرکت رهاب رزین با مجوز پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران بود که کوپلیمری از آکریلیک اسید- پتاسیم آکریلات است. اندازه ذرات ژل ۱۵۰-۵۰ میکرومتر ، اسیدیته محلول آبی آن ۷-۶ و ظرفیت عملی جذب آب مقطر آن ۲۲۰ گرم بر گرم است. بذر کرچک (*Ricinus communis* L.) از شرکت پاکان بذر اصفهان و قارچ میکوریزا *Glomus moseae* از دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهیه شدند. جهت تعیین ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی دائم و وزن مخصوص ظاهری خاک محل اجرای آزمایش، ابتدا از عمق صفر تا ۳۰ و صفر تا ۵۰ سانتیمتری، خاک مزرعه از چند نقطه به‌طور تصادفی نمونه‌برداری و به آزمایشگاه بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی منتقل شد. وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم برای عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری به ترتیب ۱/۸، ۲۸/۹ و ۱۲/۷ و برای عمق صفر تا ۵۰ سانتیمتری به ترتیب ۱/۸۲، ۳۰/۱ و ۱۲/۸ بودند (جدول ۱) (Pansu and Gautheyrou, 2007). اطلاعات

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the soil in experimental site

بافت خاک Soil texture	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	پتاس K_2O mg.kg^{-1}	فسفر P_2O_5 mg.kg^{-1}	نیتروژن Total N (%)	کربن آلی OC (%)	مواد خنثی شونده (٪) TNV	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})	درصد اشباع Saturation percent
رسی لومی Clay loam	42	36	22	320	11.8	0.09	0.9	2.8	7.1	0.7	37

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (شهرستان اشنویه) در طول دوره رشد گیاه کرچک (۱۳۹۱و۱۳۹۲)

Table 2. Meteorological information at the experimental site (Oshnaviya) during the growth season of castor bean (2012, 2013)

Year	سال	۱۳۹۱ 2012					۱۳۹۲ 2013				
Months	ماه	اردیبهشت May	خرداد Jun	تیر Jul	مرداد Aug	شهریور Sep	اردیبهشت May	خرداد Jun	تیر Jul	مرداد Aug	شهریور Sep
Rainfall (mm)	بارندگی	15.6	11	7.1	1.4	29.7	31.3	20.2	0.0	0.0	0.0
Max. temp. (^{0}C)	حداکثر دما	27	31	34.2	35	34.4	24	33	35	34.4	33
Min. temp. (^{0}C)	حداقل دما	2.4	5.4	7.6	**9**	6/4	-2	5.2	10.4	9.4	3.6
Potential evaporation	تبخیر پتانسیل	17.09	217.1	238.2	271.6	209.4	152	221.3	297.4	279.6	247.5
RH (%)	رطوبت نسبی	57	47	50	43	51	59	55	49	53	48

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

هواشناسی محل اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است.

خاک محل اجرای آزمایش پس از یک شخم و دیسک در اوایل خردادماه سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، با روتیواتور به هم زده و نرم شد. قبل از عملیات کاشت بذر مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد گرانوله جهت تامین سولفات مورد نیاز گیاه و افزایش حلالیت عناصر کم مصرف و پرمصرف به زمین اضافه شد. هر کرت آزمایشی به مساحت ۱۶/۲۵ مترمربع (۳/۲۵×۵ متر) با ۵ ردیف کشت به‌صورت جوی و پشته به فاصله ۶۵ سانتی‌متر از هم و فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر با تراکم ۳۸۵۰۰ بوته در هکتار آماده سازی شد. همزمان با کاشت بذر، تیمارهای میکوریزا (***Glomus mosseae***) و سوپرجاذب اعمال شدند. بدین‌ترتیب که ۲۲۵ کیلوگرم ژل در هکتار در خطوط کاشت بذر در عمق ۲۵ سانتی‌متری خاک قرار داده شد و برای اعمال تیمار میکوریزا به محل کشت هر بذر، خاک حاوی اسپور قارچ ***Glomus mosseae*** به‌صورت مخلوطی از اسپور (۲۰ اسپور در هر گرم مایه تلقیح استریل)، هیف و قطعات جداشده ریشه‌های آلوده به‌عنوان تلقیح کننده، افزوده شد. به این صورت که در محل کشت بذر شیاری به عمق چهار سانتیمتر حفر و در هر یک پنج گرم خاک حاوی مخلوط مذکور و دو عدد بذر قرار داده شد. کاشت بذر در تاریخ‌های بیست و چهارم خرداد ماه ۱۳۹۱ و بیست وششم خراد ماه ۱۳۹۲ انجام شد. جهت حصول اطمینان از جوانه‌زنی هم‌شکل و استقرار یکسان و مساوی گیاهچه، توسط آبیاری منظم رطوبت تمام سطح مورد آزمایش تا بیست و چهار روز پس از رویش جوانه‌ها (سی روز پس از کشت) (مرحله شش تا هفت برگی)، در سطح ظرفیت زراعی نگه‌داشته شد. وجین دستی تا شصت روز پس از رویش و با فاصله هر پانزده روز یک‌بار اجرا و از هیچ علف‌کش، حشره‌کش و قارچ کشی استفاده نشد. پس از رسیدن به مرحله شش تا هفت برگی و به‌منظور اعمال تنش آب، رطوبت خاک هر روز با برداشت نمونه خاک از عمق توسعه ریشه با استفاده از اوگر دستی و خشکاندن در آون بدست آمد و در صورت رسیدن به ۸۰ درصد، ۷۰ درصد، ۶۰ درصد و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، اقدام به آبیاری شد.آبیاری با استفاده از لوله مجهز به کنتور انجام گرفت. تا مرحله اعمال تنش، کلیه کرت‌ها پنج بار و هر بار به میزان ۴۲۲ لیتر در هرکرت آبیاری شدند. در طول دوره اعمال تنش سطوح آبیاری شده در ظرفیت زراعی ۸۰ درصد چهارده بار، ۷۰ درصد ده بار، ۶۰ درصد هفت بار و ۵۰ درصد پنج نوبت آبیاری شدند. بعد از کاشت و آبیاری (اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت) ، عملیات سله شکنی و تنک کردن با دست صورت گرفت. تیمارهای عصاره چغندرقند و گلایسین بتائین ۵۰ میلی مولار به‌صورت یک نوبت محلول‌پاشی و با استفاده از سم‌پاش در مرحله نه تا یازده برگی (به دلیل اعمال تنش، بوته‌ها در مرحله رویشی یکسان نبودند) به میزان ۸۷ میلی‌لیتر در مترمربع اعمال شدند. همزمان با اعمال تیمار عصاره چغندرقند و گلایسین بتائین، به‌منظور همسان‌سازی اثر آب موجود در محلول بر گیاه، گیاهان تیمار نشده نیز یک‌بار با آب خالص با استفاده از سم‌پاش، آب‌پاشی شدند. به دلیل دمای پایین‌تر و رطوبت بالای ساعات عصر وکاهش تبخیر و سطح تماس حداکثری برگ و نفوذ بهتر محلول به سلول‌های اپیدرمی، محلول‌پاشی‌ها در هنگام عصر انجام شد. برداشت محصول تیمارهای آبیاری ۵۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی در تاریخ ۳۰ شهریور ۱۳۹۱ و دوم مهر ۱۳۹۲ و تیمارهای آبیاری ۷۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی در تاریخ ۶ مهر ۱۳۹۱ و ۷ مهرماه ۱۳۹۲ انجام شد. در این مرحله کپسول‌ها رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای داشتند. بعد از حذف یک ردیف از ابتدا، انتها و طرفین کرت‌ها بعنوان حاشیه، سطح باقیمانده جهت اندازه‌گیری عملکرد برداشت شد و پس از خشکاندن در هوای آزاد، دانه‌ها از کاه و کلش جدا شده و وزن

