بررسی اثر شوری بر رشد گیاهچه، میزان کلروفیل، محتوای نسبی آب و پایداری غشا در دو رقم کلزا

ریحانه عموآقایی[1*]، هاجر قربان نژاد نی ریزی[1] و اکبر مستاجران[2]

[1] شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

[2] اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۸

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که در مناطق خشک دنیا نظیر ایران تولید محصول را محدود می‌نماید. در این پژوهش دانه‌های دو رقم کلزا (H308 و H420) بصورت هیدروپونیک رشد داده شدند و گیاهچه‌های حاصل در معرض غلظت‌های مختلف نمک (mM ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰، ۰) قرار گرفتند. تغییرات وزن تر و خشک ساقه و ریشه، محتوای کلروفیل، نشت الکترولیت‌ها از غشا و محتوای نسبی آب در پاسخ به شوری در گیاهان ۲۰ روزه این دو رقم ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که افزایش غلظت شوری موجب کاهش وزن تر و خشک ساقه و ریشه، محتوای کلروفیل و محتوای نسبی آب و در مقابل باعث افزایش نشت الکترولیت‌ها شد و این پاسخ‌ها در رقم H420 شدیدتر بود. این نتایج پیشنهاد می‌کند که حفظ محتوای نسبی آب همراه با محتوای کلروفیل بالاتر و یکپارچگی و حفظ تمامیت هرچه بیشتر غشا می‌تواند به‌عنوان بخشی از سازوکار مقاومت در برابر شوری در رقم مقاوم‌تر H308 در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: شوری، رقم، کلزا، محتوای کلروفیل، نشت الکترولیتی و محتوای نسبی آب

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۳۰۲۹۲۹۰ ، پست‌الکترونیکی: rayhanehamooaghaie@yahoo.com

مقدمه

دانه‌های روغنی سومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخائر غنی اسید چرب، حاوی پروتئین نیز می‌باشند. در این میان کلزا به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح می‌باشد. آخرین ارقام منتشره از سوی سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) در سال ۱۹۹۹ نشان می‌دهد که کلزا پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تولید روغن نباتی جهان بشمار می‌رود (۵).

روغن کانولا (کلزا) دارای ۴۵- ۴۰ درصد چربی و ۲۳ درصد پروتئین و همچنین شامل ۶۲ درصد اسید چرب، دارای یک پیوند غیراشباع و ۳۲ درصد اسید چرب دارای چند پیوند غیراشباع است و با کمترین خطر در بوجود آوردن بیماری‌های قلبی منبع مناسبی از انرژی است (۱۱).

۲۰ تا ۲۷٪ از اراضی آبیاری شونده جهان، در معرض خطر شوری قرار دارند. ایران با ۲۷ میلیون هکتار اراضی شور دارای رتبه نخست در آسیاست (۲۵). شوری خاک یکی از مشکلات اصلی کشاورزی در دنیاست. زیرا گیاهان زراعی اندکی وجود دارند که به رشد و نمو در شرایط شور سازگار شده‌اند. شوری نه تنها تولید بیشتر محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد، بلکه بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نیز تأثیر می‌گذارد. در نتیجه این مشکل، حاصلخیزی زمین‌های قابل کشت بصورت جزئی یا کلاً از بین می‌رود (۱۲ و ۲۳).

بیشتر محققان بر این اعتقادند که در بیشتر گونه‌های گیاهی، مقاومت به شوری پدیده پیچیده‌ای است. زیرا سازوکارهای متعددی در سطوح مختلف سلولی، بافتی، اندامی و یا گیاه کامل وجود دارد. برخی سازوکارها ممکن است تنها در یک زمان و در یک گونه خاص عمل کنند. بعلاوه اینکه احتمال دارد یک سازوکار متقابلاً اثر سازوکار دیگری را در مراحل خاصی از تکوین گیاه ممانعت کند (۳۶).

شوری با تغییر غلظت املاح در محیط رشد گیاه بر تعادل یونی، اسمزی و متابولیسم گیاه تأثیر می‌گذارد. تنش شوری همانند دیگر تنش‌های غیر زیستی، علاوه بر اثرات مذکور، اثرات اکسیداتیو را نیز بدنبال دارد. گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)، فوق‌العاده فعال هستند و می‌توانند متابولیسم نرمال سلولی را از طریق آسیب‌های اکسیداتیو به ماکرومولکول‌های ضروری مثل لیپیدها، نوکلئیک اسیدها و پروتئین‌ها و رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت تأثیر قرار دهند. این امر به ایجاد تغییراتی در نفوذپذیری انتخابی غشاءهای زیستی و نشت مواد از غشاء و تغییر در فعالیت آنزیم‌های باند شده به غشاء منجر خواهد شد (۱۴، ۱۹، ۲۰ و ۲۶).

تحقیقات نشان می‌دهد کلزا یکی از محصولات نسبتاً مقاوم به تنش خشکی و شوری است (۱، ۳، ۵، ۸ و۹). Ashraf و McNeilly در سال ۱۹۹۰ در آزمایش غربال‌گری (Screening) ۴ گونه براسیکا برای مقاومت به شوری دریافتند که گونه‌های *B. carinata* و *B. napus* به شوری مقاوم‌ترند، در حالی‌که گونه‌های *B .compestris* و *B. juncea*(آمفی‌دیپلوئید) در مقاومت به شوری حد واسط بودند. آنها همچنین گزارش کردند که این محصول زراعی، در مقاومت به شوری دارای تنوع درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای بسیار زیادی است. با توجه به اینکه کشت کلزا به‌عنوان یک محصول با ارزش در سال‌های اخیر در مناطق شور اغلب کشورها و حتی ایران بسیار گسترش یافته است. بنابراین مطالعه روی ارقام متداول این محصول از نظر مقاومت به شوری و فهم چگونگی پاسخ ارقام به شوری به غربالگری و ارتقای سطح این مقاومت در بین ارقام زراعی آن در کشورمان بسیار ضروری بنظر می‌رسد. بررسی‌های قبلی ما روی اثر شوری بر جوانه‌زنی ۹ رقم کلزا نشان داد که ارقام مختلف حد تحمل متفاوتی به شوری دارند و در بین ۹ رقم مورد آزمایش ما رقم (H308) مقاوم‌تر و رقم (H420) بیشتر حساس به شوری بود، بنابراین این ارقام برای بررسی سازوکارهای بیوشیمیایی پاسخ به شوری برگزیده شدند.

