Archive of SID

تعیین آستانه تحمل شوری ژنوتیپ‌های مختلف انار

علی مومن‌پور[۱]*، مریم دهستانی اردکانی، ولی سلطانی گرد فرامرزی، محمد هادی راد، محمد رضا وظیفه شناس، امین آناقلی، فاطمه احمدی و زهرا جماعتی

استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.**a.momenpour@areeo.ac.ir**

استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران .**mdehestani@ardakan.ac.ir**

محقق مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.**valisoltani1355@gmail.com**

استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.**mohammadhadirad@gmail.com**

استادیار بخش تحقیقات زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.**asman2000@gmail.com**

استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.**anagholi@yahoo.com**

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران.**f.ahmadi432@yahoo.com**

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران.**jamaatiz@yahoo.com**

چکیده

به‌منظور تعیین آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد در برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های انتخابی انار، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ژنوتیپ انار در ۱۲ سطح (شیشه‌کپ فردوس، ملس یزدی، ملس ساوه، رباب نیریز، گلنار زینتی ساوه، گلنار زینتی سروستان، گلنار زینتی شهداد، نرک لاسجرد سمنان، وحشی بابلسر، پوست سیاه اردکان، چاه افضل و وشیک ترش سراوان) و میانگین شوری خاک در پنج سطح (۱/۵، ۳/۸، ۶/۲، ۹/۳ و ۱۲/۶ دسی‌زیمنس برمتر) و با چهار تکرار (مجموعا ۲۴۰ گلدان)، انجام شد. بر اساس نتایج، کمترین میزان آستانه تحمل به شوری در ژنوتیپ وشیک ترش سراوان (۳/۰۲ دسی‌زیمنس برمتر) و پس از آن در رقم ملس ساوه (۳/۲۵ دسی‌زیمنس برمتر) و گلنار زینتی ساوه (۳/۴۰ دسی‌زیمنس برمتر)، مشاهده شد. بیشترین آستانه تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های گلنار زینتی شهداد، چاه افضل، پوست سیاه اردکان و رقم ملس یزدی، به‌ترتیب به میزان (۴/۹۰، ۴/۷۰، ۴/۳۸ و ۴/۱۷ دسی‌زیمنس‌برمتر) و بیشترین مقدار شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری (بر حسب دسی‌زیمنس برمتر)، در ژنوتیپ گلنار زینتی ساوه (۷/۸۹ درصد) و پس از آن در ژنوتیپ‌های گلنار زینتی سروستان (۷/۳۹٪)، وشیک ترش سراوان (۶/۶۹٪) و رقم ملس ساوه (۶/۳۳٪)، مشاهده شد. کمترین مقدار شیب کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان به‌ترتیب به میزان (۲/۸۳٪، ۲/۸۸٪ و ۲/۸۹٪)، مشاهده شد. در مجموع نتایج نشان داد که میزان شوری که موجب کاهش عملکرد ۵۰٪ در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان شد، در حدود دو برابر میزان شوری بود که موجب کاهش عملکرد ۵۰٪ در ژنوتیپ‌های گلنار زینتی ساوه، گلنار زینتی سروستان و وشیک ترش سراوان و رقم ملس ساوه شده بود. کاهش ۵۰٪ عملکرد در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان به ترتیب در شوری‌های ۲۲/۳۷، ۲۱/۷۴ و ۲۱/۱۰ دسی‌زیمنس برمتر، مشاهده شد. در پژوهش‌های قبلی گزارش شده است که در شوری ۸/۴ دسی‌زیمنس‌برمتر تا میزان ۵۰٪ از عملکرد (بیوماس) درختان انارکاسته می‌شود، در حالیکه نتایج این پژوهش نشان داد که در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان در شوری ۸/۴ دسی‌زیمنس بر متر تنها به ترتیب ۱۰/۴۷، ۱۱/۵۸ و ۱۳/۳۰ درصد از عملکرد کاسته شد. بر این اساس، ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان برای انجام آزمایش ها و مطالعات تکمیلی و کاشت به عنوان پایه در ایستگاه چاه افضل مرکز ملی تحقیقات شوری انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: آب و خاک شور، پوست سیاه اردکان، ژنوتیپ چاه افضل، شیب کاهش عملکرد، نرک لاسجرد سمنان

---

[۱] – آدرس نویسنده مسئول: یزد، مرکز ملی تحقیقات شوری.

* – دریافت: تیر ۱۳۹۸ و پذیرش:بهمن ۱۳۹۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شوری آب و خاک یکی از اساسی‌ترین مشکلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و شور شدن تدریجی خاک یکی از مسائل بسیار مهم در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران می‌باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰; ولی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). موقعیت جغرافیایی، کمبود نزولات آسمانی، زیاد بودن میزان تبخیر از سطح خاک از دلایل اصلی پتانسیل بالای شوری در این مناطق از لحاظ عوامل طبیعی می‌باشد (لیو و همکاران، ۲۰۱۸; اسکیزبرا و همکاران، ۲۰۰۹). در نتیجه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری خاک و آب و کمبود آب به‌عنوان عامل اصلی کاهش رشد و عملکرد گیاهان به شمار می‌رود؛ بنابراین استفاده از آب‌های شور به‌منظورتولید محصولات کشاورزی، غیرقابل اجتناب است. در کل با افزایش شوری آب آبیاری بر شوری خاک نیز اضافه می‌شود که آن نیز عوامل دیگری را در رابطه با آب و گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهد (لیو و همکاران، ۲۰۱۸; اسکیزبرا و همکاران، ۲۰۰۹). لذا یکی از موثرترین راهکارها برای بهره برداری بهتر از منابع خاک و آب شور، شناسایی و انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های متحمل به شوری و استفاده از آن‌ها در مناطق شور است (مومن پور و ایمانی، ۲۰۱۸ ; ماسترانگایدو و همکاران، ۲۰۱۶; کریمی و حسن‌پور، ۲۰۱٤; اسکیزبرا و همکاران، ۲۰۰۸; مانس و تستر، ۲۰۰۸؛ حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰).

