اثرات تنش شوری بر جوانه زنی، رشد رویشی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام کلزای پائیزه

محدثه شمس الدین سعید، حسن فرح بخش و علی اکبر مقصودی مود[1]

چکیده

به منظور مطالعه آثار تنش شوری بر جوانه زنی، رشد رویشی و برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام کلزا، آزمایشی در سال ۱۳۸۳ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان در دو مرحله جوانه زنی و رشد رویشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام گرفت. ترکیبات تیماری شامل سطوح سه واریته (کبرا × رجنت، سرز و اکاپی)، دو نوع نمک (کلرید سدیم و کلرید کلسیم) و چهار سطح شوری (۱۲ ،۸ ، ۴ و ۰ دسی زیمنس بر متر) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف شوری اثر بسیار معنی‌داری را بر درصد جوانه زنی، یک‌نواختی جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و طول ساقه چه در پایان مرحله جوانه زنی و وزن خشک ساقه، طول ساقه، قطر ساقه و تعداد گره در ساقه در مرحله رشد رویشی داشتند (P<۰/۰۰۱) ولی بین دو نوع نمک در هیچ یک از صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. با افزایش شوری کلیه صفات مذکور کاهش یافتند به گونه‌ای که بالاترین میزان هر یک از صفات متعلق به تیمار شاهد و کمترین آن متعلق به تیمار dS/m ۱۲ بود و تنها نشت یونی غشا با افزایش غلظت نمک به طور معنی‌داری افزایش یافت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد در مرحله جوانه زنی، درصد جوانه زنی و یک‌نواختی جوانه زنی و در مرحله رشد رویشی تعداد گره نسبت به سایر صفات کمتر تحت تأثیر شوری قرار گرفتند و تنها با افزایش شوری به dS/m ۱۲ کاهش معنی‌داری را نشان دادند. هم‌چنین اختلافاتی بین ارقام از نظر کلیه صفات مورد مطالعه (به استثنای نشت یونی غشا) ملاحظه شد (P<۰/۰۰۱). با این وجود مقایسه میانگین‌ها نشان داد عکس‌العمل ارقام در دو مرحله جوانه زنی و رشد رویشی متفاوت و بدین صورت بود که در مرحله جوانه زنی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه رقم سرز حساس‌ترین و رقم کبرا × رجنت مقاوم‌ترین بودند و اختلاف معنی‌داری بین ارقام اکاپی و کبرا × رجنت وجود نداشت. اما در مرحله رشد رویشی رقم اکاپی نسبت به رقم کبرا × رجنت رشد کمتری داشته و اختلاف معنی‌داری بین این دو رقم مشاهده گردید. بنابراین به نظر می‌رسد که ارزیابی عکس‌العمل صفات رشدی در مرحله جوانه زنی برای تعیین تحمل به شوری ارقام کلزا مؤثر نباشد.

واژه‌های کلیدی: شوری، جوانه زنی، رشد رویشی، نشت یونی غشا، کلروفیل، کلزا

مقدمه

مجموع مناطقی که در جهان تحت تأثیر نمک قرار دارند به طور مداوم در حال افزایش می‌باشند، ولی مطابق برآوردهای انجام شده حدود ۵۰٪ اراضی دنیا که معادل سه برابر مساحت زیر کشت گیاهان زراعی می‌باشد را تشکیل می‌دهند (۱۸).

قدرت یک بذر در جوانه زنی و تولید گیاهچه در شرایط

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]

شور نشانگر این است که آن بذر دارای ظرفیت ژنتیکی لازم برای تحمل به شوری بوده ولی الزاما بدین معنا نیست که گیاهچه‌ای که در شرایط شور شروع به رشد کرده است، رشد خود را در همان شرایط ادامه خواهد داد و گیاه حاصله در تمام مراحل زندگی از چنین تحملی برخوردار خواهد بود. برای مثال برنج و ذرت گیاهانی هستند که در جوانه زنی به شوری مقاوم هستند ولی در مراحل گیاهچه‌ای و گل‌دهی به شوری حساس می‌باشند و چغندرقند و آفتابگردان برعکس، در مراحل بعدی رشد خود متحمل اما در مرحله جوانه زنی به شوری حساس هستند و حتی میزان حساسیت به شوری در ارقام مختلف گیاهان نیز متفاوت می‌باشد (۹). به طور کلی شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه زنی و هم‌چنین کاهش رشد ریشه چه و ساقه‌چه می‌گردد (۱ و ۹). شوری باعث ایجاد اختلال در رشد گیاه و پیری زودرس برگ می‌شود (۱۹، ۲۰ و ۲۴).

کایا (۱۹) اظهار داشت شوری رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بنابراین موجب کاهش وزن خشک و عملکرد گیاه می‌شود. بنابر گزارش‌های موجود شوری سبب کاهش وزن خشک ساقه، ریشه و برگ، تعداد برگ، سطح برگ، طول ساقه، تعداد و طول ساقه‌های فرعی در گندم (۳، ۴، ۷ و ۸)، لوبیا (۲۸)، ذرت (۱۵)، آفتابگردان (۲۷)، توتون (۱۷)، سورگوم (۲۲)، برنج (۲۳، ۲۴ و ۲۸)، کنجد (۲۵)، بادمجان (۱۳)، فلفل (۱۴)، اسفناج (۱۹) و توت فرنگی (۲۰) می‌شود.

درباره تأثیر شوری در مراحل مختلف رشد کلزا نیز مطالعاتی صورت گرفته است. این مطالعات نشان داده‌اند که ظهور گیاهچه و سرعت رشد آن در مراحل بعدی در خاک شور کاهش می‌یابد (۱). فرانکوئیس (۱۶) در مطالعه‌ای روی تأثیر شوری بر رشد، عملکرد دانه و مقدار روغن کلزا نشان داد که با افزایش شوری خاک از ۶ به ۱۱ دسی زیمنس بر متر میزان جوانه زنی از ۷۰ به ۲۰ ٪ کاهش یافت. هم‌چنین او نشان داد که شوری باعث کاهش عملکرد دانه گردید ولی تأثیری بر مقدار روغن استحصال شده از بذر کلزا نداشته است. وی مقدار شوری آب و خاک معادل ۱۰ و ۱۱ دسی زیمنس بر متر را حد آستانه کاهش رشد رویشی و عملکرد بذر گزارش نمود.