مواد و روشها

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو رقم کلزا و ۵ سطح شوری با ۳ تکرار اجرا شد. بذر دو رقم هایولا ۳۰۸ و هایولا ۴۲۰ از مؤسسه اصلاح بذر و نهال کرج، بخش دانه‌های روغنی تهیه گردید. بذرها با محلول هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد، بمدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی شده و بعد ۳ تا ۵ بار با آب معمولی و بعد با آب مقطر شستشو داده شدند.

بذرها در پتری‌دیش بر روی کاغذ صافی در مجاورت آب معمولی برای جوانه‌زنی بمدت سه روز در تاریکی و در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند و بعد دانه‌رست‌ها به محلول غذایی یک‌دوم (۱/۲) قدرت هوگلند در درون تشتک‌های کشت هیدروپونیک منتقل گردیدند و در اتاق کشت در معرض نور فلورسنت به شدت ۷×۱۰^{۳} لوکس و در دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. پس از ۶ روز تعداد ۱۵ گیاهچه یکسان درون هر ظرف نگهداری شد و ... گیاهچه‌های ۶ روزه تحت تأثیر تنش شوری تدریجی قرار گرفتند. به این صورت که هر ۱۲ ساعت، ۵۰ میلی‌مولار غلظت محلول افزایش می‌یافت (با افزودن مقادیر مشخص NaCl، به محلول غذایی یک‌دوم هوگلند)، تا اینکه سرانجام در تیمار شوری مطابق با طرح آماری، سطوح شوری محلول‌های غذایی به غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار نمک رسید.

افزودن تدریجی نمک، بمنظور جلوگیری از ایجاد شوک اسمزی و سمیت بر گیاهان انجام شد. محلول‌های غذایی در محیط هیدروپونیک در هر ساعت ۱۵ دقیقه هوادهی می‌شدند تا از ایجاد کمبود اکسیژن در محیط‌های ریشه جلوگیری شود. در پایان گیاهچه‌های (شش برگی) ۲۰ روزه دو رقم مختلف برداشت شدند و بعد شاخص‌های رشد گیاهچه و همچنین محتوای کلروفیل و آب نسبی و میزان نشت الکترولیتی از برگ بررسی گردید.

سنجش وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه : وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه گیاهچه‌های ۲۰ روزه (شش برگی) دو رقم کلزا با استفاده از ترازو اندازه‌گیری گردید. سپس اندام‌های هوایی و ریشه هر تیمار بطور جداگانه در پاکت‌های مجزا قرار گرفته و در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. در نهایت وزن خشک آنها نیز اندازه‌گیری گردید.

سنجش میزان کلروفیل: اندازه‌گیری کلروفیل با روش Arnon (۱۹۵۹) براساس استخراج با استون ۸۰ درصد و اندازه‌گیری جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری گردید و از فرمول زیر برای محاسبه مقدار کلروفیل کل برگ استفاده گردید.

Total chl. (mg/g FW) = [(20.2* A645) + (8.02* A633)]*V/ W*1000

A645 : جذب خوانده شده در طول موج ۶۴۵ نانومتر

A633 : جذب خوانده شده در طول موج ۶۳۳ نانومتر

V : حجم استون ۸۰٪ استفاده شده جهت ساییدن

W : مقدار گرم وزن‌تر برگ جهت ساییدن

سنجش میزان نشت الکترولیتی غشاء پلاسمایی: ۰/۲ گرم وزن‌تر برگ از هر تکرار را به دقت شسته و بعد در ظروف شیشه‌ای درپوش‌دار محتوی ۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه قرار داده شد. این ظروف به‌مدت ۳ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در حمام آب‌گرم قرار گرفتند. پس از ۳ ساعت هدایت الکتریکی آنها با استفاده از EC متر اندازه‌گیری شد. سپس شیشه‌های محتوی نمونه برگی را به مدت ۲ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و برای بار دوم EC آنها پس از سرد شدن اندازه‌گیری گردید. درصد هدایت الکتریکی بیانگر میزان نشت الکتریکی مواد از غشاء می‌باشد که مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد. EC_1 و EC_2 هدایت الکتریکی محلول‌ها به‌ترتیب قبل و بعد از جوشیدن بوده است (۱۷).

$$\%EC=(EC_1/EC_2)*100$$

سنجش محتوای نسبی آب برگ (RWC) : RWC مطابق روش Smart & Bingham (۱۹۷۴) و از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\%RWC=\left[\frac{(FW-DW)}{(TW-DW)}\right]\times 100$$

که در آن Fw= وزن تر برگ‌ها Dw= وزن خشک برگ‌ها Tw= وزن در تورگر کامل (پس از ۲۴ ساعت شناوری برگ در آب دیونیزه) می‌باشد.

نتایج

نتایج آنالیز واریانس و اثر مستقل فاکتورهای رقم و شوری بر شاخص‌های رشد گیاهچه و همچنین محتوای کلروفیل و آب نسبی و میزان نشت الکترولیتی از برگ در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن تر و خشک ساقه و وزن تر و خشک ریشه دو رقم کلزا تحت سطوح مختلف شوری (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر رقم بر روی وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و وزن تر ریشه در سطح P< ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد. در حالی که اثر رقم بر روی وزن خشک ریشه در این سطح آماری معنی‌دار نیست. اثر تیمار شوری بر وزن تر و خشک ساقه و وزن خشک ریشه در سطح P< ۰/۰۱ و بر وزن‌تر ریشه در

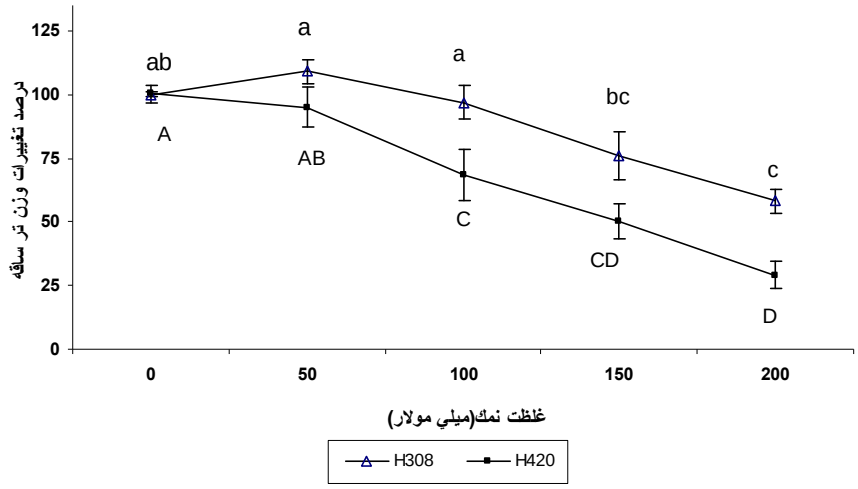
سطح ۰/۰۵ >P معنی‌دار می‌باشد. از طرفی اثر متقابل ۰/۰۵ >P معنی‌دار می‌باشد.