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

دانه‌ها با ترازو با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. به‌منظور از بین بردن اثرات حاشیه‌ای ناشی از نفوذ آب و جهت جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، فاصله کرت‌های مجاور از یکدیگر یک و نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد و از اولین ردیف برداشت انجام نشد.

برای اندازه‌گیری آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) از روش میسرا و فریدوویچ (Misra and Fridovich, 1972)، اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX) با استفاده از روش رانیری و همکاران (Ranieri *et al*., 2003) و برای اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز از روش چنس و ماهلی (Chance and Maehly, 1995) استفاده شد. برای اندازه‌گیری محتوای آب نسبی (RWC) در ساعات اولیه روز از قسمت‌های انتهایی ساقه در مرحله گلدهی کامل چندین برگ کاملاً توسعه‌یافته انتخاب و اندازه‌گیری رطوبت نسبی در آنها انجام شد (Turner, 1981).

(۱) RWC (%)= ۱۰۰ × ((وزن خشک برگ – وزن آماس برگ) / (وزن خشک برگ – وزن تر برگ))

میزان مالون دی آلدئید (شاخص پراکسیداسیون لیپیدها) با استفاده از روش هیث و پاکر (Heath and Packer, 1968) و میزان روغن دانه با استفاده از روش استاندارد سوکسله و حلال دی اتیل اتر اندازه‌گیری شدند. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 آنالیز شدند. به علت کیفی و بدون ساختار بودن تیمارها از روش مقایسه میانگین‌ها با استفاده از LSD محافظت شده (PLSD) در سطح احتمال یک درصد به‌عنوان روش پساواریانس استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری و تیمارهای میکوریزا، سوپرجاذب و محلول‌پاشی بر میزان مالون دی‌آلدئید معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان مالون دی‌آلدئید (۱۷۷/۲ نانو مول بر گرم وزن تر برگ) مربوط به برگ گیاهان تیمار نشده (شاهد) و آبیاری در ظرفیت زراعی ۵۰ درصد بوده و کمترین میزان آن (۷۹/۵ نانو مول بر گرم وزن تر برگ) در برگ گیاهان تیمار شده با عصاره چغندرقند در ظرفیت زراعی ۸۰ درصد به دست آمد (جدول ۳). بر این اساس به نظر می‌رسد که پراکسیداسیون لیپیدها در شرایط تنش خشکی افزایش پیدا کرده است. میزان مالون دی‌آلدئید در شرایط تنش کمبود آب در گیاهان تیمار شده با ترکیبات مختلف تعدیل‌کننده، کاهش‌نشان داد. نتایج نشان داد که میزان کاهش مالون دی‌آلدئید برگ در تیمارهای مختلف یکسان نیست. تیمار سوپرجاذب در شرایط آبیاری در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی تأثیری در کاهش میزان مالون دی‌آلدئید نداشت، ولی میزان تولید آن در سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری کمتری بود. با افزایش شدت تنش، کلیه تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند و میزان این اختلاف با شدیدتر شدن تنش افزایش یافت؛ بنابراین در شرایط تنش (به‌ویژه آبیاری در ۶۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی)، کلیه تیمارها باعث تعدیل اثر تنش کم‌آبی بر پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی شدند. بیشترین اختلاف با شاهد (۳۴/۲ درصد) در شرایط تنش شدید (آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) به تیمار محلول‌پاشی عصاره چغندرقند اختصاص داشت (جدول ۳) که این موضوع نشان‌دهنده تأثیر این ترکیب بر تعدیل اثر تنش خشکی بر پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی است. در شرایطی که دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاه کاهش یافته و یا تشکیل رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابند، حالتی موسوم به تنش اکسیداتیو پدید می‌آید. در این شرایط، پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع افزایش یافته و در اثر حمله رادیکال‌های آزاد به لیپیدها، آلدئیدهای گوناگونی ازجمله بیومارکر تخریبی مالون

