اثر تنش شوری بر عملکرد دانه و روغن، میزان کلروفیل و پرولین در سه توده محلی کرچک (*Ricinus communis* L.) در شرایط کنترل شده

سیده فاطمه عطار[۱]، عبدالرحمان محمدخانی[۱*] و سعداله هوشمند[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۳)

چکیده

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر درصد و عملکرد روغن، عملکرد دانه و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی سه توده گیاه کرچک (*Ricinus communis* L.) در دانشگاه شهرکرد به اجرا در آمد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح شوری با استفاده از کلرید سدیم (۱/۲ (شاهد)، ۲، ۲/۶، ۳/۸ و ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر عصاره اشباع خاک) به‌عنوان فاکتور اول و سه توده محلی کرچک (شیراز، کرمان و ارومیه) به‌عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن، میزان کلروفیل کل، a و b و هم‌چنین میزان پرولین اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری بر عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن، پرولین، کلروفیل a و b در سطح احتمال یک درصد و بر میزان کلروفیل کل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. توده‌ها از نظر میزان پرولین، کلروفیل a، b و کلروفیل کل تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که توده ارومیه و کرمان بدون تفاوت معنی‌دار پرولین بیشتری در مقایسه با توده شیراز دارا بودند. به‌طورکلی با افزایش سطوح شوری، میزان پرولین افزایش، ولی میزان کلروفیل a، b و کل کاهش یافت. در سطوح پایین شوری بیشترین عملکرد دانه و روغن مربوط به توده شیراز بود ولی با افزایش شوری، این توده بیشتر تحت تأثیر منفی قرار گرفت و عملکرد دانه و روغن آن از دو توده دیگر کمتر شد. اگرچه در این زمینه مطالعه بیشتری نیاز است ولی به‌نظر می‌رسد که برای شرایط غیر شور توده شیراز، ولی برای مناطق با آب و یا خاک شور، توده کرمان قابل توصیه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: شوری، روغن، کرچک، کلروفیل، پرولین

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mkhani7@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]

مقدمه

شوری از جمله تنش‌های غیر زیستی محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در بسیاری از مناطق دنیا می‌باشد. شوری با تأثیر بر بیشتر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی، رشد و نمو گیاه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۱۳). با توجه به گستردگی خاک‌های شور در ایران، شناخت و دستیابی به ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری از اهمیت زیادی برخوردار است.

گیاه کرچک با نام علمی *Ricinus communis* متعلق به تیره فرفیون (*Euphorbiaceae*) از چند هزار سال پیش به‌دلیل خواص دارویی و کاربرد صنعتی، آرایشی و بهداشتی، از اهمیت زیادی برخوردار است (۲۰). مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده دانه کرچک روغن آن است که در ارقام تجاری مقدار آن بین ۴۰ تا ۵۰ درصد متغیر می‌باشد (۲۷). مواد مؤثره این گیاه از با ارزش‌ترین مواد مسهل و ملین در پزشکی است (۲۸). اگر چه میزان روغن کرچک تحت کنترل ژنوتیپ گیاه قرار دارد، اما تنش‌های محیطی از جمله خشکی و شوری از طریق تأثیر بر دانه و ذخیره روغن در آن، درصد و عملکرد روغن را به‌شدت تحت‌تأثیر قرار می‌دهند (۲۴ و ۴۲). در پژوهشی آستانه تحمل کرچک از نظر سبز شدن بذر و استقرار گیاهچه ۷/۱ دسی‌زیمنس بر متر تعیین شده است ولی بین ارقام مختلف از این نظر تفاوت وجود دارد (۴۴). از طرفی به‌منظور تولید اقتصادی، کشت کرچک در خاک‌های با هدایت الکتریکی عصاره اشباع بیش از ۴ دسی‌زیمنس بر متر توصیه نمی‌شود زیرا کرچک جزو گیاهان نیمه متحمل (۲۳) و در مواردی حساس (۱۶) در برابر شوری طبقه بندی شده است.

فتوسنتز از جمله فرآیندهای فیزیولوژیکی است که شدت آن تحت تأثیر شرایط تنش کاهش می‌یابد (۱۴). در مطالعه‌ای بر روی گیاه دارویی کرچک (۴۴) نشان داده شد که سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای تا ۶۶ درصد و میزان کلروفیل تا ۲۴ درصد کاهش یافته است. افزایش شوری محیط، میزان تبادل دی‌اکسیدکربن را در کرچک (۳۲) کاهش داد، درحالی‌که میزان فتوسنتز در برنج در اثر شوری محیط افزایش پیدا کرده است (۱). افزایش مقدار کلروفیل در اثر تنش‌های ملایم را به افزایش وزن مخصوص برگ نسبت داده‌اند (۴۰). کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم تأثیر گذار در میزان ظرفیت فتوسنتزی گیاه به‌شمار می‌رود. افزایش درجه شوری موجب کاهش کارایی برگ‌ها در انجام فتوسنتز و تشدید صدمات تنش می‌گردد، لذا کاهش شاخص‌های رویشی را می‌توان به کاهش میزان مواد فتوسنتزی برای تأمین رشد سبزینه ای نسبت داد (۳۴). محتوای کلروفیل برگ به‌عنوان یکی از شاخص‌های تحمل نمک در گیاهان محسوب می شود (۶). تنش شوری باعث تولید اکسیژن فعال شده و کلروفیل‌ها در کلروپلاست تجزیه و ساختارهای تیلاکوئیدی ناپدید می‌گردد (۴۳).

جان‌محمدی و همکاران (۱۸) گیاهان یک ماهه کرچک را به مدت ۱۰ روز درون محلول غذایی حاوی ۰ تا ۲۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم قرار دادند و مشاهده کردند که با افزایش سطوح شوری میزان کلروفیل کاهش، درحالی‌که محتوای پرولین گاهی تا بیش از ۳ برابر افزایش می‌یابد. آنها اعتقاد دارند که تنش شوری سبب تحریک فعالیت کلروفیلاز شده و ضمن تخریب کلروپلاست، مقدار کلروفیل در گیاه کرچک کاهش می‌یابد. عقیده بر این است که دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل در برگ تحت شرایط تنش از جمله شاخص های فیزیولوژیک مقاومت به تنش است (۳۰). از طرف دیگر به هنگام تنش شوری، رقابت و پیشی گرفتن آنزیم گلوتامین کیناز از آنزیم گلوتامات کیناز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل) باعث می شود که پیش ساز گلوتامات به مصرف پرولین برسد، بنابراین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می شود (۲۱). افزایش غلظت یون‌های سمی از جمله سدیم در بافت برگ، موجب تخریب کلروفیل (۱)، اختلال در فعالیت آنزیم‌ها، تغییر الگوی توزیع کربوهیدرات‌ها و تولید متابولیت‌هایی نظیر پرولین در گیاه می‌گردد (۳۹). محتوای کلروفیل و کارتنوئید تحت تنش شوری کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که برگ‌ها پیر و نکروزه شده و با ادامه شوری از گیاه می‌ریزند (۲۹).

