

واکنش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به تنش شوری در ۲۴ ژنوتیپ نخود خشک ایرانی (*Cicer arietinum* L.)

ایرج اله‌دادی^۱، شهریار دشتی^{۲*}، حسین عسکری^۳، غلامعباس اکبری^۱ و زینت حاجی هاشمی^۴

۱- استادیار گروه زراعت پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۲- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۳- پژوهشگر موسسه بیوتکنولوژی، کرج

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱/۲۹

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۲

چکیده

به منظور مطالعه اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی و صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک و رشد گیاهچه‌های ۲۴ ژنوتیپ نخود این بررسی در سه بخش در شرایط گلخانه انجام شد. در هر سه بخش آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد که در بخش اول، آزمون جوانه‌زنی تحت (غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌مول کلرید سدیم)، بخش دوم آزمون غربال‌گری (غلظت‌های صفر، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ میلی‌مول کلرید سدیم) جهت شناسایی لاین‌های حساس و مقاوم به تنش شوری و در بخش سوم برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم تحت (غلظت‌های صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌مول کلرید سدیم) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین درصد نهایی جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های FLIP95-64C و FLIP95-58C و حداکثر و حداقل سرعت جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های FLIP95-64C و FLIP95-57C بود. تمامی ژنوتیپ‌ها در غلظت ۵۰ میلی‌مول حداقل به میزان ۷۶ درصد جوانه زدند. نتایج حاصل از آزمون غربال‌گری نشان داد که ژنوتیپ FLIP95-50C جزء مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها (آستانه شوری ۴/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) و ژنوتیپ‌های FLIP95-57C و FLIP93-174C جزء حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها (آستانه شوری ۱/۰۲ دسی‌زیمنس بر متر) به تنش شوری بودند. نتایج تجزیه واریانس بخش سوم مطالعه نشان داد که ژنوتیپ مقاوم (FLIP95-50C) در صفت وزن خشک کاهش کمتری داشت، همچنین این ژنوتیپ طول ریشه‌چه بیشتری داشت. تجمع یون‌های سدیم و کلر در ژنوتیپ مقاوم کمتر بود که احتمالاً حاکی از وجود مکانیسمی در این گیاه است که در هنگام مواجه شدن با تنش شوری، موجب دفع یون‌ها از گیاه و یا عدم جذب آن‌ها می‌شود. همچنین مشخص گردید که واکنش گیاه نخود به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی با مرحله گیاهچه متفاوت است.

کلمات کلیدی: نخود خشک ایرانی، جوانه‌زنی، تنش شوری، کلر، سدیم، آستانه شوری

مقدمه

نخود سومین محصول مهم در بین بقولات است و در بیش از ۴۰ کشور جهان کشت می‌شود. بیش از ۹۵ درصد سطح زیر کشت، تولید و مصرف آن در کشورهای در حال توسعه صورت می‌گیرد و طی بیست سال گذشته (۲۰۰۴-۱۹۸۵) سطح زیر کشت این محصول، ۷ درصد و عملکرد آن ۲۴ درصد افزایش داشته است. در حال حاضر مهمترین کشورهای تولید کننده نخود عبارتند از هند، ترکیه، پاکستان، ایران، مکزیک، میانمار، اتیوپی، استرالیا و کانادا (۸). در اکثر مناطق که کشت آن مرسوم است معمولاً به طور سنتی در تناوب با غلات قرار داده می‌شود. گرچه کشت زمستانه نخود عملکرد بالاتری دارد، اما با مشکلاتی از قبیل برخی بیماری‌ها و کاهش تثبیت ازت مواجه است، از طرف دیگر عملکرد کشت بهاره نخود عمدتاً بدلیل برخورد با تنش آب در انتهای فصل رشد گیاه رضایت بخش نیست. بمنظور تولید عملکرد قابل قبول، باید کمبود آب از طریق آبیاری جبران گردد که در برخی مناطق بدلیل شور بودن آب با محدودیت مواجه است. به طور کلی بقولات از محصولات زراعی نسبتاً حساس به شوری محسوب می‌شوند (۷). خشکی فیزیولوژیکی حاصل از تنش شوری ممکن است موجب محدودیت در جذب آب شود. از سوی دیگر افزایش جذب نمک توسط گیاه، سبب اختلال در کارکرد سلولی و آسیب رساندن به فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل فتوسنتز و تنفس می‌شود (۱۰).