پیری برگ در نتیجه کاهش محتوای کلروفیل تحت تأثیر تنش شوری است (۱۹، ۲۰ و ۲۳). کایا و همکارانش (۱۹ و ۲۰) با مقایسه ارقام توت فرنگی و اسفناج چنین دریافتند که شوری غلظت کلروفیل را کاهش می‌دهد. لاتز (۲۴) در آزمایشی روی بوته‌های برنج دریافت که کاهش غلظت کلروفیل در اثر شوری در برگ‌های پیر بیشتر می‌باشد. کومار (۲۱) در بررسی ارقام توت گزارش کرد که در ارقام مقاوم‌تر، کلروفیل کمتر تجزیه می‌گردد. در همین رابطه انفراد و همکاران (۲) در مقایسه ۱۸ رقم کلزا عدم واکنش کلروفیل a و b را در بعضی از ارقام، ناشی از مقاومت متابولیکی گیاه در برابر شوری ارزیابی کردند.

باجی و همکاران (۱۲) بیان داشتند که صدمه ناشی از عوامل تنش زای محیطی نظیر گرما، سرما، خشکی، شوری، محیط اسیدی و مسمومیت ناشی از جذب فلزات سنگین و حتی اثر عوامل زنده تنش زا در مرحله اول روی غشاهای سلولی قابل مشاهده است. در اثر پیری ناشی از تنش شوری، نفوذپذیری غشا نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۹ و ۲۰). لسردا (۲۲) اظهار داشت که تسریع پیری برگ در ژنوتیپ‌های حساس‌تر بیشتر می‌باشد و احتمالاً به برهم خوردن تعادل هورمونی در اثر شوری مربوط می‌شود.

در ایران در سال‌های اخیر کشت و پرورش کلزا مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به وجود مشکل شوری آب و خاک در بیشتر مزارع مناطق خشک این آزمایش با هدف بررسی اثرات تنش شوری ناشی از کلرید سدیم و کلرید کلسیم بر روی جوانه زنی و رشد رویشی ارقام کلزای پائیزه به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

آزمایش جوانه زنی

به منظور ارزیابی واکنش اجزای جوانه زنی (سرعت جوانه زنی، یک‌نواختی جوانه زنی، درصد جوانه زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه) سه رقم کلزای پاییزه (شامل کبرا × رجنت، اکاپی و سرز) به تنش شوری آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۸۳ در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]

آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان پیاده گردید. سطوح شوری به‌کار برده شده شامل ۰، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بوده و دو نوع نمک کلرید سدیم و کلسیم برای دست‌یابی به آنها مورد استفاده قرار گرفتند. بذور مورد استفاده در آزمایش از موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج تهیه گردیدند. پس از انتخاب بذرهای هم اندازه، با هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد ضد عفونی شده و سپس ۳ تا ۵ بار با آب مقطر شسته شدند. تعداد ۲۰ عدد از این بذرها به هر یک از پتری دیش های استریل با قطر ۹ سانتی‌متر که در آنها یک برگ کاغذ خشک کن قرار گرفته بود، منتقل گردید. به هر پتری دیش ۷ میلی‌لیتر آب مقطر یا محلول کلرید سدیم یا کلرید کلسیم با هدایت الکتریکی ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر، بسته به تیمار، افزوده شد. پتری‌ها در اتاقک کشت و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز قرار داده شدند و تعداد بذور جوانه زده هر ۱۲ ساعت یک‌بار تا روز هفتم شمارش گردیدند. بذوری جوانه زده تلقی شدند که طول ریشه چه آنها دو میلی‌متر یا بیشتر بود. روز نهم ۵ عدد از بذرهای جوانه زده را از پتری دیش خارج کرده و اندام هوایی و ریشه هر گیاهچه جهت سنجش پارامترهای مورفولوژیکی از یکدیگر جدا شد. در این مرحله، شاخص‌های طول ساقه چه و ریشه چه اندازه‌گیری شدند. طول ساقه چه، از یقه تا جوانه انتهایی و طول ریشه چه از یقه تا نوک ریشه اصلی بر حسب سانتی متر با خط کش اندازه‌گیری شد. درصد جوانه زنی از رابطه ۱ محاسبه گردید

$$\%G = n / N \times ۱۰۰ \qquad [۱]$$

که در آن G درصد جوانه زنی، n تعداد نهایی بذرهای جوانه زده و N تعداد بذرهای کشت شده می‌باشد و یک‌نواختی جوانه زنی به صورت مدت زمان لازم برای این که جوانه زنی از ۱۰ درصد به ۹۰ درصد برسد و با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید

$$GH = D_{۱۰} - D_{۹۰} \qquad [۲]$$

که در آن GH یک‌نواختی جوانه زنی، D_{10} و D_{90} به ترتیب عبارت‌اند از مدت زمان (ساعت) از کاشت تا زمانی که درصد جوانه زنی تجمعی به ۱۰ و ۹۰ درصد حداکثر خود برسد (۵).

یک‌نواختی جوانه زنی که به صورت فوق محاسبه می‌شود، یک عدد منفی است که مقادیر پایین آن حاکی از یک‌نواختی کمتر و مقادیر بالای آن حاکی از یکنواختی بیشتر جوانه زنی هستند.

سرعت جوانه زنی بر حسب جوانه زنی نسبی در ۱۲ ساعت از رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$GR = x_۱/y_۱ + (x_۲-x_۱)/y_۲ + \ldots + (xn-x_{n-۱})/y_n \qquad [۳]$$

که در آن GR سرعت جوانه زنی، x_1 تا x_n درصد بذور جوانه زده در شمارش یکم تا n ام و y_n زمان از ابتدای کاشت تا شمارش n ام بر حسب ساعت است (۸).

آزمایش گلدانی

بذرهای مورد استفاده در آزمایش گلدانی پس از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد، ۳ تا ۵ بار با آب مقطر شسته و درون گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر که حاوی ۱۴ کیلوگرم خاک خشک بودند، در دهه دوم مهر ماه سال ۱۳۸۳ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان و در عمق ۱/۵ سانتی‌متری کشت گردیدند. خاک مورد استفاده لوم شنی با pH معادل ۷/۴ بود. به منظور جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها دو سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در ته آنها، به عنوان زهکش تعبیه و در کف هر گلدان به ارتفاع ۵ سانتی‌متر ماسه ریخته شد و از اندازه‌گیری EC آب زهکش برای سنجش میزان شوری تجمع یافته درون خاک گلدان در طی زمان استفاده گردید. گلدان‌ها به نحوی پر شدند که سطح خاک هر گلدان تا دهانه آن ۵ سانتی‌متر فاصله داشت. در طول دوره رشد، گلدان‌ها در هوای آزاد و در زیر یک محافظ باران که هوای آزاد از اطراف به راحتی در آن جریان داشته و فقط قسمت سقف آن برای جلوگیری از ریزش باران با نایلون شفاف پوشانده شده بود، نگه‌داری شدند. کلیه ترکیبات تیماری حاصل از سه فاکتور رقم شامل کبرا × رجنت، سرز و اکاپی، نوع نمک شامل کلرید سدیم و کلرید کلسیم؛ غلظت نمک شامل dS/m ۱۲ ، ۸ ، ۴ و صفر (شاهد)، جمعاً به تعداد ۲۴ تیمار در چهار بلوک کامل به صورت تصادفی توزیع شدند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]

پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها سه بوته در هر گلدان حفظ و بقیه حذف شدند. اعمال تیمار شوری از طریق آبیاری و با استفاده از محلول‌های دارای ECهای معین و در مرحله چهار برگی صورت گرفت. میزان کلروفیل برگ با استفاده از روش آرنون (۲) اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی میزان نفوذپذیری غشا از روش اندازه‌گیری نشت یونی غشا (کایا و همکاران، ۱۹) استفاده گردید. در پایان دوره رشد طول ساقه از محل طوقه تا زیر خوشه و طول شاخه فرعی نیز از محل اتصال به ساقه اصلی تا زیر خوشه با استفاده از متر و قطر ساقه در محل اولین انشعاب به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد. بعد از برداشت، گیاهان در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و وزن خشک ساقه و برگ به طور جداگانه به دست آمد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه واریانس، رگرسیون و هم‌بستگی قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از نرم افزار MSTATC و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

از آنجا که جوانه زنی غیر هم‌زمان و در مدت طولانی تر احتمال حمله بیماری‌های خاکزی به بذر و گیاهچه را افزایش و بنابراین سبب کاهش استقرار کامل گیاهچه می‌گردد (۹)، بایستی علاوه بر درصد جوانه زنی به سرعت، یک‌نواختی و رشد گیاهچه نیز توجه خاصی مبذول نمود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد نهایی جوانه زنی، یک‌نواختی جوانه زنی و سرعت جوانه زنی (جدول ۱) نشان داد که این صفات تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفتند ($P<0/001$). نوع نمک مورد استفاده و غلظت آنها نیز به طور بسیار معنی‌داری این صفات را تحت تأثیر قرار دادند. اثر متقابل غلظت نمک و رقم روی درصد جوانه زنی ($P<0/01$) و سرعت جوانه زنی ($P<0/05$) معنی‌دار و روی یک‌نواختی جوانه زنی معنی‌دار نبود. این نحوه اثر بیانگر این است که ارقام در غلظت‌های مختلف شوری واکنش متفاوتی را از نظر درصد جوانه زنی و سرعت آن نشان دادند. رقم سرز در کلیه صفات اندازه‌گیری شده در مرحله جوانه زنی (درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و یک‌نواختی جوانه زنی) در سطح پائین‌تری قرار داشته و اختلاف معنی‌داری با دو رقم دیگر نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات مذکور در غلظت‌های مختلف نمک (جدول۲) نشان داد که کاهش درصد جوانه زنی تنها در غلظت ۱۲ dS/m معنی‌دار بوده و هیچ تفاوتی بین سه غلظت دیگر وجود نداشت. به عبارت دیگر شوری ۸ dS/m هیچ اثر منفی روی جوانه زنی کلزا ندارد. نتایج مشابهی در ارتباط با کاهش درصد جوانه زنی در غلظت‌های بالای نمک در گیاهان سورگوم (۲۲)، لوبیا (۲۷)، فلفل (۱۴) و بادمجان (۱۳) گزارش شده است. یک‌نواختی جوانه زنی واکنشی مشابه درصد جوانه زنی نشان داد اما با افزایش غلظت نمک روند کاهشی پایداری در یک‌نواختی جوانه‌زنی مشاهده شد. سرعت جوانه زنی با افزایش غلظت نمک کاهش معنی‌داری را نشان داد و بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۴۱/۹۸) مربوط به تیمار شاهد (۰ dS/m) و کمترین آن (۲۸/۱۱) مربوط به تیمار ۱۲ dS/m بود. بنابراین بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان چنین استنباط نمود که درصد جوانه زنی و یک‌نواختی جوانه زنی مقاوم‌ترین و سرعت جوانه زنی حساس‌ترین اجزای جوانه زنی به تنش شوری می‌باشند که این نتایج با نتایج زینلی و همکاران (۵) در بررسی ارقام کلزا مطابقت دارد. در مجموع کلیه صفات مذکور با افزایش شوری به صورت خطی کاهش یافتند (شکل ۱ الف). از آنجا که شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش جذب آب و هم‌چنین از طریق اثرات سمی یون‌هایی همچون سدیم و کلر جوانه زنی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲ و ۹)، کاهش شاخص‌های جوانه زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش میزان و سرعت جذب اولیه آب و هم‌چنین تأثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم و سمیت یون‌ها بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک (هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذر) و آنابولیک (ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده در مرحله اول)جوانه زنی نسبت داد. آثار متقابل نوع نمک و غلظت آنها نیز معنی‌دار بود. با افزایش شوری در هر دو نوع نمک درصد نهایی جوانه زنی کاهش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات درصد جوانه زنی، یک‌نواختی و سرعت جوانه زنی (ساعت)، طول ساقه چه و طول ریشه چه (سانتی‌متر)، غلظت کلروفیل (میلی‌گرم در میلی‌لیتر)، نشت یونی غشا (درصد)، وزن خشک ساقه (گرم)، طول ساقه (سانتی‌متر)، قطر ساقه (میلی‌متر)، تعداد گره، تعداد شاخه‌های فرعی و مجموع طول شاخه‌های فرعی (سانتی‌متر)