تغییر در میزان اسیدآمینه پرولین تحت‌تأثیر تنش‌های شوری

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]

و خشکی، در بسیاری از گیاهان به اثبات رسیده است، با این حال هنوز رابطه نزدیک و کاملاً مشخصی بین میزان پرولین و مقاومت به این تنش‌ها در همه گیاهان گزارش نشده است (۳۶). در پژوهشی افزایش غلظت کلرید سدیم (۰/۳ تا ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک) باعث کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی بذر، شاخص‌های رویشی و محتوای نسبی آب بافت کرچک گردید درحالی‌که میزان پرولین افزایش یافت. در آزمایش مزبور افزایش کلسیم به محیط کشت، ضمن کاهش اثرات سوء شوری، تغییر غلظت پرولین اندام‌های مختلف را کاهش داد (۱۹). در شرایط تنش خشکی و شوری، پرولین در تطابق اسمزی و کاهش اتلاف آب باعث حفظ آماس سلول‌ها می‌شود (۳ و ۸). احتمالاً پرولین با جلوگیری از تجزیه ماکرومولکول‌هایی نظیر پروتئین و هیدروکسی پرولین، در سنتز دیواره سلول نقش دارد (۲۶). رفعت و همکاران (۳۶) اثر تنش شوری را روی رشد، محتوای روغن و آلکالوئید ریسین در گیاه کرچک مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که کلرید سدیم باعث کاهش قابل توجه این شاخص‌ها می‌شود. در پژوهشی با افزایش شوری، درصد روغن ارقام مختلف کلزا کاهش یافته است (۳۴). در حالی که فرانکوئیس و کلیمن (۱۱) تغییری در درصد روغن استحصال شده از دانه کلزا بر اثر شوری مشاهده نکردند.

از آنجا که شوری خاک و آب در بسیاری از موارد ویژگی‌های متابولیکی، آناتومیکی، مرفولوژیکی و در نهایت راندمان گیاهان را تحت‌تأثیر قرار می دهد، بنابراین در این پژوهش اثر تنش شوری ناشی از کلرید سدیم بر عملکرد دانه و روغن و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک کرچک مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر پنج سطح شوری ۱/۲ (شاهد)، ۲، ۲/۶، ۳/۸ و ۴/۸ دسی‌زیمنس عصاره اشباع خاک ناشی از شوری کلرید سدیم روی سه توده کرچک از مناطق ارومیه، شیراز و کرمان با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در تابستان ۱۳۹۰ در محل گلخانه پژوهشی دانشگاه شهرکرد انجام شد. برای اجرای این آزمایش، بذرهای هر سه رقم کرچک در گلدان‌های پلاستیکی با حجم ۱۰ لیتر کاشته شدند. سپس، بوته‌ها تنک گردید و نهایتاً در داخل هر گلدان یک بوته نگهداری شد. وقتی بوته‌ها چهار برگی شدند، تیمارهای شوری با کلرید سدیم اعمال گردید. بدین ترتیب طی دو مرحله، هر بار نیمی از مقادیر مورد نظر نمک کلرید سدیم (در مجموع ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم محیط کشت) در نیم لیتر آب حل شد و به هر گلدان اضافه گردید. گلدان‌ها دارای زهکش و زیر گلدانی بودند و محلول خارج شده از ته گلدان‌ها به داخل گلدان بازگردانده می‌شد. به‌منظور جلوگیری از تجمع بیش از حد املاح موجود در آب آبیاری، هر ماه یکبار محیط کشت آب‌شویی شده و مجدداً تیمارها اعمال می‌گردید. گیاهان بعد از اعمال تیمارها، تا پایان آزمایش با آب دارای هدایت الکتریکی ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری گردید. EC عصاره اشباع خاک در سه مرحله: بلافاصله پس از اعمال تیمارها، اواسط دوره رشد و در پایان آزمایش تعیین گردید و میانگین آن به عنوان تیمارهای شوری در نظر گرفته شد. حدود ۱۲ هفته پس از اعمال تنش، میزان اسیدآمینه پرولین و انواع کلروفیل اندازه‌گیری شد. در پایان دوره رشد عملکرد دانه و درصد و عملکرد روغن در هر بوته نیز تعیین گردید.

عملکرد دانه و روغن: در پایان آزمایش وزن دانه در هر بوته تعیین شد و با توجه به درصد روغن دانه‌ها، وزن روغن در هر بوته محاسبه گردید. استخراج روغن دانه‌ها با استفاده از دستگاه سوکسله صورت گرفت (۱۲).

تعیین غلظت پرولین: ۰/۵ گرم برگ تازه همراه با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و قسمت بالای محلول جدا گردید. عمل استخراج دو بار دیگر و هر بار با ۵ میلی‌لیتر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]

اتانول ۷۰ درصد تکرار شد. محلول به‌دست‌آمده ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت و سپس بخش مایع برای استخراج پرولین استفاده شد. برای تعیین غلظت پرولین، یک میلی‌لیتر از عصاره با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق و ۵ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین به آن اضافه شد. سپس، ۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال به آن اضافه و هم‌زدن به‌مدت ۴۵ دقیقه در حمام آب جوش صورت گرفت. پس از خنک شدن نمونه‌ها، ۱۰ میلی‌لیتر بنزن به آنها اضافه شد و با همزن مکانیکی مخلوط شدند تا پرولین وارد فاز بنزن گردد. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه به حال سکون قرار گرفت و سپس منحنی کالیبراسیون با استفاده از ال-پرولین به‌عنوان استاندارد تهیه گردید و میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد (۱۷).