جوانه‌زدن، حساس‌ترین مرحله رشد و نمو گیاهان است و جوانه زدن ضعیف در خاک‌های شور باعث استقرار ضعیف و تولید کم گیاهچه‌ها و در نهایت منجر به کاهش محصول خواهد شد (۲). ممکن است گیاهان در مرحله جوانه زدن، به همان نسبت مراحل بعدی رشد، در برابر شوری مقاومت نداشته باشند. برخی مطالعات نشان می‌دهد نخود در مرحله جوانه‌زنی نسبت به باقی مراحل حساسیت کمتری به شوری دارد (۱۹). باید توجه داشت که بین و درون گونه‌های گیاهی اختلاف معنی‌داری از لحاظ ژنوتیپی

قابل مشاهده است. در مورد تحمل به نمک، اختلافات ژنوتیپی در درون گونه‌ها می‌تواند در نتیجه مکانیسم‌های تنظیم کننده تغذیه معدنی باشد (۱۶). به نظر می‌رسد تحت تنش شوری، ریشه نسبت به اندام هوایی از مقاومت بیشتری برخوردار باشد (۴). شوری سبب کاهش پتانسیل آب و جذب مواد معدنی، تأثیر بر فتوسنتز و نیز هدایت روزنه‌ای می‌شود (۱۲). در اکثر گیاهان تیمار با نمک موجب کاهش شاخص برداشت و شاخص ریشه‌چه شده و در تخصیص کربن تغییراتی رخ می‌دهد که سبب می‌شود رشد ریشه‌چه به وضوح بیش از اندام هوایی شود. در مراحل بعدی رشد نیز تنش شوری با تأثیر بر نقل و انتقال مواد فتوسنتزی و مواد غذایی معدنی از آوند آبکش و چوبی به غلاف و بذور سبب کاهش محصول نهایی خواهد شد (۱۲). تحقیقات نشان می‌دهد در شرایط تنش شوری، گیاهچه‌های ۴۰ روزه لویبا با استفاده از رشد بهتر ریشه‌چه نسبت به اندام هوایی موجب تشدید دفع سدیم شده و در نتیجه تولید بذر و یا قابلیت زنده ماندن حفظ می‌شود. در این شرایط، تخصیص مواد غذایی می‌تواند سازگاری و بقاء گیاه را تضمین نماید (۲۱).

بنابراین با توجه به وسعت منابع آب و خاک شور در کشور و نیز با عنایت به اهمیت نخود خشک بعنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی کشور، تحقیق حاضر با هدف دستیابی به ژنوتیپ‌هایی با توان تحمل شوری بالا و نیز مطالعه عکس‌العمل این گیاه به شرایط تنش انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این بررسی ۲۴ ژنوتیپ نخود تولید شده در ایکاردا از طریق مرکز تحقیقات دیم کشور واقع در مراغه دریافت و در سه آزمایش جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. در بخش اول به منظور طبقه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت به درجه شوری در مرحله جوانه‌زنی آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. بذور با استفاده از غوطه‌ور شدن در هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد بمدت ۱۰ دقیقه

که در این رابطه، STI: شاخص تحمل به شوری، TDW: وزن خشک کل، st: تیمار شاهد و SX: تیمار شوری می‌باشد (۳).

در بخش سوم جهت ارزیابی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو ژنوتیپ حساس و مقاوم آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای شوری اعمال شده عبارت بودند از صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌مول کلرید سدیم. بذور در گلدان‌های ۲۵ سانتی‌متری حاوی ماسه کشت شدند. ماسه‌ها سه نوبت با استفاده از اسید سولفوریک ۹۷ درصد شستشو داده شدند. پس از هر نوبت اسید شویی سه مرتبه با آب معمولی آبکشی شدند. بمنظور ارزیابی، صفات وزن خشک اندام هوایی و ریشه چه، طول اندام هوایی و ریشه چه و غلظت یون‌های سدیم و کلرید اندازه‌گیری شدند. جهت برآورد غلظت یون سدیم از دستگاه فلیم فتومتر، به روش هضمی استفاده شد. برای اندازه‌گیری غلظت یون کلرید، ۶۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر شده به همراه پنج گرم از اندام هوایی آسیاب شده در شیکر آب گرم به مدت ۹۰ دقیقه عصاره‌گیری و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با استفاده از کرین اکتیو، رنگبری گردید. در نهایت سه قطره کرومات پتاسیم به عنوان معرف اضافه شده و با نیترات نقره تیترا شد. بمنظور آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SAS و جهت آمایش اعداد خام و رسم نمودارها، از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها از بخش اول تحقیق (جدول ۱) نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها و غلظت‌های مختلف شوری ($P \leq 0.01$) برای درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود، اما تأثیری بر اثرات متقابل ژنوتیپ × شوری نداشت. با بررسی سرعت جوانه‌زنی مشخص شد (شکل ۱) که ژنوتیپ‌های با درصد جوانه‌زنی بالا مانند FLIP95-64C در محیط شور سرعت جوانه‌زنی بالاتری نیز دارا هستند (شکل ۲). همانطور که مشخص است شیب

ضدعفونی گردید و جهت حذف اثر هیپوکلرید سدیم پنج مرتبه با آب مقطر آبکشی و شستشو داده شدند. برای انجام آزمایش از پتری‌های ۹ سانتی‌متری که دولایه کاغذ صافی در آن‌ها قرار داده شده بود استفاده گردید. محلول‌های نمکی در سه غلظت صفر (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مول کلرید سدیم تهیه و به پتری‌ها که شامل ۲۰ عدد بذر بودند اضافه گردید. بذور در ژرمیناتور^۱ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ درصد به مدت ۸ روز نگهداری شدند و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از معادله ماگویر محاسبه شد (۱۶).

$$GR = \frac{n1}{t1} + \frac{n2}{t2} + \dots + \frac{n8}{t8}$$

که در این فرمول:

GR: سرعت جوانه‌زنی، n: تعداد بذور جوانه‌زده و t: زمان‌های ثبت اطلاعات می‌باشند.