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

دی‌آلدئید تولید می‌شود (Habibi *et al.*, 2012). تنش اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی منجر به آسیب بافتی می‌شود. افزایش پراکسیداسیون لیپیدها و به دنبال آن کاهش شاخص پایداری غشای سلول در گیاه آفتابگردان (Rahimizadeh *et al.*, 2007) و کرچک در شرایط تنش شوری (Janmohammadi *et al.*, 2012) گزارش‌شده است. لازم به ذکر است که سطح فعالیت محصولات تخریبی مانند مالون دی‌آلدئید در آزمایش‌های تنش خشکی بیشتر از آزمایش در شرایط بدون تنش است و مقدار محصولات تخریبی می‌تواند به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در انتخاب ارقام متحمل به تنش خشکی در نظر گرفته شود (Habibi *et al.*, 2012).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی، میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) افزایش یافت (جدول ۳). تنش خشکی باعث القای فعالیت آنزیم یاد شده، بسته به میزان آب آبیاری گردید. بیشترین فعالیت این آنزیم (۴۶/۹ واحد در میلی‌گرم پروتئین) در تنش شدید (آبیاری در ظرفیت زراعی ۵۰ درصد) در برگ گیاهان تیمار شده با عصاره چغندرقند به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با همان تیمار در شرایط آبیاری در ظرفیت زراعی ۶۰ درصد نداشت. کمترین میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در برگ گیاهان تیمار شده با ژل سوپرجاذب در ظرفیت زراعی ۸۰ درصد (۱۷/۴ واحد در میلی‌گرم پروتئین) حاصل شد. میزان تغییر فعالیت این آنزیم در هر سطح آبیاری در گیاهان تیمار شده با تیمارهای مختلف، متفاوت بود. در تیمارهای گلایسین بتائین و عصاره چغندرقند با افزایش شدت تنش خشکی، میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز افزایش یافت. در تمام سطوح تنش خشکی میزان فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز در تیمارهای گلایسین بتائین و عصاره چغندرقند نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود.

بیشترین فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در تمامی سطوح تنش خشکی از تیمار محلول‌پاشی عصاره چغندرقند به دست آمد. تیمارهای سوپرجاذب و میکوریزا تأثیر متفاوتی روی فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز داشتند، به‌طوری‌که در گیاهان تیمار شده با افزایش شدت تنش خشکی، میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز افزایش یافت، اما میزان فعالیت این آنزیم در تمامی سطوح آبیاری کمتر از گیاهان شاهد بود. این تیمارها تا تنش آبیاری در ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، منجر به افزایش آن و سپس با بیشتر شدن شدت تنش موجب کاهش فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز گردیدند. احتمالاً سوپرجاذب و میکوریزا با در اختیار قرار دادن آب، باعث اجتناب گیاه از خشکی می‌شود، یعنی گیاه کمتر در معرض تنش قرار می‌گیرد و درنتیجه میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در آن نسبت به شاهد کاهش می‌یابد. کاهش سطوح فعالیت این آنزیم‌ها در گیاهان میکوریزایی می‌تواند همسو با این موضوع باشد که این گیاهان ممکن است در هر دو حالت بدون تنش و تنش، در معرض تنش اکسیداتیو پایین‌تری قرارگرفته‌اند که این موضوع را می‌توان به سازوکارهای اجتناب از خشکی اولیه، مثل انتقال فعال آب از قارچ AM به گیاه میزبان نسبت داد (Porcel and Ruíz-Lozano, 2004) (جدول ۳).

در آزمایشی روی ژنوتیپ‌های چغندرقند، بیشترین میزان سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) در تیمار تنش خشکی به میزان (۷۹۶/۴ واحد در میلی‌گرم پروتئین) و کمترین میزان آنزیم در شرایط بدون تنش (۹۶۷/۲ واحد در میلی‌گرم پروتئین) به دست آمد (Habibi *et al.*, 2012). از جمله محل‌های فعالیت یکی از آیزوزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز (Cu/ZnSOD) کلروپلاست است، بنابراین کاهش فعالیت آنزیم یادشده به تجمع رادیکال سوپر اکسید می‌انجامد و با افزایش مقادیر رادیکال سوپر اکسید و پراکسید هیدروژن، شرایط برای اجرای واکنش هابر- ویز و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

جدول ۳- مقایسه میانگین محتوای مالون دی‌آلدئید، فعالیت آنزیمی و صفات فیزیولوژیک گیاه کرچک در اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و ترکیبات تعدیل کننده تنش

Table 3. Mean comparison of malondialdehyde content, enzyme activity and plant characteristics of castor bean in interaction effect of drought stress and stress alleviaiting treatments