اندازه‌گیری کلروفیل: برای سنجش کلروفیل از برگ‌های سوم و چهارم انتهایی هر گیاه به عنوان جوان‌ترین برگ‌های فتوسنتز کننده، استفاده شد. برای این منظور، ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ را با استون ۸۰ درصد به تدریج سائیده تا کلروفیل وارد محلول استونی شود و در نهایت حجم محلول با استون ۸۰ درصد به ۱۵ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول حاصل به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۴۸۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس جذب نوری محلول رویی در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۷۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (مدل D ۶۳۲۰) اندازه‌گیری شد. از روابط زیر برای محاسبه مقدار کلروفیل a، b، a+b (برحسب میلی‌گرم در گرم بافت تازه برگ) استفاده گردید(۲۲).

[فرمول ۱]

$$Chl.a(mg.g^{-1}) = [(12.7*Abs_{663})-(2.6*Abs_{645})] * V/W$$

[فرمول ۲]

$$Chl.b(mg.g^{-1}) = [(22.9*Abs_{645})-(4.68*Abs_{663})] * V/W$$

[فرمول ۳]

$$Chl.total(mg.g^{-1}) = Chl.a + Chl.$$

V = حجم استون استفاده شده بر حسب میلی‌لیتر

W = وزن تازه برگ مورد استفاده بر حسب گرم

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه گردید و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD مورد مقایسه قرار گرفت. هم‌چنین در رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر تنش شوری، بر عملکرد روغن، پرولین و کلروفیل کل، a و b در برگ گیاه کرچک معنی‌دار بود. اثر توده بر کلیه ویژگی‌های مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. اثر متقابل توده در شوری بر عملکرد دانه، روغن و کلروفیل a معنی‌دار نگردید ولی بر کلروفیل کل، b و پرولین برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱).

عملکرد دانه: آزمون مقایسه میانگین (جدول ۲) حاکی از آن است که با افزایش سطوح شوری، عملکرد دانه کاهش می‌یابد. در مجموع عملکرد دانه در توده‌های ارومیه، شیراز و کرمان به ترتیب ۱۵/۹، ۳۵/۶ و ۲۳/۵ گرم در بوته بوده است (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان می‌دهد که عملکرد دانه تیمار شاهد در توده شیراز بیشترین میزان را دارد و توده ارومیه در تمام سطوح شوری به‌جز تیمار ۴/۸ دسی‌زیمنس، با اختلاف معنی‌داری کمترین میزان را داشته است. همان‌طور که در شکل(۱) مشاهده می‌شود عملکرد دانه در توده کرمان کمتر از دو توده دیگر تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفته است.

نتایج این تحقیق با نتایج زمانی و همکاران (۴۲) در ارقام پاییزه کلزا مطابقت دارد. علت کاهش تعداد دانه در گل‌آذین در اثر شوری، می‌تواند ناشی از تأثیر نمک در مرحله پر شدن دانه باشد. به این معنی که گل‌های موجود در هر گل‌آذین به‌علت کمبود عناصر غذایی ناشی از تنش شوری تکامل نیافته و دانه‌ها یا پر نمی‌شوند و یا کوچک می‌مانند (۲۵). پژوهشگران گزارش کرده‌اند که تنش شوری رقابت بین دانه‌ها و سایر اندام‌های گیاه را تشدید کرده و در نتیجه سبب کاهش انرژی موجود برای باروری و پر شدن دانه‌ها شده که این مسأله افزایش سقط بذر

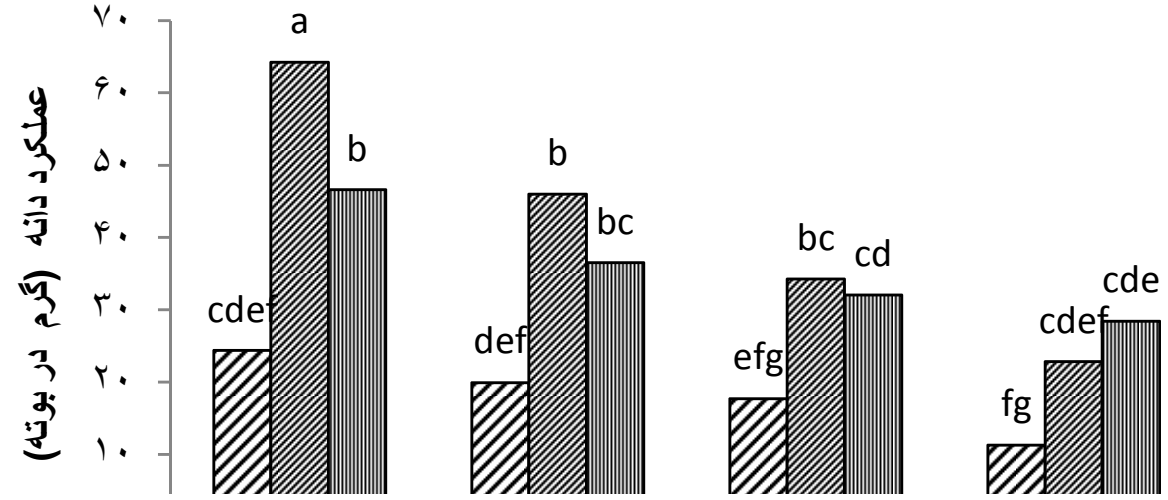
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]

جدول۱. نتایج تجریه واریانس عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، پرولین و کلروفیل کل، a و b در گیاه کرچک

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	پرولین	کلروفیل کل	کلروفیل a	کلروفیل b
تکرار	۲	۱۵/۲^{ns}	۴/۳۸^{ns}	۳/۲۱^{ns}	۱۲/۳۹**	۲/۳۲^{ns}	۱/۱۸^{ns}	۰/۳۵^{ns}
شوری	۴	۱۳۲۲**	۳۵۶**	۲۳۱**	۳۱۴/۷۵**	۵۳۱*	۱۱۹**	۱۴۷**
توده	۲	۱۷۶۵**	۵۹/۵**	۱۸۵*	۵۷/۸۹**	۱۱۵۸**	۱۱/۴۱**	۱۳۵۳**
توده × شوری	۸	۸/۶۱^{ns}	۱/۰۷^{ns}	۰/۹۴۶^{ns}	۳/۴۱**	۲۲/۵**	۰/۴۱۹^{ns}	۲۵/۸**
خطا	۲۸	۵۲/۹	۱/۷۱	۸/۶۶	۰/۵۰	۲/۳۹	۱/۲۵	۱/۳۲
ضریب تغییرات(٪)		۲۰/۱۲	۵/۰۸	۲۶/۶۷	۶/۸۱	۵/۲۳	۶/۶۳	۹/۰۰۴

ns : فاقد اختلاف معنی‌دار، * و ** : به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری در توده بر عملکرد دانه

را به‌همراه دارد، در نهایت تعداد دانه و وزن آن کاهش می‌یابد (۹). در سطوح بالای شوری، اثرات سمی یون‌ها باعث کاهش تعداد دانه در گل‌آذین و در نتیجه کاهش عملکرد گیاه می‌شود.