در بخش دوم به منظور غربال ژنوتیپ‌ها در مرحله گیاهچه، آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. پس از ضدعفونی بذور به تعداد ۱۰ عدد از هر ژنوتیپ در گلدان‌های ۲۵ سانتی‌متری حاوی پرلیت کشت گردید. تیمارهای نمکی اعمال شده شامل صفر، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌مول کلرید سدیم بود. به منظور رشد مناسب بوته‌های نخود از محیط غذایی که توسط براتون و ویل‌درت^۲ برای لگوم‌های دانه درشت پیشنهاد شده بود استفاده گردید (۱). پس از ۳۵ روز صفات طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه چه مورد ارزیابی قرار گرفت. طبقه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس آستانه شوری (EC_e) که از معادله ماس و هافمن (۱۴) محاسبه شد، صورت گرفت و جهت محاسبه آستانه از اعداد مربوط به عملکرد نسبی استفاده شد (۱۵). همچنین شاخص تحمل شوری^۳ از رابطه زیر بدست آمد:

$$STI = (TDW_{sx} / TDW_{st}) \times 100$$

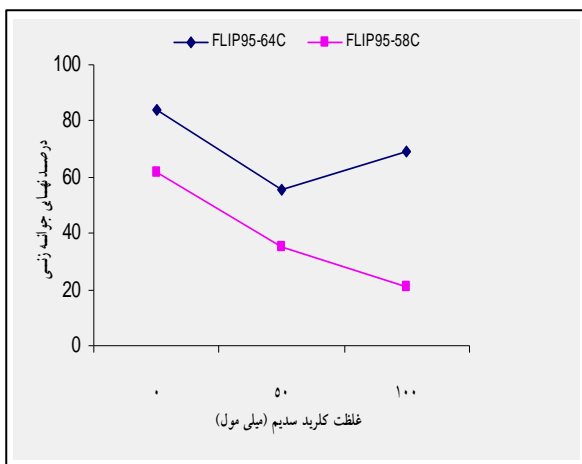
^۱ - Percision 818

^۲ - Broughton and Dilworth

^۳ - Salt tolerance index (STI)

کمترین آستانه شوری و ژنوتیپ‌های FLIP95-64C و FLIP95-50C به ترتیب با ۱/۵ و ۴/۳۲ dS/m بیشترین میزان آستانه شوری را داشتند. همان طور که ذکر شد ژنوتیپ مقاوم FLIP95-50C بر اساس مقدار آستانه مورد انتخاب قرار گرفته است اما الزاما دارای STI حداکثر نیست (جدول ۴).

این پدیده ممکن است به این دلیل باشد که توان لاین‌های با عملکرد بالا در تبدیل تمام کربن جذب شده به پتانسیل عملکرد بیشتر است، درحالی که لاین‌های با عملکرد پایین ممکن است هنوز برخی از سازوکارها را برای سازگاری با تنش نداشته باشند، به علاوه در اندازه‌گیری تحمل به نمک به منظور غربال کردن ارقام، پیچیدگی‌های خاصی وجود دارد که سبب می‌شود تفسیر نتایج مشکل شود.



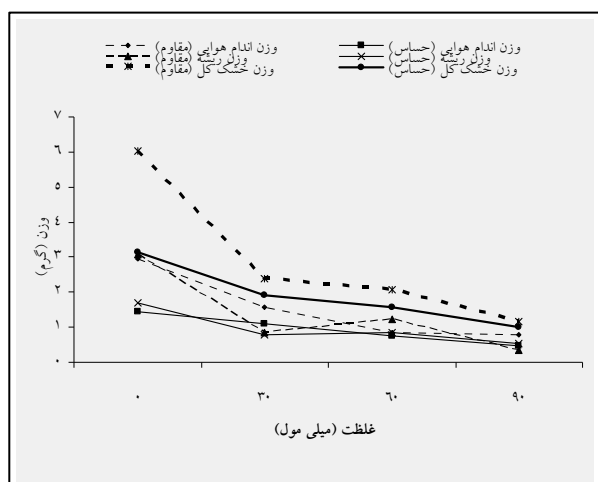
شکل ۱ - تاثیر غلظت‌های مختلف شوری روی درصد نهایی جوانه‌زنی

کاهش درصد جوانه‌زنی تا ۵۰ میلی‌مول برای هر دو ژنوتیپ مقاوم و حساس بسیار مشابه است اما پس از ۵۰ میلی‌مول کاهش درصد جوانه‌زنی برای ژنوتیپ حساس (FLIP 95-58C) شیب تندتری دارد. در مورد سرعت جوانه‌زنی نیز شیب کاهش با افزایش غلظت برای ژنوتیپ حساس تندتر بوده و تا انتها همچنان ادامه داشت (شکل ۱، ۲). روانا و همکاران (۱۹۸۶) به نتایجی خلاف تحقیق حاضر دست یافتند.