تیمارها و ارقام بر روی شاخص‌های رشد مذکور در سطح

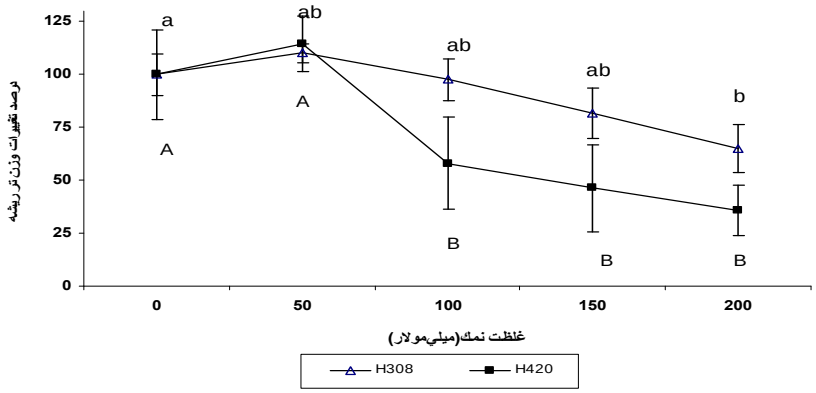
جدول ۱- مقادیر F حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن تر و خشک ساقه و ریشه، محتوای کلروفیل و آب نسبی و میزان نشت الکترولیتی از برگ دو رقم کلزا

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر ساقه	وزن تر ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	کلروفیل	محتوای نسبی آب برگ‌ها	نشت الکترولیتی غشاء
رقم(V)	۱	۲۲/۱۶۵ *	۱۲/۶۰۶ *	۱۰/۲۰۵ *	۲/۷۷۱ ns	۲۶/۴۱۷*	۳/۱۵۷ns	۰/۴۰۳ns
شوری (S)	۴	۱۵/۲۳۸ *	۲/۵۳۷*	۶/۴۵۲ *	۶/۱۱۴*	۲۵/۵۱۱*	۷/۷۵۳ *	۱۸/۹۹۴ *
S×V	۴	۰/۷۳۹ *	۰/۲۲۱*	۰/۱۵۸ *	۱/۱۶۳*	۴/۴۱۲*	۰/۸۸۶ *	۲/۲۸۰ *
خطا	۲۰							

* و * و * به‌ترتیب در سطح ۵٪ ، ۱٪ و ۰/۰۰۱ معنی‌دار است و ns معنی‌دار نیست.



شکل ۱- اثر غلظت‌های نمک بر درصد تغییرات وزن تر ساقه گیاهچه‌های دو رقم (H308) و (H420) کلزا حروف مشابه بزرگ در یک منحنی و حروف مشابه کوچک در منحنی دیگر، براساس آزمون دانکن (α =۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند. هر عدد میانگین سه تکرار SD ± است.



شکل ۲- اثر غلظت‌های نمک بر وزن تر ریشه گیاهچه‌های دو رقم (H308) و (H420) کلزا حروف مشابه بزرگ در یک منحنی و حروف مشابه کوچک در منحنی دیگر، براساس آزمون دانکن (α =۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند. هر عدد میانگین سه تکرار SD ± است.

بررسی مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که وزن تر ساقه و ریشه و وزن خشک ساقه بین دو رقم (هایولا ۴۲۰) و (هایولا ۳۰۸) کلزا در سطح P< ۰/۰۵ از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. اما وزن خشک ریشه دو رقم دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول۲- مقایسه مقادیر میانگین‌های وزن تر و خشک ساقه و ریشه، محتوای کلروفیل و آب نسبی و میزان نشت الکترولیتی از برگ تحت تأثیر دو عامل رقم و شوری

منبع تغییرات	وزن تر ساقه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	کلروفیل (میلی-گرم بر گرم وزن تر)	نشت الکترولیتی غشا(٪)	محتوای نسبی آب (٪)
رقم							
هایولای۳۰۸	۰/۶۱۵ a	۰/۲۲۳ a	۰/۰۳۶ a	۰/۰۰۳ a	۲/۶۸a	۶۶/۳۱a	۷۵/۸۳ a
هایولای۴۲۰	۰/۴۳۷b	۰/۱۲۳ b	۰/۰۲۳ b	/۰۰۴ a	۲/۳۲b	۶۳/۴۹ a	۶۱/۸۱ a
تیمار نمک(mM)							
۰	۰/۶۶۸ a	۰/۲۰۹ a	۰/۰۴۲ a	۰/۰۰۶ a	۲/۸۴a	۳۱/۹۵ a	۱۰۵/۶۱ a
۵۰	۰/۷۶۱ a	۰/۲۳۴ ab	۰/۰۴۸ a	۰/۰۰۴ a	۲/۷۲a	۵۴/۳۲ b	۷۲/۶۱ b
۱۰۰	۰/۵۶ a	۰/۱۷ ab	۰/۰۳۰ ab	۰/۰۰۴ ab	۲/۶۴ab	۷۶/۹۱۷ c	۷۲/۸۷ b
۱۵۰	۰/۴۲۵ b	۰/۱۴ ab	۰/۰۲۱ b	۰/۰۰۳ b	۲/۴۵b	۷۷/۲۲ c	۵۰/۵۰ c
۲۰۰	۰/۲۹۶c	۰/۱۱ b	۰/۰۱۶ c	۰/۰۰۱ c	۱/۸۴c	۸۴/۸۴ c	۴۲/۵۲ c

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح P< ۰/۰۵ با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

در بررسی اثر غلظت‌های نمک (جدول ۲) بر وزن تر ساقه و ریشه و وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه مشخص می‌شود که صرف‌نظر از نوع رقم، بیشترین کاهش شاخص‌های رشد گیاهچه، در بالاترین سطوح شوری (۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار نمک) رخ داده است که نسبت به گروه شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار است. اختلاف بین وزن تر ریشه گیاهچه‌ها از ۰ تا ۱۵۰ میلی مولار از لحاظ آماری معنی‌دار نیست و تنها در سطح شوری ۲۰۰ میلی مولار اختلاف بین وزن تر ریشه گیاهچه‌ها با شاهد معنی‌دار است.