درصد و عملکرد روغن: آزمون مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) بیانگر آن است که تنش شوری باعث کاهش درصد روغن در گیاه کرچک شده است.

آزمون مقایسه میانگین توده نیز (جدول ۳) نشان می‌دهد که توده ارومیه کمترین درصد روغن را نسبت به دو توده دیگر دارد. مقایسه میانگین اثر متقابل توده در سطوح شوری (شکل ۱) بر درصد روغن، بیانگر آن است که با افزایش سطوح شوری، میزان روغن دانه در هر سه توده کاهش می‌یابد. در تیمارهای ۱/۲ و ۳/۸ دسی‌زیمنس اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر درصد روغن وجود ندارد. در مجموع در تمام سطوح شوری، کمترین درصد روغن مربوط به توده ارومیه است. مقایسه میانگین عملکرد روغن (شکل ۲) نیز نشان می‌دهد که در تیمار شاهد توده شیراز بیشترین میزان را دارد. با افزایش غلظت کلرید سدیم، عملکرد روغن به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. با اعمال تنش شوری، اختلاف معنی‌داری بین عملکرد روغن توده‌های شیراز و کرمان به چشم نمی‌خورد ولی کاهش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]

روغن در توده ارومیه محسوس‌تر است (شکل ۳).

به‌طورکلی نتایج این آزمایش حاکی از آن است که عملکرد دانه توده کرمان در سطوح بالای شوری بیش از شیراز (این توده در سطوح پایین شوری، بیشترین عملکرد را داشته است) می‌باشد. به‌نظر می‌رسد که توده شیراز برای شرایط غیر شور مناسب‌تر است ولی برای خاک و شرایط شور بهتر است توده کرمان مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج این تحقیق با نتایج برخی محققان در ارتباط با اثر تنش شوری بر روغن کلزا (۳۵) و سویا (۴ و ۳۳) مطابقت و با نتایج فرانکوئیس (۱۰) روی کلزا مغایرت دارد. نتایج گزارش شده بیانگر آن است که قطع آبیاری و تنش خشکی باعث کاهش درصد روغن دانه می‌شود (۱۵، ۳۱ و ۴۱). در آزمایشی تنش شوری ضمن کاهش رشد، محتوای روغن و آلکالوئید ریسین در گیاه کرچک، کاهش قابل توجهی داشته است (۳۶). در مواردی یک همبستگی منفی بین میزان روغن و پروتئین، تحت‌تأثیر تنش‌های شوری و خشکی در سویا (۴) و کلزا (۴۱) گزارش شده است. از آنجایی که عملکرد روغن تابع عملکرد دانه و درصد روغن می‌باشد و در این پژوهش تنش شوری باعث کاهش این دو شاخص شده است، بنابراین کاهش عملکرد روغن تحت‌تأثیر شوری نیز طبیعی به‌نظر می‌رسد.

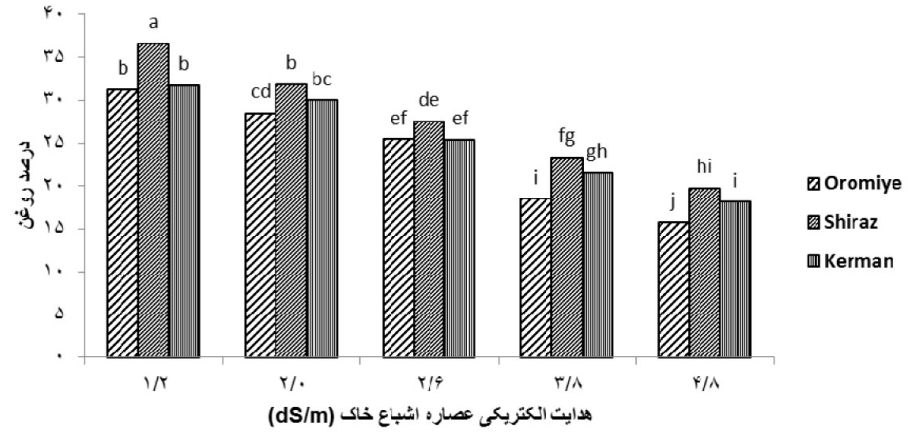
کلروفیل: آزمون مقایسه میانگین‌ها (جدول۲) نشان می‌دهد که با افزایش سطوح شوری، مقادیر هر سه نوع کلروفیل سیر نزولی داشته‌اند. نتایج مقایسه میانگین توده‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر توده بر انواع کلروفیل کلروفیل کل، a و b در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. توده ارومیه از نظر کلروفیل a و کل، بیشترین و از نظر کلروفیل b، کمترین میزان را به خود اختصاص داده است. در تیمار ۴/۸ دسی‌زیمنس، کمترین میزان کلروفیل a وجود دارد و توده‌ها در این سطح شوری اختلاف معنی‌داری ندارند (شکل ۴). مقایسه میانگین‌ها (شکل ۵) نشان می‌دهد میزان کلروفیل b توده‌ها در تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. با افزایش غلظت کلرید سدیم، کلروفیل b کاهش می‌یابد به‌طوری‌که در تیمار ۴/۸ دسی‌زیمنس شوری کمترین میزان مربوط به رقم شیراز است که با ارومیه اختلاف معنی‌داری ندارد ولی با رقم کرمان اختلاف معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری در توده (شکل ۶) بر کلروفیل کل، حاکی از آن است که کلروفیل کل در تیمار شاهد برای هر سه توده مورد مطالعه در یک محدوده می‌باشد و هیچ اختلاف معنی‌داری بین ارقام وجود ندارد. با افزایش غلظت کلرید سدیم، کلروفیل کل روند کاهشی را نشان می‌دهد و توده‌ها در هریک از سطوح شوری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