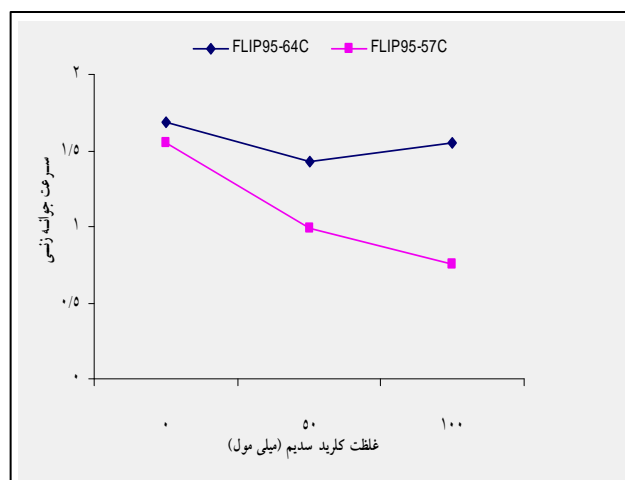
از آنجایی که هرچه شیب کاهش کندتر باشد نشان از مقاومت بیشتر ژنوتیپ مورد نظر در شرایط تنش دارد لذا می‌توان جهت غربال ژنوتیپ‌های مقاوم از این ویژگی استفاده نمود. مقایسه میانگین‌ها حاکی از کاهش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی برای غلظت بیشتر شوری است (جدول ۲) که با نتایج دیگر محققان بر روی گیاهان زراعی مختلف؛ کلزا (۲۰)، سویا (۵)، گراس‌های مختلف (۱۳ و ۱۴)، لوبیا، لوبیا چشم بلبلی و نخود (۲۲) مطابقت دارد. کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش سرعت جذب اولیه آب و همچنین تاثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم و سمیت یون‌ها بر فرآیندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی نسبت داد (۱۶).

در بخش دوم تحقیق، تفاوت‌های بین صفات طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، وزن خشک کل و شاخص تحمل به شوری ژنوتیپ‌ها از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۴). ژنوتیپ‌هایی که میانگین طول گیاهچه بیشتری داشتند (FLIP94-107C، FLIP93-182C و ILC482) از لحاظ طول ریشه‌چه الزاما برتر نبودند (جدول ۴).

بالعکس ارقام FLIP95-69C، FLIP95-4C و FLIP95-67C که در مقایسه میانگین‌ها، دارای بالاترین میانگین طول ریشه‌چه بودند از لحاظ طول گیاهچه در رده میانی قرار گرفتند. محاسبه آستانه شوری (جدول ۳) مشخص ساخت، که ژنوتیپ‌های FLIP93-174C و FLIP93-57C به ترتیب با ۱/۰۲ و ۱/۰۴ dS/m دارای



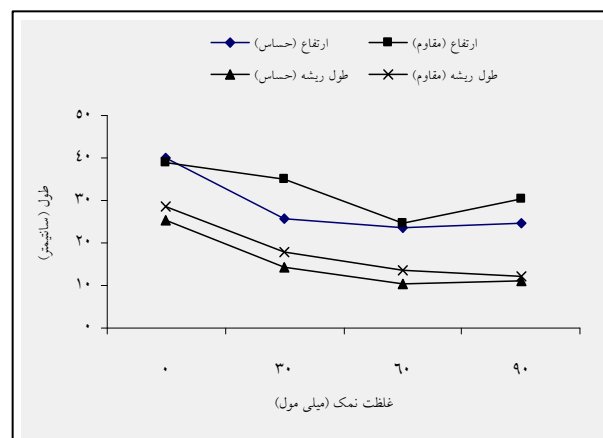
شکل ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف شوری روی وزن اندام هوایی، ریشه و وزن خشک کل دو ژنوتیپ حساس و مقاوم



شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف شوری روی سرعت جوانه‌زنی

اما در ژنوتیپ مقاوم (FLIP 95-50C) روند کاهش تقریباً با شیب کمتری صورت گرفت و حتی بعد از ۶۰mM اندکی افزایش نشان داد و در ژنوتیپ حساس (FLIP 95-57C) پس از ۳۰mM کاهش با شیب ملایم‌تر ادامه داشت (شکل ۳). در مورد صفت طول ریشه هر دو ژنوتیپ از کاهش برخوردار بودند ولی میزان آن در ژنوتیپ حساس بیشتر بود (شکل ۳).

در بخش سوم این مطالعه، دو ژنوتیپ برگزیده شده از آزمایشات قبل (FLIP95-50C و FLIP95-57C) در صفات طول اندام هوایی، طول ریشه‌چه، تعداد برگ در گیاهچه، وزن اندام هوایی، وزن ریشه و وزن خشک کل، اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری داشتند (جدول ۵) در مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن معلوم شد که گیاهچه‌های شاهد ارتفاع بیشتری یافتند و با افزایش غلظت، کاهش ارتفاع در هر دو ژنوتیپ مشهود بود اما در ژنوتیپ مقاوم (FLIP 95-50C) روند کاهش تقریباً با شیب کمتری صورت گرفت و حتی بعد از ۶۰mM اندکی افزایش نشان داد و در ژنوتیپ حساس (FLIP 95-57C) پس از ۳۰mM کاهش با شیب ملایم‌تر ادامه داشت (شکل ۳). در مورد صفت طول ریشه هر دو



شکل ۳- تاثیر غلظت‌های مختلف شوری روی ارتفاع و طول ریشه دو ژنوتیپ حساس و مقاوم

در بخش سوم این مطالعه، دو ژنوتیپ برگزیده شده از آزمایشات قبل (FLIP95-50C و FLIP95-57C) در صفات طول اندام هوایی، طول ریشه‌چه، تعداد برگ در گیاهچه، وزن اندام هوایی، وزن ریشه و وزن خشک کل، اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری داشتند (جدول ۵) در مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن معلوم شد که گیاهچه‌های شاهد ارتفاع بیشتری یافتند و با افزایش غلظت، کاهش ارتفاع در هر دو ژنوتیپ مشهود بود.