تیمارهای آزمایشی Treatments		مالون دی آلدئید MDA (nmol.g^{-1}FW)	سوپر اکسید دیسموتاز SOD activity (unit.mg protein^{-1})	آسکوربات پراکسیداز APX activity (A290.mg protein^{-1})	کاتالاز CAT activity (A240.mg protein^{-1})	محتوای آب نسبی RWC (%)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})
آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی Irrigation at 50% FC	شاهد (آب) Control	177.2 a	41.9 c	84.1 l	53.5 d	46.6 m	1199.9o
	شیره چغندرقند Sugar beet extract	116.6 f	46.9 a	115.6 b	87.1 a	50.7 j	2025.5 k
	گلایسین بتائین Glycine betaine	148.2 b	44.8 b	101.6 d	78.4 c	48.9 k	1806.5m
	میکوریزا Mycorhiza	130.3 d	27.1 h	66.1 m	42.3 f	49.2 k	1896.5 l
	سوپرجاذب Super absorbent	144.8 c	30.4 g	68.3 l	46.7 e	48.1 l	1523.0 n
آبیاری در ۶۰٪ ظرفیت زراعی Irrigation at 60% FC	شاهد (آب Control	147.9 b	39.1 d	93.4 e	55.7 f	53.7 i	1529.5 n
	شیره چغندرقند Sugar beet extract	110.8 g	45.9 a	117.9 a	85.0 b	56.1 f	2279.9 g
	گلایسین بتائین Glycine betaine	116.6 f	42.7 c	105.4 c	77.9 c	55.1 g	2205.1 h
	میکوریزا Mycorhiza	120.9 e	29.4 g	77.0 k	45.4 f	55.5 g	2145.3 i
	سوپرجاذب Super absorbent	122.3 e	32.4 f	84.4 i	45.6 f	54.3 h	2041.5 j
آبیاری در ۷۰٪ ظرفیت زراعی Irrigation at 70% FC	شاهد (آب) Control	87.5 h	24.8 i	71.6 l	23.6 h	61.1 e	2078.1 j
	شیره چغندرقند Sugar beet extract	81.6 kl	34.3 e	93.2 f	45.6 f	62.5 cd	2567.5c
	گلایسین بتائین Glycine betaine	81.79 j-l	33.1 f	89.5 g	41.7 g	62.7 bc	2484.1e
	میکوریزا Mycorhiza	83.1 i-k	21.7 k	65.9 m	19.7 ij	63.1 ab	2554.8d
	سوپرجاذب Super absorbent	84.3 i	21.1 kl	62.3 o	21.1 hi	62.6 cd	2373.2 f
آبیاری در ۸۰٪ ظرفیت زراعی Irrigation at 80% FC	شاهد (آب) Control	83.43 i-k	20.7 l	51.6 p	18.3 jk	62.3 d	2351.8 f
	شیره چغندرقند Sugar beet extract	79.5 l	24.7 i	64.0 n	22.4 h	63.4 a	2737.3 a
	گلایسین بتائین Glycine betaine	80.78 l	22.9 j	64.4 n	21.1 hi	63.2 a	2585.8 c
	میکوریزا Mycorhiza	80.25 l	17.6 m	49.7 q	17.9 k	63.2 a	2664.5 b
	سوپرجاذب Super absorbent	81.796 j-l	17.4 m	46.8 r	18.1 jk	62.7 bcd	2557.5c

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار محافظت شده در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Mean in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using protected LSD Test

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

تولید رادیکال بسیار خطرناک هیدروکسیل فراهم می‌گردد (Edreva, 2005). در یک آزمایش روی گیاه آفتابگردان مشاهده شد که در شرایط تنش خشکی میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز ۸۹ درصد افزایش یافت. کمترین میزان فعالیت این آنزیم نیز در تیمار شاهد (بدون مصرف تیمارهای کودی)، به دست آمد (Rahimizadeh *et al*., 2007). میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در گیاه کرچک در شرایط تنش خشکی بیشتر از سایر سطوح آبیاری بود که این موضوع نشان‌دهنده اثرات مفید این آنزیم در کاهش صدمات تنش اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی است، اما نحوه تأثیر تیمارها مشابه نبود. در تمامی سطوح آبیاری تیمارهای گلایسین بتائین و عصاره چغندر باعث افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم SOD گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد شدند.

با افزایش شدت تنش خشکی، میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز تا ظرفیت زراعی ۶۰ درصد افزایش پیدا کرد، اما در ظرفیت زراعی ۵۰ درصد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). بیشترین فعالیت این آنزیم در ظرفیت زراعی ۶۰ درصد (۱۱۷/۹ تغییرات جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار عصاره چغندرقند و کمترین میزان آن (۴۶/۸ تغییرات جذب در دقیقه درمیلی‌گرم پروتئین) در برگ گیاهان تیمار شده با ژل سوپرجاذب در ظرفیت زراعی ۸۰ درصد به دست آمد. در گیاه کرچک در شرایط تنش شوری بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در شوری متوسط ثبت گردید و با افزایش سطح شوری، میزان این آنزیم کاهش نشان داد (Janmohammadi *et al*., 2012). در کلیه سطوح آبیاری، تیمارهای گلایسین بتائین و عصاره چغندر باعث افزایش معنی‌دار و تیمارهای میکوریزا و ژل سوپرجاذب باعث کاهش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد شدند. گزارش شده است که با افزایش شدت تنش خشکی، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز به‌منظور جلوگیری از آسیب‌های واردشده به گیاه و حفظ همئوستازی، افزایش می‌یابد (Yang *et al*., 2003)، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای گلایسین بتائین و عصاره چغندر با افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان احتمالاً از طریق تثبیت ساختار پروتئین‌های آنزیمی، سازوکار تحمل را به گیاه القاء و استفاده بهینه گیاه کرچک از منابع آب و خاک و افزایش رشد را فراهم می‌آورند (Nawaz and Ashraf, 2010).