محتوای کلروفیل برگ به‌عنوان یکی از پارامترهای تحمل نمک در گیاهان محسوب می‌شود (۶). صالح و مفتون (۳۸) به کاهش مقدار کلروفیل برگ گیاه برنج با افزایش تیمار کلرید سدیم اشاره کرده‌اند. تنش شوری موجب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در کلروپلاست شده و تخریب مولکول کلروفیل و غشاء کلروپلاست را در پی دارد که خود منجر به کاهش فتوسنتز و رشد می‌گردد. تخریب مولکول‌های کلروفیل توسط گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابد. هم‌چنین تخریب مولکول کلروفیل به وسیله جداشدن زنجیره فیتولی از حلقه پورفرین در اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا آنزیم کلروفیلاز صورت می‌گیرد (۴۳). در گیاهان حساس تجلی ژن‌های کد کننده آنزیم کلروفیلاز افزایش می‌یابد (۵).

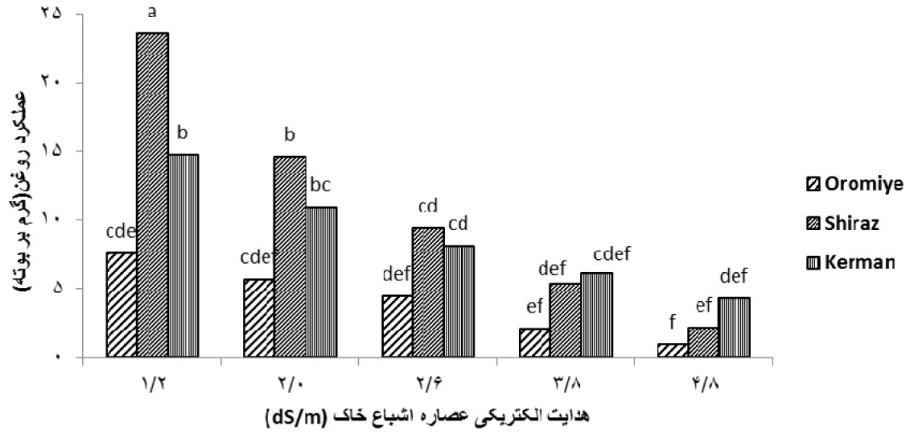
یکی از دلایل کاهش مقدار کلروفیل را می‌توان چنین توجیه کرد که کلروپلاست محل اصلی سنتز پرولین است. از آنجا که اسید گلوتامیک ماده لازم برای سنتز کلروفیل و پرولین است لذا این امکان وجود دارد که کلرید سدیم، اسید گلوتامیک را در جهت سنتز بیشتر پرولین در اندام‌های هوایی پیش ببرد. کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان ظرفیت فتوسنتزی گیاه به‌شمار می‌رود. افزایش درجه شوری موجب کارایی ضعیف برگ‌ها در انجام فتوسنتز و تشدید صدمات تنش شده و کاهش پارامترهای رویشی و زایشی را به همراه خواهد داشت (۳۴). در این آزمایش خسارت بیشتر توده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

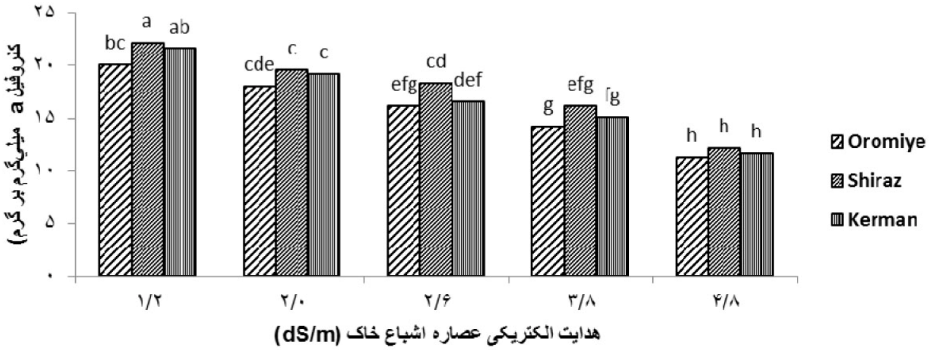
[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل توده در سطوح شوری بر درصد روغن. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشند.



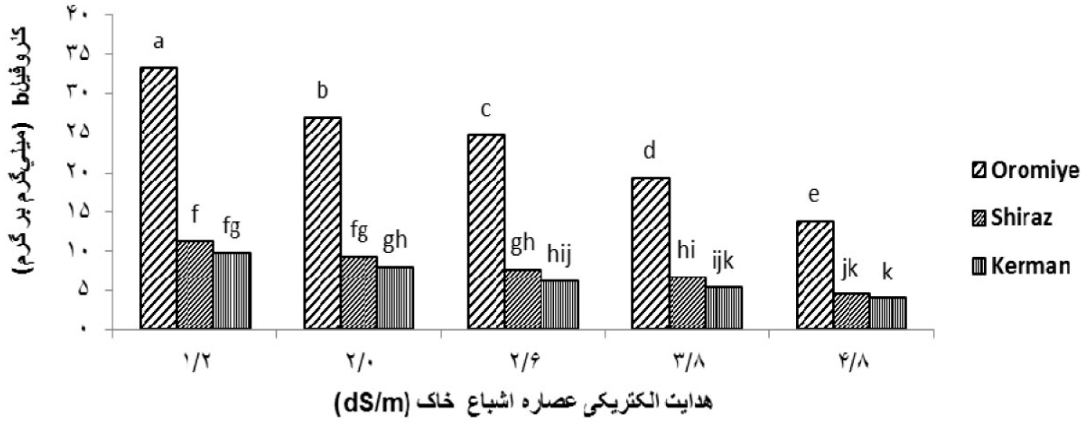
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری در توده بر عملکرد روغن. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشند.