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد جوانه زنی	یک‌نواختی جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه	طول ریشه چه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a+b
رقم	۲	۲۴۹۴/۵۳***	۵۳۱۳۷/۹۴***	۷۶۸۳/۷۲***	۸/۵۹***	۱۱۶/۷۱***	۹/۵۵E-۰۶***	۳/۹۱E-۰۵***	۱/۰۴E-۰۵**
نوع نمک	۱	۵۲۹/۳۸**	۱۶۸۰۹/۹۸^{ns}	۲۵/۵۲^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۲/۶۲۱^{ns}	۹/۸۳E-۰۷^{ns}	۳/۵۸E-۰۶^{ns}	۸/۱۰E-۰۶^{ns}
غلظت نمک	۳	۴۳۳/۱۳***	۱۶۹۶۴/۵۵***	۷۱۲/۱۰***	۷۵/۳۲***	۱۴۲/۶۶***	۲/۴۶E-۰۶^{ns}	۱/۰۶E-۰۵*	۸/۹۷E-۰۶**
رقم × نوع نمک	۲	۱۰۹/۲۲^{ns}	۳۲۶۸/۶۵^{ns}	۵۴/۸۲^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۲/۶۳E-۰۶***	۹/۴۹E-۰۶^{ns}	۲/۲۴E-۰۶^{ns}
رقم × غلظت نمک	۶	۱۴۲/۵۵***	۸۴۳/۶۹^{ns}	۴/۹۲^{ns}	۰/۶۴^{ns}	۱/۴۸^{ns}	۴/۳۴E-۰۶^{ns}	۳/۲۷E-۰۶^{ns}	۱/۵۵E-۰۶^{ns}
نوع نمک × غلظت نمک	۳	۱۴۸/۹۲**	۴۴۹۴/۸۲^{ns}	۷۵/۹۹^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۵/۳۳**	۴/۴۶E-۰۶**	۷/۹۹E-۰۶^{ns}	۶/۳۹E-۰۶*

ادامه دارد ....

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		نشت یونی غشا	وزن خشک ساقه	طول ساقه	قطر ساقه	تعداد گره	تعداد شاخه فرعی	مجموع طول شاخه های فرعی
رقم	۲	۳۵/۸۶^{ns}	۰/۲۶*	۲۱/۶۶***	۰/۵۵*	۴/۸۷***	۱/۶۶***	۲۴/۷۶***
نوع نمک	۱	۷۲/۴۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۳۳^{ns}
غلظت نمک	۳	۱۴۴۳/۴۶***	۳/۵۵***	۱۱۶/۵۳***	۴/۴۸***	۴/۷۷***	۲/۹۶***	۱۴۲/۱۱***
رقم × نوع نمک	۲	۳۶/۸۷^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۸۲^{ns}
رقم × غلظت نمک	۶	۵۰/۹۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۲/۹۲*	۰/۴۵*	۰/۵۰^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۲/۷۷^{ns}
نوع نمک × غلظت نمک	۳	۵۴/۹۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۳/۳۷^{ns}

ns و * و ** و *** : به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و بسیار معنی‌دار

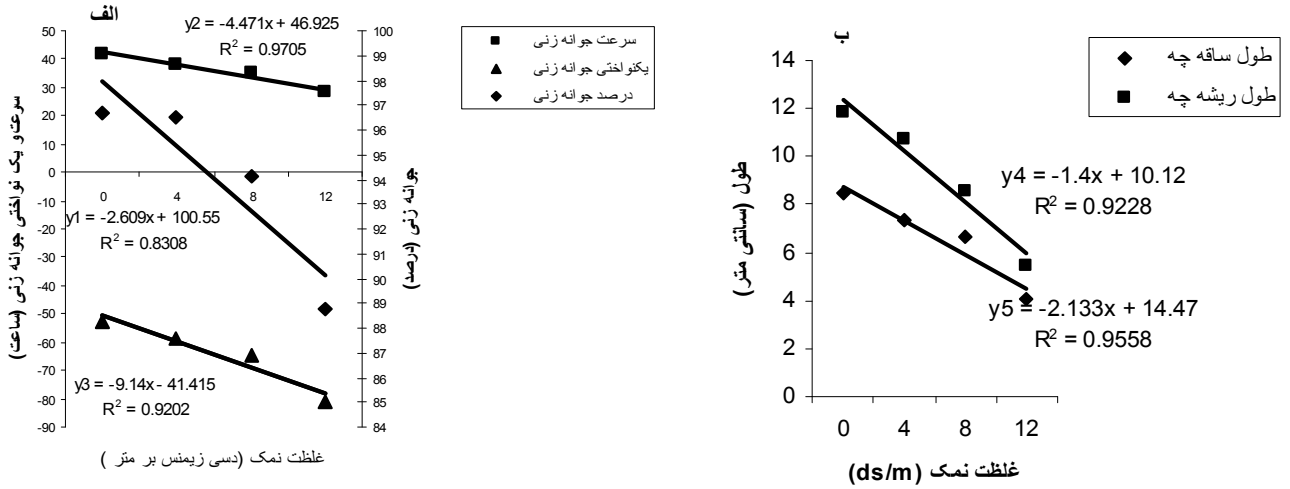
توجه : اثرات متقابل سه گانه به دلیل معنی‌دار نبودن در جدول نیامده است.

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

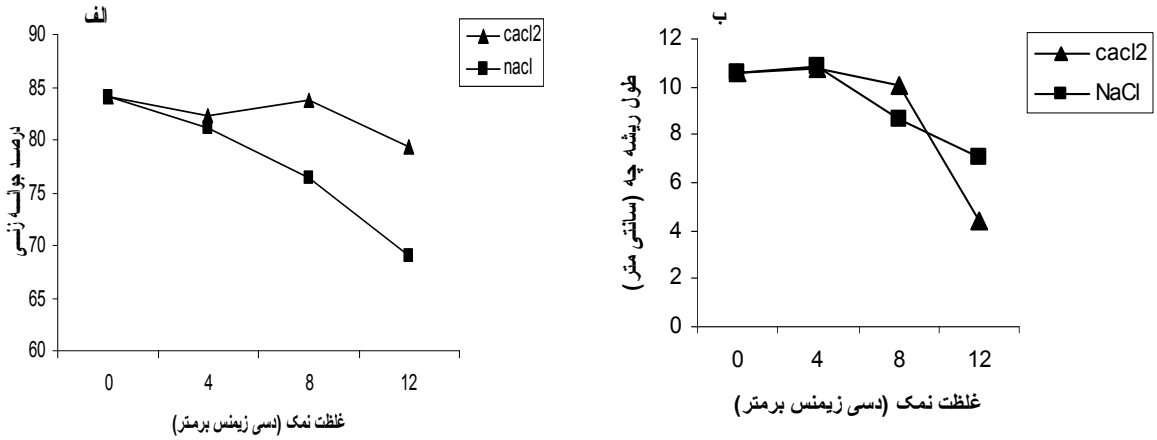
جدول ۲. مقایسه میانگین‌های صفات درصد جوانه زنی، یک‌نواختی جوانه زنی (ساعت)، سرعت جوانه زنی (ساعت)، طول ساقه چه (سانتی‌متر)، طول ریشه چه (سانتی‌متر)، وزن خشک ساقه (گرم)، طول ساقه (سانتی‌متر)، قطر ساقه (میلی‌متر)، تعداد گره، تعداد شاخه‌های فرعی و مجموع طول شاخه‌های فرعی (سانتی‌متر) در ساقه در ارقام و غلظت‌های مختلف نمک