در گیاهان شاهد با افزایش شدت تنش خشکی، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد. (جدول ۳). در ظرفیت زراعی ۸۰ درصد، گیاهان تیمار شده با ژل سوپرجاذب و تلقیح شده با میکوریزا، فعالیت آنزیم کاتالاز کاهش غیر معنی‌دار و در بقیه سطوح تنش، فعالیت آنزیم کاهش معنی‌داری نشان داد؛ اما تیمارهای گلایسین بتائین و عصاره چغندر در تمامی سطوح آبیاری باعث افزایش معنی‌دار فعالیت این آنزیم نسبت به شاهد شدند، طوری که گیاهان شاهد بیشترین فعالیت آنزیم را در تیمار آبیاری در ظرفیت زراعی ۶۰ درصد (۵۵/۷ تغییرات جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) و کمترین فعالیت آنزیم را (۱۸/۳ تغییرات جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار آبیاری در ظرفیت زراعی ۸۰ درصد داشتند. در گیاهان تیمار شده، بیشترین فعالیت آنزیم (۸۷/۱ تغییرات جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در ظرفیت زراعی ۵۰ درصد به دست آمد و کمترین فعالیت در گیاهان تیمار شده در ظرفیت زراعی ۸۰ درصد (۱۷/۹ تغییرات جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) به دست آمد. در آزمایشی بر روی ژنوتیپ‌های چغندرقند بیشترین میزان آنزیم کاتالاز در تیمار تنش خشکی (۱۱۱/۹ واحد در میلی‌گرم پروتئین) و کمترین میزان آن در تیمار آبیاری مطلوب (۸۲/۹ واحد در میلی‌گرم پروتئین) به دست آمد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

(Habibi *et al*., 2012).

تجزیه واریانس مرکب دو ساله داده‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مختلف تعدیل کننده با سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل بین سال با تیمارها بر محتوای آب نسبی برگ گیاه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های محتوای آب نسبی برگ نشان داد که برگ‌های محلول پاشی شده با شیره چغندر دارای بیشترین مقدار آب نسبی برگ (۶۳/۴ درصد) در ظرفیت زراعی ۸۰ درصد بودند که با بوته‌های محلول پاشی شده با گلایسین بتائین و تلقیح شده با میکوریزا تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). کمترین مقدار آب نسبی برگ (۴۶/۶ درصد) در گیاهان شاهد آبیار ی شده در ظرفیت زراعی ۵۰ بدست آمد که ۲۵/۲ درصد نسبت به سطح اول آبیاری (ظرفیت زراعی ۸۰ درصد) کاهش داشت. محتوای آب نسبی برگ بالاتر در شرایط تنش خشکی، نتیجه تنظیم اسمزی بیشتر یا تفاوت در ارتجاع پذیری دیواره سلولی است (Irrigoyen *et al.,* 1992). در بوته‌های کرچک آبیاری شده با فاصله پنج روز، محتوای آب نسبی برگ به ۵۷/۲ درصد و آبیاری با فاصله پانزده روز محتوای آب نسبی برگ به ۴۵/۶ درصد کاهش یافته و بر عکس تیمار دانه با اشعه لیزر باعث افزایش میزان آن شد (Metwally *et al.,* 2014). کونهووا و همکاران (Cunhua *et al.,* 2011)، گزارش کردند که بالاترین محتوای آب نسبی برگ در گیاه تاج خروس(*Amaranthus retroflexus* L.) در گیاه شاهد ۹۴/۱ درصد و کمترین آن در شرایط تنش شدید کم آبی (۶۴/۰۳ درصد) مشاهده شد. همزیستی میکوریز ا اغلب منجر به تغییر سرعت حرکت آب در خارج و داخل گیاهان میزبان شده و روی آبگیری بافت و فیزیولوژی برگ تأثیر می‌گذارد. گاهی اوقات رابطه همزیستی میکوریز ا از طریق سازوکار اجتناب از خشکی، گیاهان را در مقابل تنش حفظ می‌کند و این کار را با افزایش جذب عناصر فسفر و سایر عناصر ضروری برای رشد و توسعه گیاه انجام می‌هد (Auge *et al.*, 2001). محمد زمانی و همکاران (Mohammad Zamani *et al.*, 2014)با بررسی اثر گلایسین بتائین بر انگور در شرایط تنش خشکی نشان دادند که کاربرد خارجی این ماده باعث افزایش قندهای محلول گیاه شده که آنهم از طریق افزایش فشار اسمزی باعث افزایش محتوای آب نسبی برگ می‌شود.