ژنوتیپ از کاهش برخوردار بودند ولی میزان آن در ژنوتیپ حساس بیشتر بود (شکل ۳). تعداد برگ نیز تحت تاثیر غلظت نمک اختلاف معنی‌داری را نشان داد به طوری‌که غلظت بیشتر نمک کاهش زیادی را در تعداد برگ ایجاد کرد (جدول ۵). از آنجایی که تولید گیاه بواسطه سطح برگ و نسبت فتوسنتز خالص تعیین می‌شود، بدنال تنش شوری کاهش رشد گیاه در ژنوتیپ حساس مشهودتر خواهد بود. از جمله عوامل موثر بر ریزش برگ‌ها، تاثیر سدیم بر افزایش بازدارندگی نوری فتوسنتز می‌باشد، به این ترتیب در ناحیه در حال توسعه پهنک برگ که در معرض تابش نوری است تجمع یون سدیم، پیری برگ را شدت بخشیده و موجب تسریع ریزش آن می‌گردد (۱۱). در صفت وزن کل گیاهچه بین دو ژنوتیپ تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود داشت. افزایش اندک در غلظت نمک در هر دو ژنوتیپ حساس و مقاوم سبب افزایش در وزن ریشه

گیاهچه‌ها شد (شکل ۴) پلات و همکاران نیز به نتایج مشابه دست یافته بودند (۱۷). در میزان تجمع یون سدیم بین دو ژنوتیپ حساس و مقاوم نیز اختلاف معنی‌دار وجود داشت و غلظت آن در ژنوتیپ مقاوم‌تر (FLIP95-50C) نسبت به ژنوتیپ حساس کمتر بود (شکل ۵) که با نتایج رنگل (۱۸) مطابقت دارد. احتمالاً این حالت به این دلیل است که گونه‌های متحمل‌تر به نمک، یون‌های Ca^{2+} و K^+ را در حد بالا نگاه داشته و از غلظت Na^+ و Cl^- می‌کاهند (۶). بعبارت دیگر می‌توان گفت که عکس‌العمل عمده گیاه نسبت به تنش شوری تغییر از هوموستازی Ca^{2+} می‌باشد و تحمل گیاه به نمک به اجتناب از سمیت Na^+ و حفظ غلظت Ca^+ و K^+ نسبت داده می‌شود (۱۸). البته بنظر نمی‌رسد که یون سدیم عنصری ضروری برای گیاه محسوب شود گرچه ممکن است بتواند فشار تورژسانس را حفظ کند اما قادر نخواهد بود جانشین کارکردهای ویژه Ca^{2+} و K^+ شود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس واکنش اجزای جوانه‌زنی به تنش شوری

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی		
۰/۱۳**	۰/۱۹**	۲۳	ژنوتیپ
۴/۹۰**	۹/۶۷**	۲	غلظت
۰/۰۳ ns	۰/۰۸ ns	۴۶	ژنوتیپ × شوری
۰/۰۳	۰/۰۶	۱۴۴	خطای آزمایشی
۱۳/۴۲	۲۹/۳۲	---	ضریب تغییرات (CV%)

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد ns: غیر معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح شوری بر اجزای جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های نخود

سرعت جوانه‌زنی (GR)	درصد نهایی جوانه‌زنی (FGP)	شوری (میلی مول)
۱/۲۸a	۷۱/۸۹a	۰ (شاهد)
۱/۱۹b	۴۴/۵۶b	۵۰
۱/۰۱c	۳۳/۰۰c	۱۰۰

در هر ستون اختلاف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد

جدول ۳- آستانه شوری ۲۴ ژنوتیپ نخود (EC_t) و درصد کاهش عملکرد (S) به ازای هر واحد افزایش در شوری محیط رشد