بررسی میانگین‌های اثرات متقابل دو عامل رقم و تیمار شوری بر شاخص‌های رشد (شکل ۱) نشان می‌دهد که در سطوح مختلف شوری میانگین وزن‌تر ساقه گیاهچه‌ها نسبت به گروه شاهد در رقم (H308) همواره بیشتر از رقم (H420) است و با افزایش سطوح شوری، میانگین وزن تر ساقه‌ها کاهش یافته است. بیشترین میزان کاهش در وزن تر ساقه در رقم (H420) و در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمک به مقدار ۷۱٪ مشاهده می‌گردد که از لحاظ آماری نسبت به گروه شاهد معنی‌دار می‌باشد. در حالی که کاهش وزن تر ساقه در رقم (H308) در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمک نسبت به گروه شاهد ۴۲ درصد بوده است.

وزن تر ریشه در نتیجه شوری در هر دو رقم، با افزایش غلظت نمک بجز در تیمار ۵۰ میلی‌مولار نمک کاهش یافته است. در شوری میلی‌مولار ۱۰۰ این کاهش در رقم (H420) با شیب تندی انجام شده و از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد. وزن تر ریشه در رقم (H308) در پاسخ به شوری بطور ملایمی کاهش یافته و تنها در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار با گروه شاهد و ۵۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌دار دارد (شکل۲).

میزان کاهش میانگین وزن خشک ساقه گیاهچه رقم (H420) نسبت به گروه شاهد در غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار نمک، به‌ترتیب ۴۰/۲، ۶۴ و ۷۶/۹ درصد می‌باشد که سطوح شوری مذکور با سطوح ۰ و ۵۰ میلی مولار نمک اختلاف معنی‌داری دارند. میزان کاهش معنی‌دار

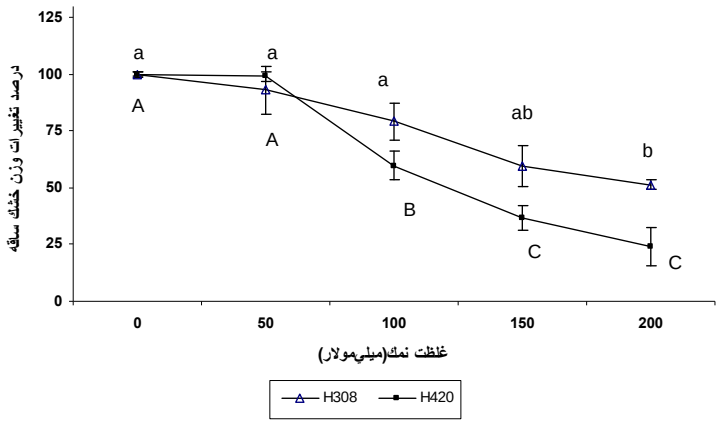
بین سطوح مختلف شوری در رقم (H308) تنها در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به گروه شاهد وجود دارد که مقدار آن ۴۶ درصد می‌باشد. درصد کاهش وزن خشک ساقه در رقم (H308)، بارزتر و این کاهش‌ها در هر دو رقم نسبت به گروه شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد (شکل ۳).

میانگین وزن خشک ریشه گیاهچه‌های رقم حساس(H420) در تمام سطوح شوری نسبت به رقم مقاوم (H308) کمتر می‌باشد. میانگین وزن خشک ریشه گیاهچه‌های رقم (H420) نسبت به گروه شاهد در غلظت‌های مختلف نمک ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار، به‌ترتیب ۲۹، ۴۳، ۵۸ و ۸۶ درصد کاهش نشان می‌دهد که نسبت به گروه شاهد از شوری ۱۰۰ میلی‌مولار به بالا تفاوت معنی‌داری دارد. در حالی که این کاهش در رقم (H308) نسبت به گروه شاهد به‌ترتیب ۲۰، ۲۲، ۲۸ و ۴۰ درصد می‌باشد که تنها در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (شکل ۴).

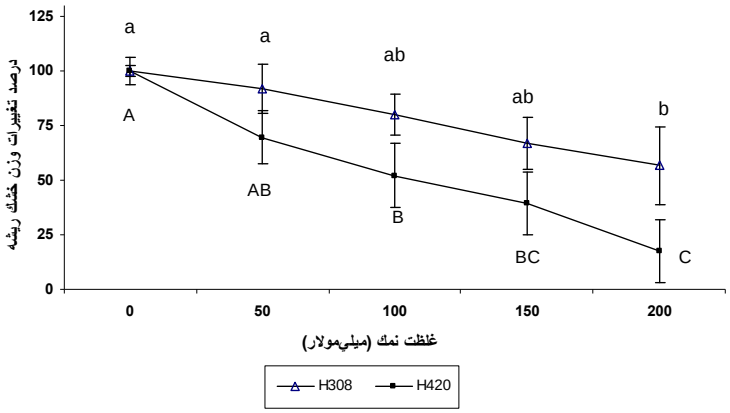
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای کلروفیل (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر رقم و شوری و همچنین اثر متقابل آنها بر میزان کلروفیل در سطح P< ۰/۰۱ از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. بررسی مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که از نظر میزان کلروفیل دو رقم (H420) و (H308) کلزا در سطح P< ۰/۰۵ از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. مقدار کلروفیل رقم (H308) (معادل ۲/۶۸ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) بیشتر از رقم((H420) (معادل ۲/۳۲ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) است.

در بررسی اثر تیمار نمک (جدول ۲) مشاهده می‌گردد که با افزایش سطح تیمار نمک محتوای کلروفیل کاهش یافته است، به طوری که در بالاترین سطح شوری (۲۰۰ میلی‌مولار نمک) میزان کلروفیل ۱/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بوده است.