	درصد جوانه زنی	یک‌نواختی جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه	طول ریشه چه	وزن خشک ساقه	طول ساقه	قطر ساقه	تعداد گره	تعداد شاخه فرعی	مجموع طول شاخه‌های فرعی
ارقام											
سرز	۸۵/۶۲ b	-۱۱۸/۱ b	۱۴/۱۴ b	۵/۸۰b	۶/۶۱ b	۲/۰۳ b	۴۲/۲ b	۵/۳ b	۵/۶ b	۱/۷۳ c	۲۷/۰۳ b
کبرا×رجنت	۹۷/۶۶ a	-۳۴/۳۷ a	۴۶/۹۱ a	۷/۲۰ a	۱۰/۶۶ a	۲/۵۱ a	۵۶/۸ a	۵/۵ ab	۹/۹ a	۳/۱۸ a	۴۴/۵۰ a
اکاپی	۹۸/۴۴ a	-۴۰/۳۰ a	۴۶/۱۹ a	۶/۸۶ a	۱۰/۱۳ a	۲/۱۵ b	۳۹/۴ b	۶/۴ a	۶/۶ b	۲/۴۵ b	۴۱/۰۷ a
غلظت نمک											
۰dS/m	۹۶/۶۷ a	-۵۲/۸۰ a	۴۱/۹۸ a	۸/۴۵ a	۱۱/۸۲a	۳/۷۴ a	۷۴/۶۱ a	۷/۸۱ a	۸/۹۴ a	۳/۴۷ a	۱۰/۳۵ a
۴dS/m	۹۶/۵۰ a	-۵۸/۵۰ a	۳۷/۹۸ b	۷/۳۷ b	۱۰/۷۳ b	۲/۴۸ b	۵۷/۳۶ b	۶/۵۸ a	۸/۳۱ a	۲/۸۴ ab	۲۷/۲۵ b
۸dS/m	۹۴/۱۷a	-۶۴/۴۹ a	۳۴/۹۱ c	۶/۶۳ c	۸/۵۷ c	۱/۷۶ c	۳۶/۴۶ c	۵/۲۲ b	۷/۸۵ a	۲/۳۵ b	۴۴/۱۷ c
۱۲dS/m	۸۸/۷۵ b	-۸۱/۲۷ b	۲۸/۱۱ d	۴/۰۳ d	۵/۴۳ d	۰/۹۴۲ d	۱۶/۲۳ d	۳/۴۴ c	۴/۵۱ b	۱/۱۶ c	۶۸/۳۶ d

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۱. تأثیر شوری بر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، یک‌نواختی جوانه زنی (الف)، طول ساقه چه و طول ریشه چه (ب)، y_1 ، y_2 ، y_3 ، y4 و y5 به ترتیب درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، یک‌نواختی جوانه زنی، طول ساقه چه و طول ریشه چه هستند.



شکل ۲. تأثیر دو نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم بر درصد جوانه زنی (الف) و طول ریشه چه (ب)

یافت اما این کاهش در نمک کلرید سدیم بیشتر از نمک کلرید کلسیم بود که احتمالاً به علت سمیت بیشتر یون سدیم نسبت به کلسیم می‌باشد (شکل ۲ الف).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس طول ساقه چه نشان داد که بین طول ساقه چه در سه رقم مورد آزمایش و چهار غلظت نمک اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین طول ساقه چه در ارقام مورد آزمایش (جدول ۲) نشان داد که ارقام از نظر طول ساقه چه به دو گروه تفکیک شدند و بیشترین طول ساقه‌چه با میانگین ۷/۲ سانتی‌متر متعلق به رقم کبرا × رجنت و کمترین آن با میانگین ۵/۸ سانتی‌متر متعلق به رقم سرز بود و از این نظر اختلاف معنی‌داری بین رقم کبرا × رجنت و اکاپی مشاهده نگردید. مقایسه میانگین داده‌ها در غلظت‌های مختلف نمک (جدول ۲) نشان داد که اختلاف بین طول ساقه چه در غلظت‌های نمک به کار برده شده از نظر آماری معنی‌دار بوده و با افزایش غلظت نمک، طول ساقه چه به صورت خطی کاهش پیدا می‌کند (شکل ۱ ب). بیشترین طول ساقه چه با میانگین ۸/۴۵ مربوط به شاهد و کمترین طول آن با میانگین ۴/۰۳ سانتی‌متر در شوری ۱۲ dS/m مشاهده گردید. طول ریشه چه بین ارقام و شوری‌های به کار برده شده در آزمایش رفتاری مشابه طول ساقه چه نشان داد بدین صورت که با افزایش شوری هر دو صفت ذکر شده ۵۲٪ کاهش یافتند (جدول ۱). بازدارندگی شوری بر رشد گیاهچه توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. شکاری (۶) اظهار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]