ژنوتیپ	EC_t (dS/m)	S (%)	ژنوتیپ	EC_t (dS/m)	S (%)
FLIP 92-162C	۳/۲۹	۸۹/۶۱	FLIP 95-57C	۱/۰۴	۹۵/۹۰
FLIP 92-169C	۱/۰۶	۹۶/۷۰	FLIP 95-58C	۱/۰۹	۹۳/۱۰
FLIP 93-174C	۱/۰۲	۹۶/۹۰	FLIP 95-59C	۳/۱۷	۷۰/۷۰
FLIP 93-182C	۳/۱۱	۸۷/۶۰	FLIP 95-60C	۳/۵۳	۶۵/۹۰
FLIP 94-25C	۲/۳۲	۹۰/۶۰	FLIP 95-61C	۲/۵۷	۸۳/۱۵
FLIP 94-44C	۱/۴۱	۹۶/۰۰	FLIP 95-62C	۳/۹۲	۷۴/۳۰
FLIP 94-107C	۱/۹۶	۹۵/۷۳	FLIP 95-63C	۳/۷۹	۷۶/۸۰
FLIP 94-108C	۲/۷۲	۹۵/۵۸	FLIP 95-64C	۴/۱۵	۷۳/۰۰
FLIP 95-46C	۳/۴۶	۹۶/۲۰	FLIP 95-67C	۲/۰۵	۸۹/۹۰
FLIP 95-50C	۴/۳۲	۹۶/۸۷	FLIP 95-69C	۲/۰۷	۹۰/۴۱
FLIP 95-51C	۳/۰۳	۹۶/۰۰	FLIP 82-150C	۲/۸۹	۸۵/۵۰
FLIP 95-55C	۳/۳۳	۹۳/۰۰	ILC 482	۳/۹۵	۷۶/۰۰

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اجزای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در ۲۴ ژنوتیپ نخود تحت شرایط تنش شوری

ژنوتیپ	درصد نهایی جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول گیاهچه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	وزن اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	STI
FLIP 92-162C	۵۳/۶۵a-e	۱/۳۰bcd	۲۶/۵۱c	۱۴/۶۶fgh	۰/۶۱f	۰/۲۶m	۷۰/۳۷hi
FLIP 92-169C	۵۲/۰۷b-f	۱/۲۸c-g	۲۶/۶۷c	۱۵/۰۷efg	۰/۸۹e	۰/۸۴i	۸۳/۵۶bcd
FLIP 93-174C	۵۶/۰۳b-f	۱/۲۸d-g	۲۴/۳۴f	۱۴/۶۸fgh	۱/۱۴bcd	۱/۱۵c	۸۲/۰۳b-f
FLIP 93-182C	۵۵/۰۳a-d	۱/۳۶abc	۲۸/۲۹ab	۱۵/۴۲def	۱/۱۱cd	۱/۰۴de	۹۲/۱۳a
FLIP 94-25C	۵۳/۴۸b-f	۱/۳۰c-g	۲۳/۳۶g	۱۴/۳۷gh	۰/۳۹hij	۰/۳۹l	۶۱/۰۶j
FLIP 94-44C	۴۱/۴۳ef	۱/۱۱fg	۲۷/۸۲b	۱۴/۷۹fg	۰/۲۴k	۰/۴۱l	۶۲/۶۲j
FLIP 94-107C	۴۱/۵۳ef	۱/۱۴d-g	۲۸/۹۱a	۱۵/۷۳cde	۱/۰۶d	۰/۹۲g	۷۷/۶۴d-f
FLIP 94-108C	۶۱/۶۰abc	۱/۴۵abc	۲۴/۲۹f	۱۶/۱۶bcd	۰/۶۶f	۱/۰۸d	۷۶/۶۴d-h
FLIP 95-46C	۴۷/۳۳b-f	۱/۱۷d-g	۲۵/۸۵cd	۱۶/۰۷ab	۱/۱۴bcd	۰/۹۳gf	۸۳/۱۸b-e
FLIP 95-50C	۵۵/۷۷a-e	۱/۳۱b-e	۲۱/۹۷h	۱۵/۴۲def	۱/۲۴a	۱/۲۷b	۷۷/۵۸d-g
FLIP 95-51C	۴۴/۱۴c-f	۱/۱۹d-g	۲۶/۳۳c	۱۵/۴۴def	۰/۵۲g	۰/۰۹n	۷۵/۳۵fgh
FLIP 95-55C	۴۶/۳۶b-f	۱/۱۶d-g	۲۰/۹۰i	۱۴/۵۷fgh	۱/۰۸cd	۱/۱۸c	۹۱/۵۳a
FLIP 95-57C	۳۹/۳۸ef	۱/۱۰g	۲۵/۹۰cd	۱۴/۴۲gh	۰/۸۷e	۰/۸۵hi	۷۶/۷۳d-h
FLIP 95-58C	۳۹/۳۸ef	۱/۱۳d-g	۲۳/۲۲g	۱۴/۳۰gh	۱/۱۶abc	۰/۹۹ef	۹۱/۷۲a
FLIP 95-59C	۴۱/۳۳def	۱/۱۶d-g	۲۵/۹۵cd	۱۵/۷۶cde	۰/۴۱hi	۰/۲۱m	۸۷/۷۰ab
FLIP 95-60C	۵۰/۵۰b-f	۱/۲۹c-g	۲۸/۰۴b	۱۶/۲۹bc	۰/۳۳ijk	۰/۵۴k	۷۶/۲۶e-h
FLIP 95-61C	۴۶/۸۳c-f	۱/۱۸d-g	۲۰/۷۵i	۱۲/۷۲i	۱/۲۱ab	۰/۹۳fg	۸۳/۰۳b-e
FLIP 95-62C	۴۲/۰۷ef	۱/۱۸d-g	۲۱/۱۱i	۱۳/۸۵h	۰/۴۴gh	۰/۶۴j	۶۷/۱۸ij
FLIP 95-63C	۶۲/۶۸ab	۱/۴۴ab	۲۴/۴۵f	۱۳/۸۵h	۱/۰۶d	۱/۳۵a	۸۶/۱۱abc
FLIP 95-64C	۶۹/۳۹a	۱/۵۶a	۲۵/۳۴de	۱۵/۸۶cde	۱/۱۷abc	۱/۱۹c	۸۷/۹۴ab
FLIP 95-67C	۵۱/۵۰b-f	۱/۲۷fg	۲۴/۷۲ef	۱۶/۳۰bc	۰/۳۱jk	۰/۶۶j	۷۲/۸۸ghi
FLIP 95-69C	۴۹/۴۸b-f	۱/۲۳bc	۲۳/۹۰fg	۱۷/۱۹a	۰/۵۱g	۰/۴۰l	۸۵/۳۵abc
FLIP 82-150C	۳۶/۵۹f	۱/۱۱de	۲۷/۷۱b	۱۴/۶۵fgh	۰/۶۵f	۰/۶۵j	۶۳/۱۷j
ILC 482	۳۹/۶۱ef	۱/۱۲efg	۲۸/۳۰ab	۱۴/۲۷gh	۰/۹۴e	۰/۹۱gh	۸۰/۲۷c-f