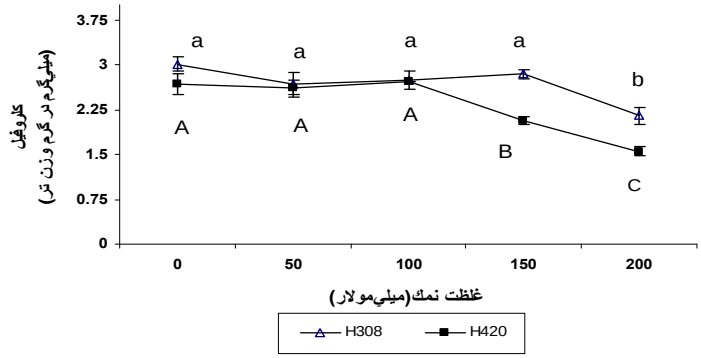
میزان کلروفیل در هر دو رقم با افزایش سطوح شوری کاهش نشان می‌دهد. میزان کلروفیل دو رقم تنها در حضور سطوح شوری بالا با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. در رقم (H308) در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار ۲۹ درصد و در رقم (H420) در تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار به‌ترتیب کاهش مشهود ۲۳ و ۴۴ درصدی را نسبت به گروه شاهد نشان می‌دهد که از لحاظ آماری در سطح P< ۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد (شکل۵).



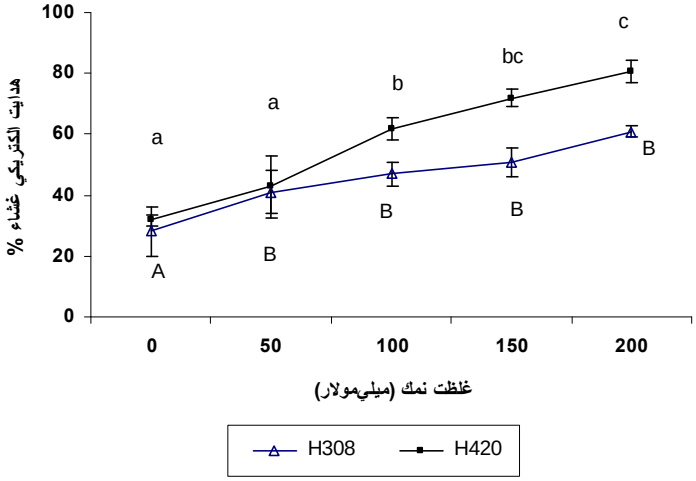
شکل ۳- اثر غلظت‌های نمک بر وزن خشک ساقه گیاهچه‌های دو رقم (H308) و (H420) کلزا حروف مشابه بزرگ در یک منحنی و حروف مشابه کوچک در منحنی دیگر، براساس آزمون دانکن (α =۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند. هر عدد میانگین سه تکرار SD ± است.



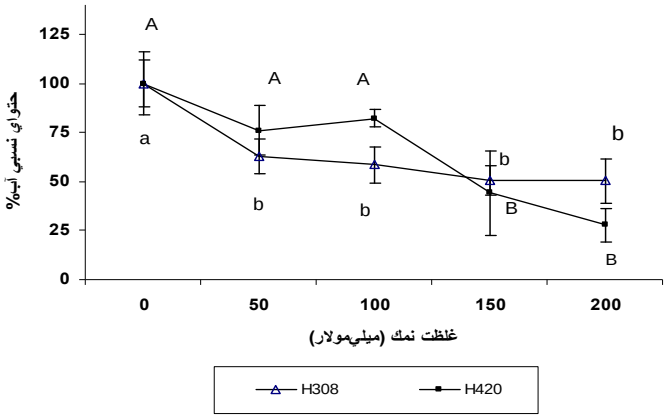
شکل ۴- اثر غلظت‌های نمک بر وزن خشک ریشه گیاهچه‌های دو رقم (H308) و (H420) کلزا حروف مشابه بزرگ در یک منحنی و حروف مشابه کوچک در منحنی دیگر، براساس آزمون دانکن (α =۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند. هر عدد میانگین سه تکرار SD ± است.



شکل۵- اثر غلظت‌های نمک بر میزان کلروفیل برگ‌های دو رقم (H308) و (H420) کلزا حروف مشابه بزرگ در یک منحنی و حروف مشابه کوچک در منحنی دیگر، براساس آزمون دانکن (α =۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند. هر عدد میانگین سه تکرار SD ± است.



شکل۶- اثر غلظت‌های نمک بر میزان نشت الکترولیتی غشاء در برگ‌های دو رقم (H308) و (H420) کلزا حروف مشابه بزرگ در یک منحنی و حروف مشابه کوچک در منحنی دیگر، براساس آزمون دانکن (α =۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند. هر عدد میانگین سه تکرار SD ± است.



شکل۷- اثر غلظت‌های نمک بر محتوای آبی برگ‌های دو رقم (H308) و (H420) کلزا حروف مشابه بزرگ در یک منحنی و حروف مشابه کوچک در منحنی دیگر، براساس آزمون دانکن (α =۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند. هر عدد میانگین سه تکرار SD ± است.

مقایسه میانگین‌های اثر دو رقم بر میزان نشت الکترولیتی غشا و محتوای نسبی آب برگ‌ها نشان می‌دهد (جدول ۲) که بین میزان نشت الکترولیتی غشا و محتوای نسبی آب برگ‌های دو رقم از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

مقایسه میانگین‌های اثر تیمار نمک بر میزان نشت الکترولیتی غشا و محتوای نسبی آب برگ‌ها نشان می‌دهد که تیمارهای شوری بالا (۱۵۰ و۲۰۰ میلی مولار نمک) به طور معنی‌داری میزان نشت الکترولیتی غشا و محتوای نسبی آب برگ‌ها را نسبت به گروه شاهد به‌ترتیب افزایش و کاهش داده‌اند. در بالاترین سطح شوری (۲۰۰ میلی‌مولار)، میزان نشت غشا ۲/۶ برابر افزایش و محتوای نسبی آب ۶۰٪ کاهش نسبت به گروه شاهد نشان می‌دهد.

با افزایش سطوح شوری در محیط رشد، میزان نشت الکترولیت‌ها از غشاء در هر دو رقم افزایش می‌یابد (شکل ۶). در رقم (H420) در بالاترین سطح شوری (۲۰۰ میلی‌مولار نمک) نشت ۴ برابری و در رقم (H308)، نشت ۲ برابری نسبت به گروه شاهد مشاهده می‌گردد، در رقم (H420) با افزایش شوری از ۰ تا ۲۰۰ میلی مولار یک افزایش خطی در میزان نشت الکترولیتی دیده می‌شود ولی در رقم (H308) ابتدا تغییر معنی‌داری در میزان نشت رخ می‌دهد و در سطوح بالاتر شوری میزان نشت بطور معنی‌داری افزایش نمی‌یابد. بنابراین میزان آسیب‌دیدگی غشا در رقم (H420) نسبت به رقم (H308) مشهودتر و بیشتر است.