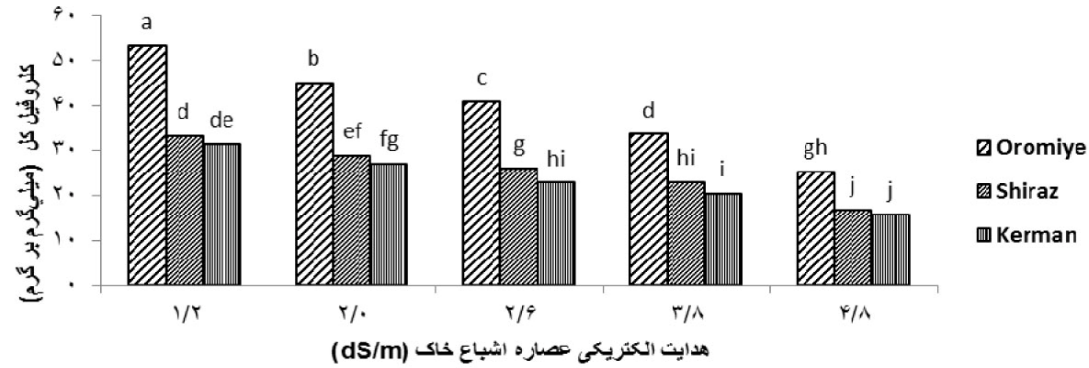
شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری در رقم بر میزان کلروفیل a. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری در رقم بر میزان کلروفیل b. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشند.



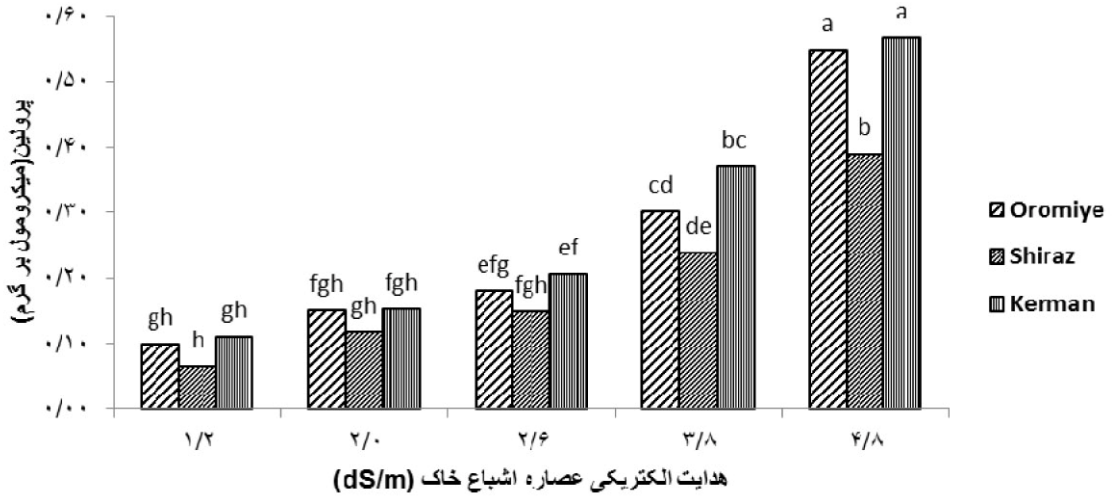
شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری در رقم بر می‌زان کلروفیل کل. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشند.

شیراز در سطوح بالای شوری را می‌توان به عدم سنتز و یا تخریب کلروفیل نسبت داد.

پرولین: نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۱) نشان می‌دهد که تنش شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان پرولین داشت. آزمون مقایسه میانگین‌ها (جدول۲) نشان می‌دهد که با افزایش سطوح شوری در هر سه توده غلظت پرولین سیر صعودی داشته است. با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) اثر توده بر میزان پرولین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. آزمون مقایسه میانگین توده‌ها (جدول۳) نشان می‌دهد که توده شیراز کمترین میزان پرولین را به خود اختصاص داده است و بیشترین میزان پرولین مربوط به توده کرمان است. همان‌طورکه اشاره شد علی‌رغم این‌که توده شیراز در سطوح پایین شوری، عملکرد دانه و روغن بیشتری داشته است ولی با افزایش شوری توده کرمان از آن پیشی گرفته است. اشاره شد که توده کرمان بهتر از دو توده دیگر شوری را تحمل کرده است. حال با توجه به افزایش بیشتر پرولین در بافت توده کرمان، مکانیسم مقاومت بهتر آن را می‌توان به نقش پرولین نسبت داد. پرولین یک اسیدآمینه کلیدی است که در هنگام تنش شوری به جهت تنظیم اسمزی، حفظ ساختار پروتئین‌ها و از بین بردن رادیکال‌های آزاد در گیاه، مقدار آن به بالاترین مقدار خود می‌رسد و از اثرات مخرب تنش بر گیاهان می‌کاهد (۲۴). در انواع مختلف گیاه کلزا با افزایش میزان شوری تجمع پرولین در گیاه افزایش یافت (۱۳). از آنجا که پرولین یکی از تنظیم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری در رقم بر میزان پرولین. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشند.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر کلرید سدیم بر عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، پرولین، کلروفیل کل، کلروفیل a و b در سه توده کرچک

سطح شوری (dS/m)	عملکرد دانه (گرم در بوته)	درصد روغن	عملکرد روغن (گرم در بوته)	پرولین (µmol/g)	کلروفیل کل (mg/g)	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)
۱/۲	۴۵/۹ a	۳۳/۳ a	۱۵/۴ a	۴/۳۵ e	۳۹/۴ a	۲۱/۳ a	۱۸/۱ a
۲	۳۴/۲ b	۳۰/۱ b	۱۰/۴ b	۶/۰۷ d	۳۳/۷ b	۱۸/۹ b	۱۴/۸ b
۲/۶	۲۸/۱ b	۲۶/۲ c	۷/۳۷ c	۹/۱۶ c	۲۹/۹ c	۱۷/۱ c	۱۲/۹ c
۳/۸	۲۰/۸ c	۲۱/۲ d	۴/۵۳ cd	۱۳/۷۹ b	۲۵/۷ d	۱۵/۲ d	۱۰/۵ d
۴/۸	۱۳/۱ d	۱۷/۹ e	۲/۴۸ d	۱۸/۸۲ a	۱۹/۲ e	۱۱/۷ e	۷/۴۸ e

حروف غیر یکسان مبین وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD است.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر توده بر عملکرد دانه و روغن، درصد روغن، میزان پرولین و کلروفیل در سه توده کرچک

توده کرچک	عملکرد دانه (گرم در بوته)	درصد روغن	عملکرد روغن (گرم در بوته)	پرولین (µmol/g)	کلروفیل کل (mg/g)	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)
ارومیه	۱۵/۹ b	۲۳/۹ c	۴/۱۸ b	۱۱/۱۸ b	۳۶/۶ a	۱۶/۰ c	۲۳/۷ a
شیراز	۳۵/۶ a	۲۷/۸ a	۱۱/۰۴ a	۸/۱۹ c	۲۵/۶ b	۱۷/۷ a	۷/۹ b
کرمان	۳۳/۵ a	۲۵/۴ b	۸/۸۹ a	۱۱/۹۰ a	۲۳/۵ c	۱۶/۸ b	۶/۷ c

حروف غیر یکسان مبین وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD است.