داشت شوری رشد ریشه چه و ساقه چه را کاهش می‌دهد و با افزایش شوری بر میزان این کاهش افزوده می‌شود. اثر متقابل نوع و غلظت نمک نیز این صفت را به طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد. در هر دو نوع نمک طول ریشه چه با افزایش غلظت نمک کاهش اما درصد کاهش در دو نوع نمک متفاوت می‌باشد. به گونه‌ای که با افزایش غلظت نمک کلرید کلسیم طول ریشه چه نسبت به شاهد ۶۲/۴٪ کاهش در حالی که در نمک کلرید سدیم کاهش در طول ریشه چه ۴۹/۳۲٪ بود (شکل ۲ب). تجزیه همبستگی صفات (جدول ۳) نشان داد که طول ریشه چه و ساقه چه با درصد جوانه‌زنی ارقام هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری دارد. از این نتایج می‌توان استنباط نمود که تغییرات طول ریشه چه نسبت به سایر صفات ارتباط بیشتری با درصد جوانه زنی دارد و بنابراین در ارقامی که درصد جوانه زنی مشابه دارند، می‌توان از صفت طول ریشه چه به عنوان شاخصی برای گزینش ارقام استفاده کرد. رابطه همبستگی بین درصد جوانه زنی و یک‌نواختی و سرعت جوانه‌زنی مثبت و معنی‌دار می‌باشد. تجزیه واریانس داده‌ها در مرحله رشد رویشی نشان داد که شوری و رقم اثر بسیار معنی‌داری بر وزن خشک ساقه، طول ساقه، قطر ساقه، تعداد گره ساقه، تعداد شاخه فرعی و مجموع طول شاخه‌های فرعی دارند (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول ۲) رقم کبرا × رجنت بیشترین وزن خشک ساقه (۲/۵۱ گرم در بوته)، طول ساقه (۵۶/۸ سانتی‌متر)، تعداد گره در ساقه (۹/۹۱ عدد) و رقم سرز کمترین وزن خشک ساقه (۲/۰۳ گرم)، قطر ساقه (۵/۳ میلی‌متر) و تعداد گره در ساقه (۵/۶ عدد) را دارا می‌باشد. بین رقم اکاپی و سرز از نظر این صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در مرحله رشد رویشی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین مقادیر مختلف شوری از نظر خصوصیات ساقه از جمله وزن خشک ساقه، قطر ساقه، طول ساقه و تعداد گره اختلاف معنی‌داری وجود دارد و همه این صفات با افزایش غلظت نمک به صورت خطی کاهش می‌یابند (شکل ۳). اما حساسیت این صفات به غلظت نمک یکسان نمی‌باشد. صفت تعداد گره مقاوم‌ترین صفت به شوری بوده و تنها با افزایش شوری به dS/m ۱۲ اختلاف معنی‌داری با سایر غلظت‌ها نشان داده است. وزن خشک و طول ساقه حساس‌ترین صفات به شوری می‌باشند و با افزایش شوری به dS/m ۴ کاهش می‌یابند. کاهش وزن خشک اندام هوایی با افزایش شوری در کلزا (۱، ۶ و ۱۶)، اسفناج (۱۹)، توت فرنگی (۲۰)، بادمجان (۱۳) و فلفل (۱۴) نیز گزارش شده است. هم‌چنین نتایجی حاکی از کاهش طول ساقه در اثر شوری در گیاهان مختلفی مانند ذرت (۱۵)، بادمجان (۱۳) و فلفل (۱۴) گزارش شده است. با توجه به ضرایب هم‌بستگی ساده که در جدول (۴) نشان داده شده است، بین وزن خشک ساقه با سایر خصوصیات از جمله طول ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی، مجموع طول شاخه‌های فرعی و قطر ساقه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد و چون این خصوصیات با افزایش تنش شوری کاهش می‌یابند، لذا به نظر می‌رسد که کاهش وزن خشک ساقه در اثر تنش شوری امری کاملاً منطقی باشد. هم‌چنین از آنجا که شوری از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک منجر به کاهش جذب آب و در نتیجه کاهش تقسیم، طویل شدن و تمایز سلولی می‌گردد (۹)، کاهش طول ساقه و طول شاخه‌های فرعی نیز توجیه پذیر می‌باشد. ممکن است کاهش تعداد شاخه‌های فرعی نتیجه اختلال در فعالیت جوانه‌های جانبی تحت تنش شوری و کاهش قطر ساقه نیز در اثر کاهش پوست، مغز و یا بافت هادی باشد (۱۱) که برای روشن‌تر شدن لازم است مطالعات آناتومیکی صورت گیرد.

همان طور که قبلاً ذکر شد یک اثر مهم افزایش شوری پیری برگ می‌باشد و فاکتور اصلی که باعث پیری برگ می‌شود کاهش محتوای کلروفیل تحت تنش شوری است. سطوح شوری مورد استفاده در این آزمایش غلظت کلروفیل b و a+b را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). اما کلروفیل a توسط شوری تحت تأثیر قرار نگرفت. پس کلروفیل a و b به طور یکسان تحت تأثیر تنش شوری نمی‌باشند. کاهش غلظت کلروفیل b و a+b که از عوامل مهم تأثیر گذار در ظرفیت فتوسنتزی می‌باشند، با افزایش درجه شوری موجب ناکارامدی برگ‌ها در انجام فتوسنتز و تشدید صدمات تنش شده است. لذا کاهش رشد رویشی در این آزمایش را می‌توان به کاهش میزان مواد فتوسنتزی در دسترس برای رشد سبزینه‌ای نسبت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول۳. ضرایب هم‌بستگی ساده بین درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، یک‌نواختی جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه در شوری‌های مختلف

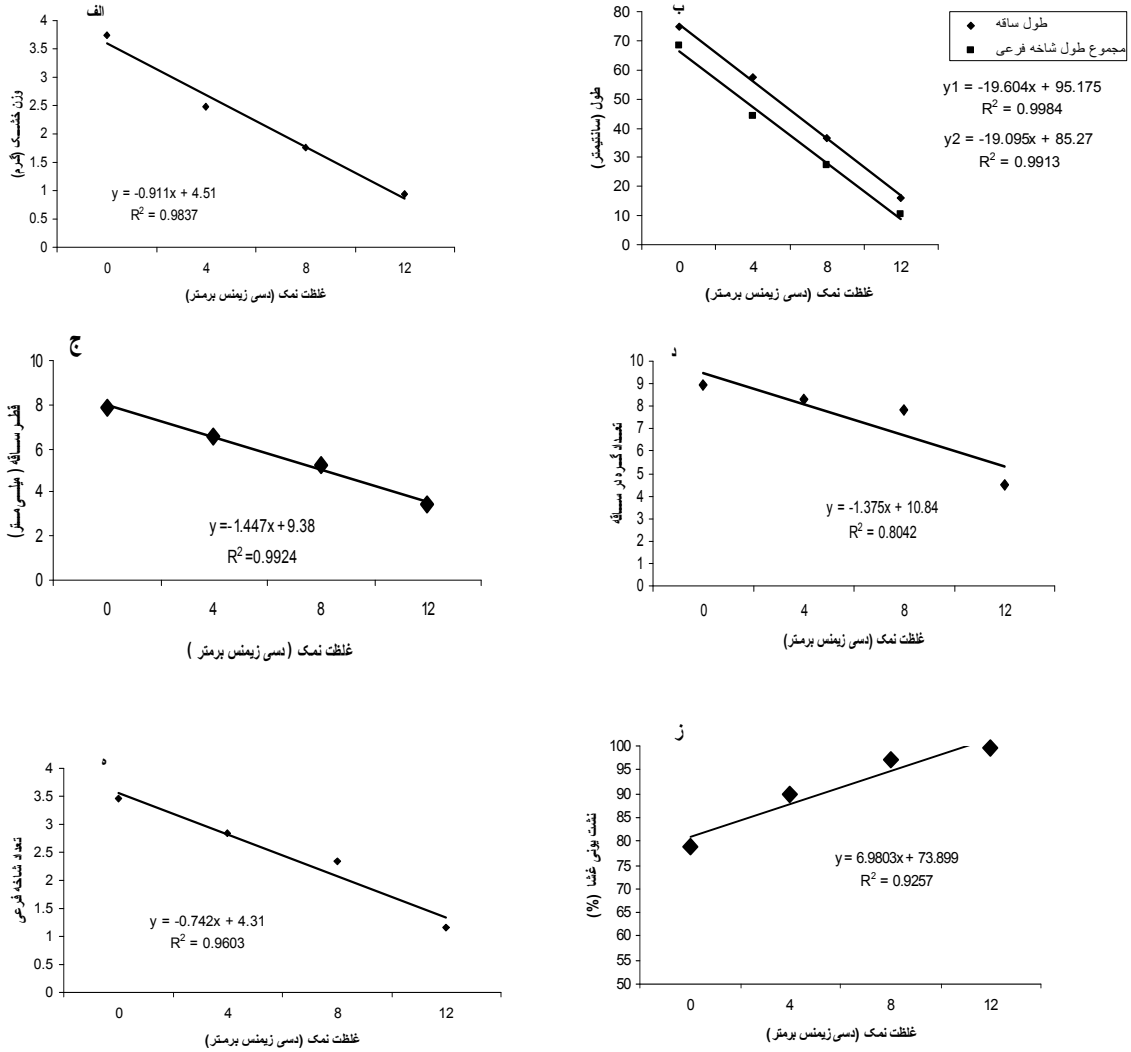
	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	یک‌نواختی جوانه زنی	طول ساقه چه
سرعت جوانه زنی	۰/۹۶۷*			
یک‌نواختی جوانه زنی	۰/۹۱۹ *	۰/۹۹۲**		
طول ساقه چه	۰/۹۵۲*	۰/۸۶۳ns	۰/۹۱۰ns	
طول ریشه چه	۰/۹۷۹*	۰/۹۹۲**	۰/۹۹۲**	۰/۹۱۳ns