محتوای نسبی آب برگ‌ها در هر دو رقم کلزا بعد از اعمال تنش شوری کاهش می‌یابد (شکل۷). البته بیشترین کاهش در محتوای نسبی آب برگ در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار نمک می‌باشد. به‌طوری‌که این تغییرات از لحاظ آماری در سطح P< ۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد. محتوای نسبی آب برگ در علظت ۲۰۰ میلی مولار نمک در رقم (H420) نسبت به گروه شاهد ۷۲ درصد و در رقم (H308) نسبت به گروه شاهد ۴۹ درصد کاهش نشان می‌دهد. بطور جالبی مشاهده می‌شود که در رقم (H308) ابتدا کاهش معنی‌داری در میزان آب رخ می‌دهد و در سطوح بالاتر شوری محتوای نسبی آب تغییر معنی‌دار بیشتری ندارد. در مقابل در رقم (H420)تا سطح ۱۰۰ میلی‌مولار کاهش محتوای نسبی آب معنی‌دار نبوده ولی در سطوح بالاتر شوری افت شدید و معنی‌داری دارد.

بحث

چرخه زندگی گیاهان در مراحل مختلف رشد بشدت تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد. پاسخ گیاه به عواملی مانند نوع گیاه، غلظت نمک‌ها در بافت، ترکیب نمک‌ها، زمان در معرض شوری قرار گرفتن و شرایط اقلیمی

وابسته است. پاسخ سریع گیاه به تنش شوری، کاهش گسترش سطح برگ و اندام‌های هوایی می‌باشد (۲۶، ۳۴ و ۶).

براساس داده‌های ارائه شده در جدول ۱ و شکل‌های ۱ تا ۴ مشخص گردید که در سطوح مختلف شوری، وزن تر و خشک ساقه و ریشه گیاهان اختلاف معنی‌داری دارند و این صفات با افزایش سطوح شوری، به‌صورت خطی کاهش می‌یابند.

شوری از طریق افزایش غلظت نمک‌های محلول محیط رشد ریشه سبب منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محیط و در نهایت کاهش جذب آب شده و منجر به کاهش تقسیم و طویل شدن سلول‌ها در منطقه رشد می‌گردد (۲۳ و ۱۹)، بنابراین کاهش وزن تر کاملا طبیعی و مورد انتظار است.

Yazici و همکاران در سال ۲۰۰۷ (موافق با نتایج حاصل از آزمایش‌های ما) بیان نمودند که تنش اسمزی ازجمله مشکلاتی است که به دنبال تنش شوری به وجود می‌آید و نتیجه آن کاهش تورگر سلول‌هاست. در نهایت از آنجا که رشد سلول وابسته به تورژسانس است تا بر مقاومت دیواره‌های سلولی غلبه کند، بنابراین فقدان تورگر موجب کاهش رشد گیاه می‌گردد.

کاهش در وزن تر ریشه و ساقه همبستگی معنی‌داری با محتوای نسبی آب گیاه دارد. محتوای نسبی آب در گیاهان تیمار شده با تنش شوری در مقایسه با گیاهان کنترل، در هر دو رقم به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده بود (شکل۷). در مطالعه حاضر، احتمالاً تنش شوری، به سبب کاهش ۶۰ درصدی محتوای نسبی آب برگ در گیاهان کلزای تحت تیمار۲۰۰ میلی‌مولار نمک موجب کاهش تورژسانس و در نهایت کاهش رشد و کاهش وزن خشک و تر این گیاهان شده است. البته اثر منفی شوری بر وزن تر و خشک گیاهچه‌های یونجه (۴) و نخود (۲) نیز گزارش شده است.

کاهش محتوای نسبی آب برگ یک پاسخ عمومی به شرایط تنش اسمزی می‌باشد. محتوای آبی برگ‌ها به‌عنوان فاکتوری برای تعیین سطح آب گیاه شناخته شده است که منعکس کننده فعالیت‌های متابولیکی در بافت‌هاست. کاهش در محتوای نسبی آب برگ نشانگر یک کاهش تورگر می‌باشد که سبب کاهش آب مورد نیاز برای فرایندهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی از قبیل طویل شدن سلولی، باز شدن روزنه‌ها و فرایندهای وابسته به فتوسنتز است (۱۵ و ۱۸). کاهش در محتوای نسبی آب برگ می‌تواند به علت کاهش دسترسی به آب در شرایط تنش باشد، یا اینکه سیستم‌های ریشه‌ای به‌دلیل کاهش سطح جذب، قادر به جبران آب از دست‌رفته توسط تعرق نباشند (۳۲).

شوری در حد معنی‌داری وزن خشک ریشه و ساقه ارقام کلزا را نیز کاهش داده است. Kaya و همکاران (۲۰۰۱) نیز با بررسی تأثیر شوری بر گیاه اسفناج اظهار داشتند که شوری رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین موجب کاهش وزن‌خشک و عملکرد گیاه می‌گردد. بنا بر گزارش‌های دیگر شوری سبب کاهش وزن خشک ساقه، ریشه و برگ، سطح و تعداد برگ و بسیاری از ویژگی‌های مرفولوژیکی دیگر در گیاهان لوبیا (۲۱) و کلزا (۸) می‌گردد.

با توجه به داده‌های ارائه شده در جدول‌های ۱ و ۲ و شکل‌های ۱ تا ۴ مشاهده گردید که رقم (H308) به‌عنوان رقم مقاوم‌تر همواره وزن‌های تر و خشک بیشتری نسبت به رقم حساس‌تر، (H420)، در همه سطوح شوری داشته است. احتمالا در سطوح بالای شوری، مخصوصاً در گروه حساس سلول‌ها قادر به تنظیم اسمزی، رشد و تکثیر نبوده، بنابراین وزن خشک کمتری نسبت به گروه شاهد پیدا کرده‌اند. تفاوت در میزان کاهش وزن‌خشک ریشه و ساقه در ارقام حساس و مقاوم به شوری توسط محققان دیگر در کلزا (۲۸)، گندم(۳۰) و برنج (۱۶) نیز گزارش شده است.

تغییرات وزن خشک ریشه و ساقه همبستگی معنی‌داری را با میزان کلروفیل ارقام در سطوح مختلف شوری نشان می‌دهد. براساس داده‌های ارائه شده در شکل ۵ در تیمارهای مختلف نمک، محتوای کلروفیل رقم مقاوم-تر (H308) بیشتر از رقم حساس‌تر(H420) می‌باشد. در هر دو رقم با افزایش سطوح شوری محتوای کلروفیل برگ گیاهچه‌ها کاهش می‌یابد که این کاهش در سطوح شوری بالا معنی‌دار می‌باشد.