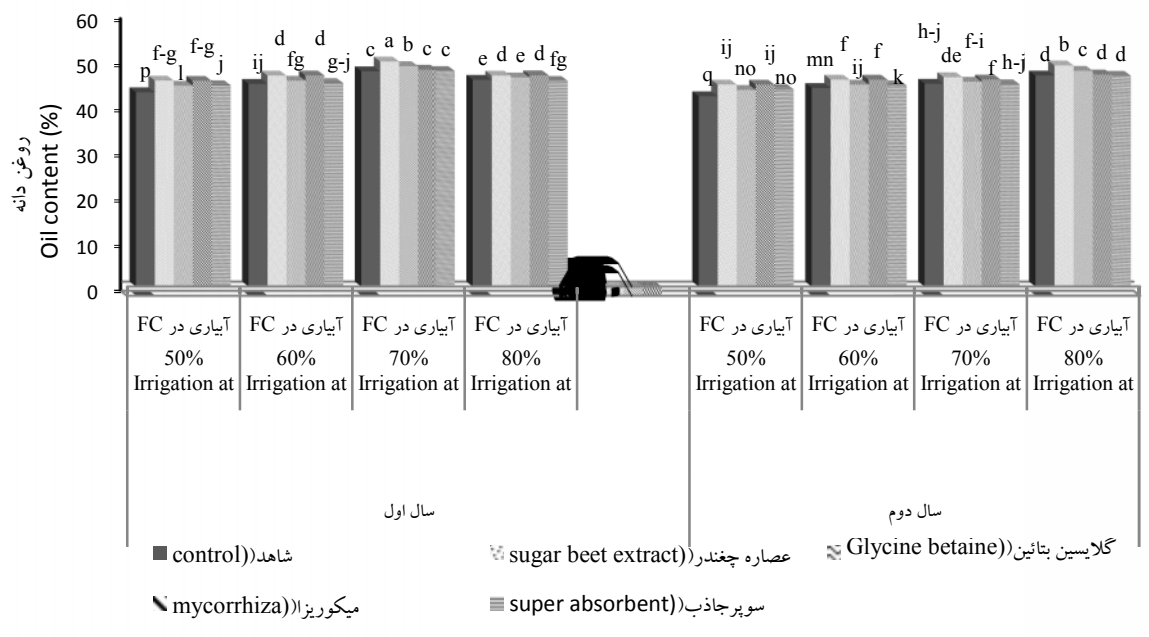
کلیه گیاهان تیمار نشده با وجود کمترین میزان عملکرد دانه، در کلیه سطوح آبیاری از نظر عملکرد دانه در گروه‌های آماری مختلفی قرار گرفتند. افزایش شدت تنش خشکی از تیمار آبیاری گیاهان در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، باعث کاهش عملکرد دانه (۴۸/۹ درصد) شد. در کلیه سطوح آبیاری همگی تیمارها سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شدند. میانگین مقادیر عملکرد دانه در ترکیبات تیماری نشان‌دهنده پاسخ متفاوت گیاه در تعامل با همزیستی با گونه میکوریزا و سایر تیمارهای اعمال‌شده است. بالاترین عملکرد دانه (۲۷۳۷/۲ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان تیمار شده با عصاره چغندر و آبیاری شده در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان آن (۱۱۹۹/۹ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان شاهد در ظرفیت زراعی ۵۰ درصد به دست آمد و حداکثر تغییرات در میان کلیه ترکیبات تیماری، بین این دو تیمار دیده شد (۵۶/۱ درصد). گیاهان تیمار شده با مؤثرترین تیمار یعنی عصاره چغندرقند ۲۶ درصد تغییرات در عملکرد دانه داشتند (جدول ۳). نتایج این تحقیق در مورد صفت عملکرد دانه منطبق با یافته‌های کیتوک و همکاران است که عقیده دارند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و وزن هزار دانه در کرچک می‌شود و بین وزن هزار دانه و روغن در کرچک همبستگی مثبت وجود دارد (Kittock *et al*., 1967).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

متقابل تیمارهای مختلف تعدیل کننده با سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل بین سال با تیمارها و همچنین اثر سه جانبه سال در تنش در تیمار روی میزان روغن دانه معنی‌دار بود. بیشترین میزان روغن از دانه‌های به‌عمل‌آمده در سال اول که در ظرفیت زراعی ۷۰ درصد آبیاری و با عصاره چغندر تیمار شده بودند (۵۱/۶ درصد) و کمترین میزان روغن در دانه‌های گیاهان شاهد سال دوم آبیاری شده در ظرفیت زراعی ۵۰ درصد (۴۳/۹ درصد) به دست آمد (شکل ۱). با افزایش شدت تنش خشکی از میزان روغن دانه در گیاه کرچک کاسته شد. از بین تیمارها، عصاره چغندرقند در تمامی سطوح تنش خشکی و در هر دو سال آزمایش، میزان روغن بیشتری نسبت به شاهد (بدون تیمار) تولید نمود. گلایسین بتائین نیز در تنش آبیاری ۷۰ درصد ظرفیت زراعی در سال دوم روندی مشابه با عصاره چغندرقند داشت. تأثیر سوپر جاذب در تنش شدید (آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) بر میزان روغن دانه مثبت بود. میکوریزا نیز در تنش‌های آبیاری در ۶۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی باعث افزایش میزان روغن دانه کرچک گردید. در آزمایشی مشخص شد که تنش خشکی میزان روغن دانه کرچک را کاهش می‌دهد، به‌طوری‌که تیمار آبیاری مطلوب با میانگین ۵۲ درصد بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه با میانگین ۴۵/۹ درصد، کمترین میزان روغن دانه را به خود اختصاص دادند (Valadabadi *et al.*, 2010)، اما گزارش دیگری حاکی است که مقدار آب تأثیری بر عملکرد روغن در کرچک نداشته و مقدار روغن دانه کرچک همبستگی مثبت با تعداد گل‌آذین و وزن بذر دارد (Hooks *et al.*, 1971).