ns و * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۴. ضرایب هم‌بستگی ساده بین وزن خشک ساقه، قطر ساقه، تعداد گره، طول ساقه، مجموع طول شاخه‌های فرعی و تعداد شاخه‌های فرعی در شوری‌های مختلف

	وزن خشک ساقه	قطر ساقه	تعدادگره	طول ساقه	مجموع طول شاخه‌های فرعی
قطر ساقه	۰/۹۸۰*				
تعدادگره	۰/۸۱۵ ns	۰/۸۷۵ ns			
طول ساقه	۰/۹۸۶*	۰/۹۹۸**	۰/۸۴۱ns		
مجموع طول شاخه‌های فرعی	۰/۹۹۹**	۰/۹۸۶*	۰/۸۱۴ns	۰/۹۹۱**	
تعداد شاخه‌های فرعی	۰/۹۶۲*	۰/۹۹۳**	۰/۹۲۷ns	۰/۹۸۳*	۰/۹۶۶*

ns و * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪



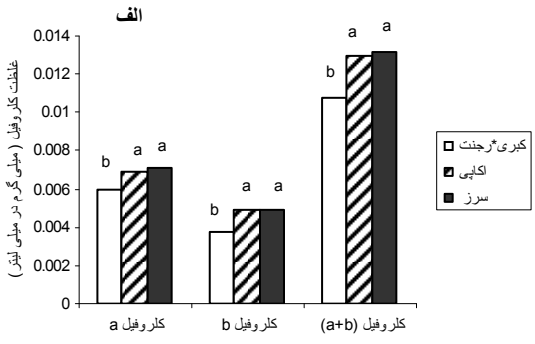
شکل ۳. تأثیر شوری بر وزن خشک ساقه (الف)، طول ساقه و مجموع طول شاخه‌های فرعی (ب)، قطر ساقه (ج)، تعداد گره (د) و تعداد شاخه‌های فرعی (ه)، y_1 وy_2 به ترتیب طول ساقه اصلی و مجموع طول شاخه‌های فرعی

داد. سایر محققین تغییر متابولیسم نیتروژن در ساخت ترکیب‌هایی مانند پرولین (۲)، که برای تنظیم اسمزی به‌کار می‌رود و هم‌چنین کاهش ضخامت لاملای تیلاکوئید، تخریب کلروپلاست‌ها، تورم گراناها و تیغه‌های گرانایی را علت کاهش کلروفیل می‌دانند (۱۰) که در این آزمایش مطالعه نشدند.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که غلظت کلروفیل a و b و مجموع غلظت کلروفیل a و b در رقم سرز نسبت به رقم کبرا × رجنت بیشتر است (شکل ۴). لذا در صورتی که سایر عوامل مؤثر در فتوسنتز نیز در این رقم نسبت به سایرین برتری داشته باشد می‌توان گفت این رقم از کارایی فتوسنتزی بیشتری برخوردار است. اما با توجه به این که در مورد سایر صفات رویشی اندازه‌گیری شده، چنین نتایجی به دست نیامده است. لذا نمی‌توان رقم سرز را نسبت به دو رقم دیگر برتر دانست. برتری رقم سرز نسبت به رقم کبرا × رجنت احتمالاً به این علت می‌باشد که در زمان اندازه‌گیری غلظت کلروفیل، رقم کبرا × رجنت در مراحل انتهایی رشد و در حال انتقال مواد به دانه‌ها بوده ولی دو رقم اکاپی و سرز در تیمارهای تنش شدید وارد فاز زایشی نشده بودند. اما اگر در آزمایش‌های دیگر به نتایج مشابهی دست یابیم و در صورتی که توانایی ارقام در حفظ غلظت کلروفیل در شرایط شور وراثت پذیری بالایی داشته باشد، رقم سرز احتمالاً می‌تواند به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]