محتوای کلروفیل به عنوان یکی از پارامترهای مقاومت به شوری در گیاهان زراعی مطرح شده است. Sairam و همکارانش در سال ۲۰۰۲ کاهش محتوای کلروفیل را با افزایش سطوح شوری در رقم حساس و مقاوم به شوری گندم گزارش نمودند. آنها همچنین کاهش بیشتر محتوای رنگدانه‌ها در رقم حساس نسبت به رقم مقاوم را نشان دادند. بیشتر گزارش‌ها حکایت از آن داشت که محتوای کلروفیل کل تحت استرس شوری کاهش می‌یابد و برگ‌های پیر و نکروزه شده، با ادامه دوره شوری شروع به ریزش می‌نمایند (۲۷). هر چند در گیاه تاج خروس گزارش شده که شوری سبب افزایش محتوای کلروفیل شده است (۳۴). اما کاهش در محتوای کلروفیل در نتیجه تنش شوری در مورد پنبه (۲۴)، کدو تنبل(۳۱) و اسفناج (۲۲) هم گزارش شده است که با نتایج ما مطابقت دارد. احمدی موسوی و همکاران (۱۳۸۴) نیز نشان دادند که تنش کم آبی نیز منجر به کاهش محتوای کلروفیل برگ کلزا می‌شود. این کاهش ممکن است نتیجه تشکیل آنزیم‌های پروتئولیتیک نظیر کلروفیلاز باشد که باعث تجزیه کلروفیل می‌گردد و به سیستم فتوسنتزی آسیب می‌رساند (۳۳).

به دنبال افزایش سطح شوری، فتوسنتز کاهش می‌یابد که می‌تواند نتیجه‌ای از هدایت روزنه‌ای کمتر، حذف مراحل متابولیکی خاص در جذب کربن، ممانعت ظرفیت فتوسنتزی، عدم شکل‌گیری کامل و صحیح کلروپلاست، عدم ثبات کمپلکس‌های پروتئینی رنگدانه‌ای، به‌هم ریختن ساختمان کلروفیل و تغییراتی در تعداد و ترکیب کارتنوئیدها باشد (۱۰) و در نتیجه کاهش وزن خشک مورد انتظار است.

صدمه ناشی از عوامل تنش‌زای محیطی نظیر گرما، سرما، خشکی، شوری و بسیاری از عوامل تنش‌زای محیطی در مرحله اول بر روی غشاهای سلولی قابل مشاهده است. به‌طوری‌که در اثر اعمال تنش شوری نفوذپذیری غشا نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با توجه به جدول ۲ و شکل ۶ با افزایش سطوح شوری، میزان نشت الکترولیتی مواد از غشاهای برگ‌های دو رقم کلزا افزایش نشان داد.

افزایش نشت الکترولیتی مواد نشانه‌ای از آسیب غشاها و کاهش پایداری غشاها می‌باشد که احتمالاً نتیجه تنش اکسیداتیو منتج از شوری است (۱۲ و ۱۹). افزایش نشت الکترولیتی مواد در نتیجه افزایش سطوح شوری، در اسفناج (۲۲)، گندم (۳۰) و کلزا (۲۹) نیز گزارش شده است.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر بر روی دو رقم (H308) و (H420) کلزا نشان داد که تخریب غشا و افزایش نشت الکترولیتی در رقم (H420) کلزا نسبت به رقم (H308) بیشتر بوده و این امر با پاسخ‌های رشد و میزان کلروفیل و محتوای نسبی آب گیاهان انطباق دارد. به طوری که بین میزان نشت الکترولیتی و پاسخ‌های رشد و محتوای کلروفیل و آب نسبی همبستگی منفی و معنی‌داری در هر دو رقم به چشم می‌خورد.

Battacharjee و .Mukherjee (۲۰۰۲) نیز گزارش نمودند که شوری موجب القای تنش اکسیداتیو ثانویه شده و با تولید سطح افزایش یافته‌ای از گونه‌های اکسیژن فعال موجب تخریب غشاء و افزایش نشت الکترولیتی می‌گردد. بر طبق گزارش آنها نشت الکترولیتی در رقم حساس به شوری برنج نسبت به رقم مقاوم بیشتر بود.

نشت الکترولیتی غشاء به‌عنوان شاخصی مؤثر در تعیین

درجه مقاومت به شوری و ارتباط آن با شاخص‌های رشد گیاهان توسط Ashraf و Ali در سال ۲۰۰۸ نیز مطرح شده است.

به‌هرحال نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کلزا در ردیف گیاهان با مقاومت متوسط به شوری قرار می‌گیرد. اگرچه هر دو رقم کلزا واکنش منفی زیادی به شوری نشان داده‌اند، اما در کل واکنش رقم (H308) نسبت به رقم (H420) ملایم‌تر بوده است. احتمالاً مقاومت بهتر رقم (H308) به داشتن سازوکارهای مناسب‌تر برای جلوگیری از تخریب غشا، حفاظت بیشتر از غشاها و رنگیزه‌های درگیر در فتوسنتز و حفظ محتوای نسبی آب و ایجاد شرایط بهتر برای انجام فرایندهای فیزیولوژیک، مرتبط می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد شاخص‌های اندازه‌گیری رشد گیاهچه، میزان کلروفیل و نشت الکترولیتی و محتوای نسبی آب برای مقایسه مقاومت نسبی ارقام کلزا به شوری شاخص‌های خوب و قابل قبولی هستند.

منابع

۱. احمدی موسوی، ع. منوچهری کلانتری، خ.، ترکزاده، م. ۱۳۸۶. اثر نوعی براسینواستروئید بر مقدار تجمع مالون دآلدئید، پرولین، قند و رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه کلزا تحت تنش کم آبی. مجله زیست شناسی ایران جلد ۱۸، شماره ۴، صفحات ۳۰۶-۲۹۵

۲. خدابخش، ف. عموآقایی، ر. مستاجران ،ا. امتیازی. گ. ۱۳۸۹. بررسی اثر هیدرو و اسموپرایمینگ دانه‌های نخود بر روی جوانه‌زنی، فاکتورهای رشد و تعداد گرهک‌های ریشه در شرایط تنش شوری. مجله ریست گیاهی ایران. شماره ششم.صفحات ۷۱-۸۶

۳. مظاهری تیرانی. م و منوچهری کلانتری. خ. ۱۳۸۵. بررسی سه فاکتور سالیسیلیک اسید، تنش خشکی و اتیلن و اثر متقابل آنها بر جوانه‌زنی کلزا. مجله زیست شناسی ایران جلد ۱۹، شماره ۴، صفحات ۴۰۸-۴۱۷

4. Amooaghaie R. 2011. The Effect of hydro and osmoprimng of on alfalfa seed germination and antioxidant defenses under high salt concentration stress. African Journal Biotechnology. 10: 6269-6275

5. Ahmadi S. H. and J. N. Ardekani. 2006. The effect of water salinity on growth and physiological stages of eight canola (*Brassica napus*) cultivars. Irrigation Science. 25: 11-20.