کننده‌های اسمزی است موجب سازش سلول‌های گیاهی برای زنده ماندن در شرایط تنش‌زا می‌شود و در این شرایط از آنزیم‌ها و پروتئین‌های غشایی در برابر تغییرات ساختاری حفاظت می‌کند. افزایش مقدار پرولین ناشی از افزایش مقدار کلرید سدیم را می‌توان چنین توجیه کرد که آنزیم‌های مسیر گلوتامات تحت تنش کلرید سدیم فعال شده و سنتز پرولین افزایش می‌یابد (۷) زیرا کلرید سدیم موجب تحریک ژن‌های سنتز کننده این آنزیم‌ها می‌شود. گزارش شده که پرولین مانند

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]

یک مولکول تنظیمی و علامت دهنده می‌تواند منجر به مقاومت بیشتر گیاه در معرض استرس شوری بیفزاید (۲۲). اشرف (۲) در مطالعات خود روی ارقامی از گیاهان تیره نخود به این نتیجه رسید که ارقام متحمل‌تر مقادیر بیشتری پرولین را در برگ‌های خود تجمع می‌کنند. افزایش پرولین در گیاهان تحت تنش شوری در واقع نوعی واکنش از طرف گیاه به کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه است.

پرولین با کاهش پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه، شرایط لازم برای جذب آب و عناصر غذایی را فراهم می‌کند (۳). کولش‌رشتا و همکاران (۲۱) گزارش کردند که در برگ‌های بالغ تحت شرایط کمبود آب، تجزیه پروتئین‌ها باعث کاهش غلظت آن‌ها و در نتیجه افزایش اسیدهای آمینه آزاد از جمله پرولین می‌شود. تجمع پرولین بیشتر به تداوم بقاء و رشد گیاه تا پایان دوره حیات کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری

به‌نظر می‌رسد ژنوتیپ‌هایی از کرچک که بتوانند در شرایط تنش شوری ضمن حفظ کلروفیل خود، میزان پرولین بیشتری تولید و ذخیره نمایند (مانند توده کرمان)، تنش را بهتر تحمل خواهند نمود. بر اساس نتایج این آزمایش در سطوح پایین شوری، توده شیراز ولی در سطوح بالای شوری، توده کرمان بیشترین عمکرد دانه و روغن را به خود اختصاص داده‌اند. اگر چه در این زمینه مطالعه بیشتری نیاز است ولی به‌نظر می‌رسد که برای شرایط غیر شور توده شیراز ولی برای مناطق با آب و یا خاک شور، توده کرمان قابل توصیه می‌باشند.

منابع مورد استفاده

1. Asch, F., M. Dingkuhn and K. Droffing. 2000. Salinity increases Co_2 assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. *Plant and Soil* 218: 1-10.
2. Ashraf, M. 1989. The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of black gram (*Vigna mungo* L.). *Plant and Soil* 199: 205-210.
3. Bates, L. S., R. P. Waldern. and I. D. Teave. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39: 107-205.
4. Behtari, B., K. Ghasemi Golozani, A. Dabagh Mohammadi Nasab, S. Zehtab Salmasi and M. Toorchi. 2005. Effects of water restriction on storage of oil, protein and grain yield in soybean cultivars. MSc. Thesis. Tabriz University. Tabriz, Iran. (In Farsi).
5. Benedetti, C. E. and P. Arruda. 2002. Altering the expression of the chlorophyllase gene ATHCOR1 in transgenic Arabidopsis caused changes in the chlorophyll-to-chlorophyllide ratio. *Plant Physiology* 128: 1255–1263.
6. Bolat, I., C. Kaya, A. Almaca and S. Timucin 2006. Calcium sulfate improve salinity tolerance in rootstock of plum. *Journal of Plant Nutrition* 29: 553-564.
7. Brayan, J. K. 1990. The Biochemistry of Plants. Advances in the Biochemistry of Amino Acid Biosynthesis. Academic Press, New York.
8. Forghani A., N. Khodabandeh and A. Bankesaz. 2010. Responding amounts of chlorophyll a, b, m, and yield of corn (SC704) in light of different levels of plant stress. *Journal of Agricultural Research* 2(1): 29-37. (In Farsi).
9. Francois L. E., C. M. Grieve, E. V. Mass and S. M. Lesch. 1994. Time of salt stress effects growth and yield component of irrigated wheat. *Agronomy Journal* 86: 100-107.
10. Francois E. L. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. *Agronomy Journal* 86: 233-237.
11. Francois, L. E. and R. Kleiman. 1990. Salinity effect on vegetative growth, seed yield and fatty acid composition of crambe. *Agronomy Journal* 82: 1110-1114.
12. Ghodsvali A. and N. Vafaee. 2006. Physical properties of sunflower oil varieties Golestan province. Proceedings of the Fifth Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]

13. Gray B. K. and I. C. Gupta. 1998. Physiology of salt tolerance of arid zone crops. IV. Rapeseed and Indian Mustard. *Current Agriculture* 22(1-2): 1-20.

14. Gusegnova, I. M., S. Y. Suleymanov and J. A. Aliyev. 2006. Protein composition and native state of pigments of thylakoid membrane of Wheat genotypes differently tolerant to water stress. *Biochemistry* 71: 223-228.

15. Heidari, S. H. and M. T. Asad. 1998. Effect of irrigation, nitrogen fertilizer and plant density on yield of sunflower Zarghan Arsanjan Gulf region. Iranian Plant Breeding and Agronomy Congress, Karaj, Iran. (In Farsi).