شکل ۴. غلظت کلروفیل a، b و a+b در ارقام مختلف

عنوان والد بخشنده به منظور اصلاح واریته‌های با توانایی بالای حفظ کلروفیل در شرایط شور مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به این که پیری برگ ناشی از تنش شوری، سبب تغییر نفوذپذیری غشا می‌گردد، نشت یونی غشا به عنوان عامل پیش بینی کننده صدمه وارده بر غشا مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به نشت یونی غشا نشان داد که غلظت‌های مختلف نمک نشت یونی غشا را به طور بسیار معنی‌داری ($P<0/001$) تحت تأثیر قراردادند. اما بین سه رقم و نوع نمک مورد آزمایش از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). تجزیه رگرسیون نشان داد که با افزایش غلظت نمک میزان نشت یونی غشا در برگ به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند (شکل ۳ ز). افزایش نشت یونی غشا با افزایش شوری در توت فرنگی (۱۸)، اسفناج (۱۹) و آفتابگردان (۲۶) نیز گزارش شده است. در برگ این گیاه با افزایش غلظت نمک به ۴ dS/m میزان تراوش یونی بالا رفته است. این مطلب می‌تواند نشان دهد که میزان تراوش یونی در غشا نیز تحت تأثیر تنش افزایش یافته و از این رو می‌تواند شاخصی برای سنجش مقاومت به تنش در این گیاه باشد.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که شوری سبب آثار منفی بر جوانه زنی، رشد رویشی و خصوصیات فیزیولوژیکی کلزا می‌شود و رقم کبرا × رجنت در کلیه مراحل رشد تحمل بیشتری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی دارد. این رقم را می‌توان برای پژوهش‌های بعدی جهت شناسایی و جداسازی ژن‌های مؤثر در تحمل به شوری به کار برد. رقم اکاپی درمرحله جوانه زنی اختلاف معنی‌داری با رقم کبرا × رجنت نداشته اما نتواسته است در سایر مراحل رشد با رقم کبرا × رجنت رقابت کند. لذا مرحله جوانه زنی برای مقایسه تحمل به شوری در ارقام کلزا مؤثر نمی‌باشد. ضمناً نوع نمک در کلیه صفات اندازه‌گیری شده به استثنای صفات درصد جوانه زنی و طول ریشه چه تأثیر معنی‌داری را باعث نشد.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، س. م. و ج. نیازی اردکانی. ۱۳۸۳. ارزیابی و تعیین تحمل به شوری واریته‌های مختلف کلزا با استفاده از مدل رایانه‌ای SALT. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲. انفراد، ا.، ک. پوستینی، ن. مجنون حسینی، ع. ر. طالعی و ا. خواجه احمد عطاری. ۱۳۸۲. واکنش‌های فیزیولوژیکی ارقام کلزا (*Brassica napus*) در مرحله رشد رویشی نسبت به تنش شوری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۷(۴):۱۰۳-۱۱۲.

۳. پوستینی، ک. ۱۳۷۳. واکنش‌های فیزیولوژیکی دو رقم گندم نسبت به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۶(۲):۵۷-۶۳.

۴. پوستینی، ک. و ع. سی و سه مرده. ۱۳۸۰. نسبت Na^+/K^+ و انتقال انتخابی یون‌ها در واکنش به تنش شوری در گندم. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۲(۳):۵۲۵-۵۳۲.

۵. زینلی. ا.، ا. سلطانی و س. گالشی. ۱۳۸۱. واکنش اجزای جوانه زنی بذر به تنش شوری در کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۳(۱):۱۳۷-۱۴۵.

۶. شکاری، ف. ۱۳۷۹. اثرات تنش شوری بر روی شاخص‌های رشد، تغذیه معدنی و عملکرد در کلزا. پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]

۷. شهبازی، م. و ز. محقق دوست. ۱۳۷۵. بررسی اثرات کلرور سدیم بر رشد و انباشت ترکیبات آلی و معدنی در گندم. مجله علوم کشاورزی ایران۲۷(۴):۷۰-۷۸.

۸. قوامی، ف.، م.ع. ملبویی، م. ر، قنادها، ب. یزدی صمدی، ج. مظفری و م. جعفرآقایی. ۱۳۸۲. بررسی واکنش ارقام متحمل گندم ایرانی به تنش شوری در مرحله جوانه زنی و گیاهچه. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۵(۲):۴۵۳-۴۶۴.

۹. میر محمدی میبدی، س.ع. و ب. قره یاضی. ۱۳۸۱. *جنبه‌های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان*. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۰.ناظم بکایی، ز. و ح. فهیمی. ۱۳۷۸. بررسی تأثیر متقابل شوری و هورمون‌های گیاهی (اکسین و ژیبرلین) بر رویش بذر گیاه باقلا. پژوهش و سازندگی ۴۲:۴۵-۵۰.

۱۱.عصری، ی. ۱۳۷۸. اکوفیزیولوژی گیاهان شورروی. قسمت دوم، مجله جنگل و مرتع ۷۱:۲۹-۷۹.

12. Baji, M., J. M. Kient and S. Lutts. 2001. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. Plant Growth Regulation. 1- 10.
13. Chartzoulakis, K. S. and M. H. Loupassaki. 1997. Effect of Nacl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of green house eggplant. Agric. Water Manag. 32:215-225.
14. Chartzoulakis, K. S. and G. Klapaki. 2000. Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Scientia Horticulturae 86:247-260.
15. Cicek, N. and H. Cakirlar. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. BULG. J. Plant Physiol. 28(1-2):66-74.
16. Francois, E. L. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Agron. J. 86:233-237.
17. Holmstrom, K., S. Somersalo, A. mandal, T. E. Palva and B. Welin. 2000. Improved tolerance to salinity and low temperature in transgenic tobacco producing glycine betaine. J. Experim. Bot. 51(343):177-185.
18. Kamkar, B., M. Kafi and M. Nassiri mahallati. 2004. Determination of the most sensitive developmental period of wheat (*Triticum aestivum*) to salt stress to optimize saline water utilization. 4th International Crop Science Congress, PP. 1-6.
19. Kaya, C., D. Higges and H. Kirnak. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. BULG. J. Plant Physiol. 27(3-4): 47-59.
20. Kaya, C., H. Kirnak, D. Higgs and K. Satali. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Scientia Horticulturae 93:65-74.
21. Kummar, S. G., A. Matta Reddy and C. Sudhakar. 2003. Nacl effects on proline metabolism in two high yielding genitypes of mulberry with contrasting salt tolerance. Plant Sci. 165: 1245-1251.
22. Lacerda, C. F. D., J. Cambraia, M. a. Oliva, H. A. Ruiz, J. T. Prisco. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environ. and Experim. Bot. 49:107-120.
23. Lin, C. C. and C.H. Kao. 1995. Nacl stress in rice seedlings: starch mobilization and the influence of gibberllic acid on seedling growth. Botanical Bulletin Academia Sinica 36:169-173.
24. Lutts, S., J. M. Kinet and J. Bouharmont. 1996. NaCl induced senescence in leaves of rice (Oryza sativa) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 78:389-398.
25. Mahmood, S., S. Iram and H. R. Athar. 2003. Intra- specific variability in sesame (*sesamum indicum*) for various quantitive and qualitive attributes under differential salt regimes. J. R. sci., Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan. 14(2):177-186.
26. Shi, D. and Y. Sheng. 2004. Effect of various salt alkaline mixed stress conditions on sunflower seedlings and analysis of their stress factors. Environ. and Experim. Bot.
27. Silva, J. V., C. F. D. Lacerda, P. H. A. D. Costa. 2003. Physiological responses of Nacl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with cacl2 .Braz. J. Plant Physiol. 15(2): 1-9.
28. Zeng, L., M. C. Shannon and S. M. Lesch. 2001. Timing of salinity stress affects rice growth and yield components. Agric. Water Manag. 48:191-206.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.16.3]