6. Aldesuquy H. S., Z. A. Baka, O.A. Elshehaby and H. E. Ghanem. 2011. Varietal differences in growth vigor, water relations, protein and nucleic acids content of two wheat varieties grown under sea water stress. Journal of Stress Phsiology and Biochemistry. 8:24-47

7. Arnon D. I. 1959. Photosynthesis by isolated chloroplast. IV. Central concept and comparison of three photochemical reactions. Biochemica et Biophysica Acta. 20: 440-446.

8. Ashraf, M. and Q. Ali. 2008. Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determination of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany. 63:266-273

9. Ashraf M. and T. McNeilly. 1990. Responses of four *Brassica* species to sodium chloride. Environmental and Experimental Botany. 30: 475-487.

10. Ashraf M. and T. McNeielly. 2004. Salinity tolerance in *Brassica* oil seeds. Critical Review Plant Science. 23: 157-174.

11. Ashraf M., N. Nazir and T. McNeilly. 2001. Comparative salt tolerance of amphidiploide and diploide *Brassica* species. Plant Science. 160:683-689.

12. Besma B. D. and M. Denden. 2012. Effect of salt stress on growth, anthocyanins, membrane permeability and chlorophyll fluorescence of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedlings. American Journal of Plant Physiology. 7:174-183

13. Bhattacharjee S. and A. K. Mukherjee. 2002. Salt stress-induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in the three rice cultivars during early germination. Seed Science and Technology. 30: 279-286.

14. Chookhampaeng S. 2011. The effect of salt stress on growth, Chlorophyll content, prolin content and antioxidative enzymes of pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings. European Journal of Scientific Research. 49:103-109

15. Cicek N. and H. Cakirlar. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulgican Journal Plant Physiology. 28: 66-74.

16. Demiral T. and I. Turkan. 2005. Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. Environmental and Experimental Botany. 53: 247-257.

17. Dionisio-Sese M. L. and S. Tobita. 1998. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. Plant Science. 135:1–9.

18. Farkhonded R., E. Nabizadeh and N. Jalilnezhad. 2012. Effect of salinity stress on proline content, membrane stability and water relation in two sugar beet cultivars. International Journal of Agicultural Science. 2(5): 385-392.

19. Hasegawa P. M., R. A. Bressan, J. K. Zhu and H. J. Bohnert. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 51: 463–499.

20. Hernandez J. A. and M. S. Almansa. 2002. Short-term effects of salt stress on antioxidant systems and leaf water relations of pea lines. Physiologia Plantarum. 115: 853-862.

21. Jebara S., M. Jebera, F. Limam and M. E. Aouani. 2005. Changes in ascorbate peroxidase, catalase. guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. Journal of Plant Physiology. 162: 929-936.

22. 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. *Bulgican*. Journal of Plant Physiology .27: 47-59.

23. Manchanda G. and N. Garg. 2008. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiologiae Plantarum. 30: 595-622

24. Meloni D. A., M. A. Oliva, C. A. Martinez and J. Cambraia. 2003. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. Environmental and Experimental Botany. 49: 69-76

25. Molazem D. and J. Azimi. 2011. Effect of different levels of salinity on Leaf characteristics and chlorophyll content of commercial varieties of maize (*Zea mays L.*). Australian Journal of Basic and Applied Science. 5:1718-1722.

26. Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment. 25: 239–250.

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

28. 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 Plantarum. 64: 629-632.

29. Rezaei H., S. K. Khosh, M. J. Malakouti and M. Pessarakli. 2006. Salt tolerance of canola in relation to accumulation and xylem transportation of cations. Journal of Plant Nutrition. 29: 1903-1917.

30. Sairam R. K., K. V. Rao and G. C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long-term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science. 163: 1037–1046.

31. Sevengor s., f. Yasar, S. Kusvuran and S. Ellialtioglu. 2011. The effect of salt stress on growth. chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedlings. African Journal of Agricultural Research. 6:4920-4924

32. Smart R. E. and G. E. Bingham. 1974. Rapid estimates of relative water content. Plant Physiology. 53:258–260.

33. Tuna A. L., C. Kaya, M. Dikilitas and D. Higgs. 2008. The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. Environmental and Experimental of Botany. 62: 1–9

34. Wang Y. and N. Nil. 2000. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 75: 623–627.

35. Yazici I., I. Turkan, A. H. Sekmen and T. Demiral. 2007. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca olercea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. Environmental and Experimental of Botany. 61: 49-57.

36. Zhu J. K. 2001. Plant salt tolerance. Trends Plant Science. 6: 66-71.

The effect of salinity on seedling growth, chlorophyll content, relative water content and membrane stability in two canola cultivars

Amooaghaie R.[1], Ghorban Nejad Neirizi H.[1] and Mostajeran A.[2]

Biology Dept., Faculty of Sciences, University of Shahr e Kord, Shahr e Kord, I.R. of Iran

Biology Dept., Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, I.R. of Iran

Abstract

Salinity has been identified as one of the most pervasive environmental hazards, limiting crop production mostly in arid regions of the world such as Iran. In this research, two cultivar canola seeds (H420, H308) were grown hydroponically and seedlings exposed to different concentrations of NaCl (0, 50, 100, 150 and 200 mM) Changes in fresh and dry weights of roots and shoots, chlorophyll content, membrane electrolyte leakage and relative water content (RWC), in response to salt stress these were evaluated in 20-old days plants of two cultivars. Results showed that increasing of salinity concentration caused a reduction in fresh and dry weights of shoot and root, chlorophyll content, relative water content (RWC) but increased electrolyte leakage and these responses were more severe in H420. These results suggest that maintenance of relative water content in more resistant cultivar (H308) combined to higher chlorophyll content and more membrane integrity were considered as part of the mechanisms for resistance to salt stress in H308 cultivar.

Key words: salinity, cultivars, canola, chlorophyll content, Electrolyte leakage and relative water content