شکل ۱- مقایسه میانگین میزان روغن دانه گیاه کرچک در تیمارهای تنش خشکی و ترکیبات تعدیل کننده تنش

Fig. 1. Mean comparison of oil content of castor bean seed in drought stress and stress alleviaiting treatments

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که در سطوح ملایم تنش خشکی (آبیاری در ۸۰، ۷۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی) کلیه تیمارها باعث افزایش معنی‌دار عملکرد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

دانه کرچک به عنوان کشت دوم و کاهش معنی‌دار میزان ظرفیت بیومارکر تخریبی مالون دی‌آلدئید شدند. در تنش خشکی شدید (آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) تنها تیمار محلول‌پاشی با عصاره چغندرقند عملکردی معادل با شاهد داشت. تیمارهای گلایسین بتائین و شیره چغندر با افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از طریق القای سازوکار تحمل، باعث کاهش اثرات مضر تنش خشکی در گیاه کرچک شدند. بررسی راهکارهای مدیریت مصرف آب به‌گونه‌ای که در ازای مصرف مقداری مشخص آب، عملکرد بیشتری حاصل شود، ضروری است. در شرایط کنونی بحران آب، اعمال تیمارهای تعدیل کننده تنش در گیاهان زراعی می‌تواند بسیار مفید باشد. مفید بودن این تیمارها در همسویی با کشاورزی پایدار، اهمیت آنها را دوچندان می‌کند. عصاره چغندرقند با توجه به ارگانیک بودن و همچنین دارا بودن مقادیر زیاد گلایسین بتائین و مواد مغذی متنوع، در بهبود رشد و برخی واکنش‌های کلیدی فرایندهای فیزیولوژیک مؤثرتر از گلایسین بتائین عمل می‌کند و می‌توان از آن به‌عنوان یک منبع جایگزین ارزان‌تر از گلایسین بتائین و عامل تعدیل‌کننده اثرات مضر تنش خشکی استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

References

Abbas, W., M. Ashraf and N. A. Akram. 2010. Alleviation of salt-induced adverse effects in eggplant (*Solanum melongena* L.) by glycinebetaine and sugarbeet extracts. Scientia Hortic. 125: 188-195.

Anjum, S. A., M. F. Saleem, L. C. Wang, M. F. Bilal and A. Saeed. 2012. Protective role of glycinebetaine in maize against drought-induced lipid peroxidation by enhancing capacity of antioxidative system. Aust. J. Crop Sci. 6: 576-583.

Auge, R. M., A. J. W. Stodola, J. E. Tims and A. M. Saxton. 2001. Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. Plant Soil. 230: 87-97.

Blunden, G., A. Patel, M. Adrian Romero, A. Carabot Cuervo, O. Al-Amoudi and H. Mutawie. 2003. Betaine distribution in the Euphorbiaceae. Umm Al-Qura Univ. J. Sci. Medic. Engin. 15: 37-42.

Chance, B. and A. Maehly. 1955. Assay of catalases and peroxidase. Method. Enzymol. 2: 764-775.

Cunhua, S., S. Jian-jie, W. Dan, L. Bai-Wei and S. Dong. 2011. Effects on physiological and biochemical characteristics of medicinal plant pig weed by drought stresses. J. Medic. Plants Res. 5: 4041- 4048.

Edreva, A. 2005. Generation and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts: a submolecular approach. Agric. Ecosys. Environ. 106: 119-133.

Feng, G., F. Zhang, X. Li, C. Tian, C. Tang and Z. Rengel. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by *arbuscular mycorrhiza* is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza, 12: 185-190.

Habibi, D., S. Orujnia, D. F. Taleqani, A. Pazaki and M. Davudifar. 2012. Antioxidants and yield evaluation of sugar beet genotypes under drought stress. J. Agron. Plant Breed. 8(4):63-82. (In persian with English abstract).

Heath, R. L. and L. Packer. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

fatty acid peroxidation. Archiv. Biochem. Biophys. 125: 189-198.

Hooks, J., J. H. Williams and C. Gardner. 1971. Estimates of heterosis from a diallel cross of inbred lines of castors, *Ricinus communis* L. Crop Sci. 11: 651-655.

Iqbal, J., S. Zaib, U. Farooq, A. Khan, I. Bibi and S. Suleman. 2012. Antioxidant, antimicrobial and free radical scavenging potential of aerial parts of *Periploca aphylla* and *Ricinus communis*. International Scholarly Research Notices 2012.

Irrigoyen, J. H., D. W. Emerich and M. Sanchez Diaz. 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plant. Physiol. Planta. 84: 55-60.

Janmohammadi, M., A. Abbasi and N. Sabaghnia. 2012. Influence of NaCl treatments on growth and biochemical parameters of castor bean (*Ricinus communis* L.). Acta Agric. Slovenica 99: 31-40.

Kittock, D., J. Williams and D. Hanway. 1967. Castorbean yield and quality as influenced by irrigation schedules and fertilization rates. Agron. J. 59: 463-467.

Metwally, S. A., S. L. M. Mohamed, B. H. Abou-Leila and M. S. Aly. 2014. Effect of drought stress and helium neon (He-Ne) laser rays on growth, oil yield and fatty acids content in Caster bean (*Ricinus communis* L.). Agric. Forest. Fish. 3:203-208 doi: 10.11648/j.aff.20140303.20 .

Misra, H. P. and I. Fridovich. 1972. The generation of superoxide radical during the autoxidation of hemoglobin. J. Biol. Chem. 247: 6960- 6962.

Mohammad Zamani, M., V. Rabiei, M. A. Nejatian and M. Taheri. 2014. Effect of exogenous application of proline and glycine betaine on biochemical alterations in grapevine under drought stress. J. Crop Improv. 16 (2): 247-258. (In Persian with English abstract).