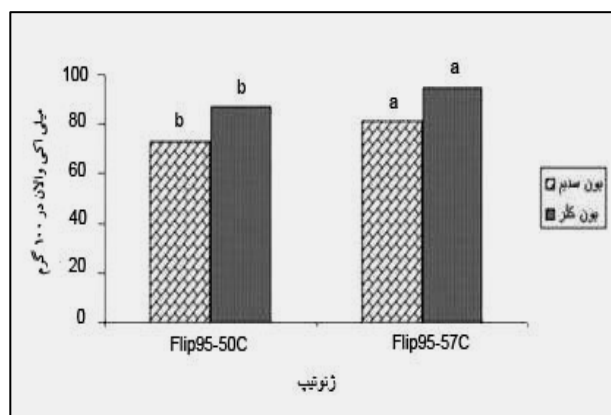
در هر ستون اختلاف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف شوری برای برخی صفات مورد سنجش دو ژنوتیپ برگزیده از آزمایشات بخش دوم

غلظت شوری (میلی مول)	طول اندام هوایی (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد برگ	وزن اندام هوایی (گرم)	وزن ریشه (گرم)	وزن خشک کل (گرم)
صفر (شاهد)	۳۹/۴۲ a	۲۷/۰۰ a	۱۷/۰۰ a	۲/۲۰ a	۲/۳۸ a	۴/۵۸ a
۳۰	۳۰/۳۳ b	۱۶/۱۷ b	۱۵/۱۷ a	۱/۳۴ b	۰/۸۲ b	۲/۱۵ b
۶۰	۲۴/۰۸ b	۱۱/۹۶ b	۱۳/۵۸ ab	۰/۷۹ c	۱/۰۳ b	۱/۸۲ b
۹۰	۲۷/۴۲ b	۱۱/۶۷ b	۱۰/۳۳ b	۰/۶۴ c	۰/۴۴ c	۱/۰۸ c
CV	۱۷/۷۳	۱۷/۶۹	۱۹/۶۵	۲۲/۲۳	۲۴/۰۷	۲۰/۷۴

* در هر ستون اختلاف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

50C دارای حداکثر آستانه تحمل بود. همچنین بر طبق نتایج حاصله گمان می‌رود که احتمالاً مکانیسم مقابله با شوری در گیاه در مواجهه با تنش از نوع دفع یونی است. از آن جایی که می‌توان کشت زمستانه این گیاه را در مناطقی که محصولات اندکی قادر به رشد می‌باشند گسترش داد و نیز سبب بهبود عملکرد دانه در نواحی شد که اخیراً تحت تاثیر شوری قرار گرفته‌اند، انتخاب ژنوتیپ مقاوم اهمیت خاصی خواهد داشت. همچنین این ژنوتیپ‌ها برای تحقیقات متخصصان اصلاح نباتات ارزشمند بوده و سبب توسعه ارقام جدید خواهد گردید.



شکل ۵- میزان تجمع یون سدیم و کلرید در اندام هوایی

از آنجایی که اکثر لگوم‌ها از گیاهانی هستند که Na^+ را دفع می‌کنند شاید یکی از دلایل کمتر بودن میزان این یون، در ژنوتیپ مقاوم‌تر در تحقیق حاضر باشد. احتمالاً در گیاه نخود بدنبال تنش شوری، بواسطه تأثیر یون سدیم آپوپلاستی بر غشاء، مکانیسم پیام‌رسانی فعال شود، که سبب دفع این یون از گیاه می‌گردد. نتایج آنالیز واریانس روی محتوی یون کلرید در دو ژنوتیپ نخود نشان داد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین دو ژنوتیپ مقاوم (FLIP 95-50C) و حساس (FLIP 95-57C) موجود می‌باشد و مشاهدات حاکی از آن است که یون کلرید نیز همانند سدیم در ارقام مقاوم غلظت کمتری دارد (شکل ۵). همچنین علت کمتر بودن غلظت یون کلرید می‌تواند وجود مکانیسمی باشد که موجب دفع آن از گیاه می‌گردد (۹). بررسی محققان دیگر نیز نشان می‌دهد که ارقام حساس‌تر میزان جذب بالاتری حتی در شرایط کم نمک داشتند و آزاد سازی Cl^- از سیمپلاست به درون آوند چوبی کمتر کنترل می‌شود (۱۱). این مطالعه نشان داد که پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف گیاه نخود به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی با مرحله گیاهچه متفاوت است بطوریکه ژنوتیپ FLIP95-64C که دارای قدرت جوانه‌زنی مناسبی است، آستانه شوری پایین‌تری نسبت به ژنوتیپ FLIP95-50C داشت در حالی که در آزمایش غربال‌گری، ژنوتیپ FLIP95-