16. Hoffman, G. J. 2010. Crop Salt Tolerance in the Southern Sacramento-San Joaquin River Delta. Final Report for California Environmental Protection Agency State Water Resources Control Board Divison of Water Rights.

17. Irigoyen, J. J., D. W. Emerich, and M. Sanchez-Diaz. 1992. Water stress induce changes in concentration of proline and total soluble sugar in nodulated alfalfa (*Medicgo sativa*) plants. *Physiologia Plantarum* ***84****:55-60.*

18. Janmohammadi, M., A. Abbasi and N. Sabaghnia. 2012. Influence of NaCl treatments on growth and biochemical parameters of castor bean (*Ricinus communis* L.). *Acta Agriculturae Slovenica* 99(1): 31-40.

19. Joshi, S. V., T. N. Patel, B. I. Pandey and A. N. Pandey. 2012. Effect of supplemental Ca^{2+} on NaCl-stressed castor plants (*Ricinus communis* L.). *Acta Botanica Croatica* 71(1): 13-29.

20. Koutroubas, S. D., D. K. Papakosta and A. Doitsinis. 1999. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. *European Journal of Agronomy* 11: 227–237.

21. Kulshreshtha, S., D. P. Mishra and R. K. Gupta. 1987. Changes in contents of chlorophyll, proteins and lipids in whole chloroplast and chloroplast membrane fractions at different leaf water potentials in drought resistant and sensitive genotypes of wheat. *Photosyntetica* 21(1): 65-70.

22. Li G., Sh.Wan, J. Zhou, Zh.Yang and P. Qin. 2009. Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus commonis* L.) seedlings to salt stress levels. *Industrial Crops and Products* 31(1): 13-19.

23. McCall, W. W. 1980. The Salt Tolerance of Plants. University of Hawaii Cooperative Extension Service Callege of Tropical Agriculture and Human Resources University Hawaii. (General Home Garden Series: No.21).

24. Mirmohammadi Meybodi, S. E. M. and B. Gharehyazi. 2002. Crop Physiology and Breeding Aspects of Salinity. Publications Isfahan University of Technology. (In Farsi).

25. Nabizadeh Marvdast, M. R., M. Kafi and M. H. Rashed Mohasel. 2003. Salinity effects on growth, yield, oil concentration of salts and cumin. *Journal of Agricultural Research* 1(1): 53-60.

26. Nakashima, K., R. Satoh, T. Y. Kiyonsue, K. amaguchi-Shinozaki and K. Shinozak. 1998. A gene encoding proline dehydrogenase is not only induced by proline and hypoosmolanty, but is also developmentally regulated in the reoroductive organs of Arabidopsis. *Plant Physiology* 118: 1233-1241.

27. Naseri F. 1996. Oil seeds. Published Institute Publications Astan Qods Razavi . pp816.

28. Omidbaigi R. and A. Alirezalu. 2011. Effect of sowing location on oil content and fatty acids composition of medicinal Castor bean plant (*Ricinus communis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 26(4): 521-530. (In Farsi).

29. Parida, K. A. and A. B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-349.

30. Passarakli, M. and T. C. Tucker. 1988. Nitrogen–15 of the osmoinduced proline respense of chloride, sodium and pottasium ions uptake by rape leaf discs. *Plant Science* 52: 1673-1676.

31. Patel, N. C. and Z. G. Patel. 1993. Performance of safflower under different irrigation scheduling in sought Gurjarat. *Annals of Agriculture Research* 14: 109-110.

32. Pinheiro H. A., J. V. Silva, L. Endres, V. M. Ferreira, C. A. Camara, F. F. Cabral and B. G. Santos. 2008. Leaf gas exchange, chloroplastic pigments and dry matter accumulation in castor bean (*Ricinus communis L*) seedlings subjected to salt stress conditions. *the Crop Journal* 27: 385-392.

33. Pourmosavi, M., M. Geloie, J. Daneshian, A. Ghanbari and N. Basirani. 2005. Effect of manure on growth and physiological characteristics of soybean crops and drought conditions. MSc. Thesis. Zabol University. Zabol, Iran. (In Farsi).

34. Qasim, M., M. Ashraf, M. Y. Ashraf, S. U. Rehman and E. S. Rha. 2003. Salt–induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. *Biologia of Plantarum* 46(4): 692-632.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]

35. Qasim, M. 2000. Physiological and Biochemical Studies in a potential Oilseed Crop Canola (*Brassica napus L.)* under salinity (NaCl) stress. PhD. Thesis. University of Agriculture. Faisalabad, Pakistan.

36. Refaat, M. A., S. E. Soad and A. Hesham. 2008. Response of salt stressed *Ricinus communis* L. to exogenous application of Glycerol and/or Asparatic acid. *Journal of Biological Sciences* 8(1): 171-175.

37. Rezvani Moghaddam, P., J. Nabati, G. Norozpoor and A. A. Mohamadabadi. 2009. Investigation on morphological characteristics, grain and oil yields of castor bean at different plant densities and irrigation intervals. *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(2):303-313.

38. Saleh, J. 2008. Intractive effects of NaCl levels and zinc sources on the growth and chemical composition of rice. *Journal of Agricultural Science and Technology* 10: 325-336.

39. Sudhir, P. and S. D. S. Murthy. 2004. Effect of salt atress on basic processes of photosynthesis. *Photosynthetica* 42: 481-486.

40. Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, USA.

41. Triboi-Blondel, A. M. and M. Renand. 1999. Effect of temperature and water stress on fatty acid composition of rapeseed oil (*Brassica napus* L.). *Proceeding of the 10th International Repeseed Congress. Austrolia.*

42. Zamani, S., M. T. Nezami, D. Habibi and A. Baiburdi. 2009. Yield and yield components in winter rapeseed Tnshshvry. *Journal of Scientific Research* 8(1): 69-75. (In Farsi).

43. Zhao, G. Q., B. L. Ma and C. Z. Ren. 2007. Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence and ion content of naked oat in response to salinity. *Crop Science* 41: 123-131.

44. Zhou, G., B. L. Ma, C. N. Feng, L. Jianfei and P. Qin. 2010. Determining salinity threshold level for castor bean emergence and stand establishment. *Crop Science*, 50: 2030-2036.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.18.8]