Montazar, A. 2008. Study the effect of stockosorb super absorption polymer on the flow advance time and infiltration parameters in furrow irrigation. J. Water Soil. 22(2): 341-357.

Nawaz, K. and M. Ashraf. 2010. Exogenous application of glycinebetaine modulates activities of antioxidants in maize plants subjected to salt stress. J. Agron. Crop Sci. 196: 28-37.

Pansu, M. and J. Gautheyrou. 2007. Handbook of soil analysis: mineralogical, organic and inorganic methods, Springer Science & Business Media.

Pooresmaeil, P., D. Habibi, A. Tavassoli and B. Mashadi Akbar. 2010. Studying use of water super absorbent polymer on biochemical traits of red bean varieties under drought stress. 11th Congress of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. (In persian with English abstract).

Pooresmaeil, P., D. Habibi, A. Tavassoli, H. Zahedi and H.R. Touhidi Moghadam.2010. The effect of water super absorbent polymer on agronomic and physiological characters of red bean varieties under drought stress in green house condition. Plant and Ecosystem, 5 (21):75-91. (In persian with English abstract).

Porcel, R., J. M. Barea and J. M. Ruiz-Lozano. 2003. Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. New Phytol. 157: 135-143.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

Rahimizadeh, M., D. Habibi, H. Madani, G. Mohammadi, A. Mehraban and A. Sabet. 2007. The effect of micronutrients on antioxidant enzymes metabolism in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress. Helia, 30: 167-174.

Ranieri, A., A. Castagna, J. Pacini, B. Baldan, A. M. Sodi and G. Soldatini. 2003. Early production and scavenging of hydrogen peroxide in the apoplast of sunflower plants exposed to ozone. J. Exp. Bot. 54: 2529-2540.

Roshan, B. 2002. Superabsorbent polymer consumption to increase the quantity and quality of agricultural products. Second Professional and Educational Course on Agriculture and Industry use of Superabsorbent Hydrogel, Polymer Institute of Iran. (In Persian with English Abstract).

Sawant, V., K. Bansode, S. Bavachkar and U. Bhale. 2013. Potential of various fungi for biomass production of castor. Pak. J. Biol. Sci.16: 1378-1382.

Sylvia, D., L. Hammond, J. Bennett, J. Haas and S. Linda. 1993. Field response of maize to a VAM fungus and water management. Agron. J. 85: 193-198.

Turner, N. C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant Soil. 58: 339-366.

Valadabadi, S. A., F. Yusefi and A. H. Shirani Rad. 2010. The effect of irrigation disruption and nitrogen levels on some agronomic traits of the castor plant (*Ricimus communis* L.). J. Agron. Plant Breed. 6(1): 99-110. (In Persian with English Abstract).

Weiss, E. A. 2000. Oilseed Crops, Blackwell Science. pp. 384.

Yang, W. J., P. J. Rich, J. D. Axtell, K. V. Wood, C. C. Bonham and G. Ejeta. 2003. Genotypic variation for glycinebetaine in sorghum. Crop Sci. 43: 162-169.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]

Effects of mycorhizal symbiosis, application of super absorbant gel, glycine-betain and sugar beet extract on physiological traits and seed yield of castor bean (*Ricinus communis* L.) in drought stress conditions

Hadi, H.[1] and A. Kalantar[2]

ABSTRACT

Hadi, H. and A. Kalantar. 2015. Effects of mycorhizal symbiosis, application of super absorbant gel, glycine-betain and sugar beet extract on physiological traits and seed yield of castor bean (*Ricinus communis* L.) in drought stress conditions**. Iranian Journal of Crop Sciences. 17(3): 236-250. (In Persian).**

To study the effect of mychorizha, glysin betaein and sugar beet extract on some physiological and biochemical parameters of castor bean as a second crop under drought stress conditions, a split plot arrangement in randomized complete block design with three replications was carried out in the Agricultural Research Station of Oshnaviya, West Azarbijan, Iran, in 2012 and 2013. Drought stress applied at four levels (irrigation after soil moisture reached to 80%, 70%, 60% and 50% of field capacity) were as assigned to the main plots and foliar application with glycine betaine (50 mM), sugar beet extract (100%) and water (control) and the use of super absorbent gel A200 (225 $kg.ha^{-1}$) and inoculation with mycorrhiza (*Glomus mossea*) were randomized in sub-plots. Foliar application of glycine betaine, sugar beet extract and water were carried out at leaf 10 stage of the plant, and mycorrhiza and super absorbent gel were applied at planting. Mean comparison showed that increasing stress intensity from 80% to 50% of field capacity decreased seed yield by 49%. The highest malondialdehyde content (177.2 nmol.gFW) was achieved in severe water deficit stress with spraying water (control). The highest seed yield (2730 $kg.ha^{-1}$) and the highest activity of APX (117.9 A290.mg protein), CAT (87.1 A240.mg protein) and SOD (46.9 unit.mg protein) enzymes were achieved from foliar application of sugar beet extract. Therefore, at all levels of irrigation, glycine betain and sugar beet extract treatments through induction of tolerance mechanisims increased the activities of antioxidant enzymes and thus increased seed yield compared to control due to decreasing adverse effect of water deficit stress. Therefore, foliar spraying with sugar beet extract can be suggested to alleviate water deficit stress effect in castor bean.

Key words: Antioxidant enzymes, Castor bean, Drought stress, Foliar application and Second crop.

Received: **Accepted:**

1- Assistant prof., University of Urmia, Urmia, Iran. (Corresponding author) (Email: hhadi52@gmail.com)
2- PhD Student University of Urmia, Urmia, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.5.1]