سیاسگزار

حمایت‌های بیدریغ و همچنین مرکز تحقیقات دیم مراغه جهت تامین بذور، صمیمانه قدردانی به عمل می‌آید.

از همکاری مدیر محترم وقت گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان - دانشگاه تهران به دلیل

منابع

۱. اصغرزاده ا. ۱۳۷۵. بررسی پتانسیل تثبیت ازت در همزیستی سویه‌های بومی ریزوبیوم با دو رقم اصلی نخود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. انفراد ا.، ن. مجنون حسینی و ک. پوستینی. ۱۳۸۲. بررسی جوانه زدن ارقام کلزا در شرایط شوری. مجله کشاورزی، نشریه علمی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، جلد ۵، شماره ۲، صفحه ۱۷-۷.
3. **Bagci S.A. 2003.** Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. *Turkish Journal Agricultural*, 27:253-260.
4. **Cordovilla M.P., A. Ocana, F. Ligerio and C. Lluch. 1995.** Salinity effect on growth analysis and nutrient composition in four-grain legumes – Rhizobium symbiosis. *Journal of Plant Nutrition*, 18: 1595-1609.
5. **Essa T.A. 2002.** Effects of salinity stress on growth and nutrient composition three Soybean (*Glycine max L. merrill*) cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188: 86-93.
6. **Helal H.M. and K. Mengel. 1979.** Nitrogen metabolism of young barely plants as affected by NaCl salinity and potassium. *Plant Soil*, 51: 457-462.
7. **Hoffman G.J. 1977.** Crop salt tolerance. *Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE*. 103: 115-134.
8. **Icrisat.2006.** International crop research institute for the semi-arid tropics. Available on: <http://www.icrisat.org/Chickpea/Chickpea.htm>
9. **Lauchli A. and J. Wieneke. 1979.** Studies on growth and distribution of Na, K and Cl in soybean varieties differing in salt tolerance. *Z. Pflanzenernahr Bodenkd*, 142: 3-13.
10. **Leopold A.C. and R.P. Willing. 1984.** Evidence for toxicity effects of salts on membranes. In: Staples, R.C. and G.H. Toenniessen (Eds.), *Salinity Tolerance in Plants*. Wiley, New York, pp. 67-76.
11. **Luca M. 2001.** Physiological causes for decreased productivity under high salinity in Boma, a tetraploid *Chloris gayana* cultivar. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52: 903-910.
12. **Maiti R.K. and S. Moreno-Limon. 2001.** Seed and seedling traits in been (*Phaseolus vulgaris L.*) and its relation to abiotic stress resistance. *Legume Research*, 24(4): 211-221.
13. **Marschner H. 1995.** Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press, San Diego, CA.
14. **Mass E.V. and G. J. Hoffman. 1977.** Crop salt tolerance: Current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE*. 103 (IR2): 115-134.
15. **Mass E.V. 1993.** Plant Growth Response to Salt Stress. Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Klawer Academic Publishers, Printed in Netherlands, Vol 1:279-291.
16. **Murillo-Amador B., E. Troyo-Diégez, A. Lpez-Cortés, H.G. Jones, F. Ayala-Chairez and C.L. Tinoco-Ojanguren. 2001.** Salt tolerance of cowpea genotypes in the emergence stage. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41: 81-88.
17. **Plaut Z. 1990.** Salinity on CO₂ assimilation and diffusive conductance Cowpea leaves. *Physiological Plantrum*, 79: 31-38.
18. **Rengel Z. 1992.** The role of calcium in toxicity. *Plant Cell Environment*, 15: 625-632.
19. **Roana R.S. 1986.** Genetic diversity for salt-stress resistance of wheat in India. *Rachis*, 5:32-37.
20. **Rupela O.P. and J.V.D.K. Rao Kumar. 1987.** Adaptation of chickpea and pigeon pea to abiotic stresses. *Proceedings of Consultants Workshop, Patanchera, ICRISAT*.

21. Sibole J.V., E. Montero, C. Cabot, C. Poschenrieder and J. Barcelo. 2000. Relationship between carbon partitioning and Na^+ , Cl^- and ABA allocation in fruits of salt-stressed bean. *Journal of Plant physiology*, 157: 637-642.
22. Soussi M., A. Ocana and C. Lluch. 1998. Effects of salt stress on growth, photosynthesis and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum*). *Journal of Experimental Botany*, 49: 1329-1337.