تحمل به شوری یک گیاه باغی و یا زراعی به معنای توانایی گیاه برای ادامه رشد و تولید محصول در حضور نمک‌های اضافی موجود در منطقه ریشه است (ماس، ۱۹۹۰). به منظور تعیین تحمل به شوری، معمولاً میزان کاهش عملکرد گیاه در شرایط شور در مقایسه با عملکرد آن در شرایط غیرشور مشخص می‌گردد (ماس، ۱۹۹۰). بر همین اساس، گونه‌های مختلف گیاهان باغی و یا زراعی از نظر تحمل به شوری به گروه‌های حساس، نیمه حساس، نیمه متحمل و متحمل تقسیم بندی شده‌اند (ماس و هافمن، ۱۹۷۷). براساس این طبقه‌بندی بسته به نوع گیاه باغی و یا زراعی یک آستانه تحمل به شوری (بیشینه میزان شوری در منطقه ریشه‌دوانی که در آن هیچ کاهشی در عملکرد مشاهده نمی‌شود) وجود دارد که در شوری‌های بیشتر از این آستانه، به ازای افزایش هر واحد شوری درصدی از عملکرد (بیوماس کل و یا تولید میوه) کاهش می‌یابد تا جایی که شوری آنقدر افزایش یافته که رشد متوقف و عملکرد صفر می‌گردد (ماس و هافمن، ۱۹۷۷؛ ماس و گراتان، ۱۹۹۹). تحمل به شوری گیاهان باغی به طور سُنتی با مقایسه عملکرد نسبی[1] در شوری-های مختلف خاک تعیین می‌گردد. ماس و هافمن (۱۹۷۷) بیان کردند که نمودار واکنش گیاهان زراعی و باغی به شوری خطی است و از دو قسمت مجزا تشکیل شده است. یک خط مشخص کننده محدوده آستانه تحمل به شوری با شیب صفر و دیگری یک خط وابسته به غلظت است که شیب آن میزان کاهش عملکرد را به ازای افزایش هر واحد شوری نشان می‌دهد. این مدل به مدل دو قسمتی نیز معروف است. در واقع نقطه‌ای که دو خط یکدیگر را قطع می‌کنند همان "آستانه تحمل به شوری" می‌باشد. با توجه به تعریف فوق، عملکرد نسبی یک گیاه زراعی در یک شوری معین با توجه به معادله ۱ بدست می آید (ماس و هافمن، ۱۹۷۷).

$$Y_r = 100\text{-}b\ (ECe\text{-}a) \qquad (۱)$$

در این رابطه:

Yr = عملکرد نسبی، b = شیب خط برحسب درصد، a = حد آستانهٔ تحمل به شوری براساس دسی‌زیمنس برمتر و ECe = متوسط شوری عصاره اشباع خاک در منطقه ریشه براساس دسی‌زیمنس برمتر، می باشد.

این رابطه، بعدها توسط وانگنوختن و هافمن (۱۹۸٤) تغییر داده شد. ایشان بیان کردند که واکنش گیاهان به شوری همیشه خطی نیست، بلکه به صورت سیگموئیدی است. طبق تعریف، شوری که باعث کاهش

[1] عملکرد در یک شوری معین نسبت به عملکرد در شرایط شوری ناچیز

www.SID.ir

Archive of SID

۵۰ درصدی عملکرد می‌گردد، بر اساس رابطه ۲ قابل محاسبه می باشد:

$$Y_r = \frac{Y_m}{1 + \left(\frac{EC}{EC_{50}} \right)^P} \quad (۲)$$

در این رابطه:

Y_m = مقدار عملکرد در شرایط غیرشور، EC = میانگین شوری در ناحیه رشد ریشه براساس دسی‌زیمنس برمتر، EC_{50} = میانگین شوری خاک که منجر به کاهش ۵۰٪ عملکرد می‌شود و P = یک ضریب تجربی است.

اما ورای روش محاسبات، آنچه در مورد میزان آستانه تحمل به شوری اهمیت دارد این است که عوامل مختلفی مانند ترکیبات نمک، میزان آب خاک، موجودات زنده خاک، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، توزیع نمک در پروفیل خاک، حاصلخیزی خاک، اقلیم، مرحله رشدی گیاه و نوع رقم بر میزان آستانه تحمل به شوری گیاهان زراعی و باغی تأثیر دارد (ماس و هافمن، ۱۹۷۷). به‌طوریکه آستانه تحمل به شوری یک رقم در یک خاک حاصلخیز در مقایسه با یک خاک فقیر بیشتر می‌باشد و یا اینکه آستانه یک رقم زراعی و یا باغی در یک محیط خشک کمتر از آستانه آن در یک محیط مرطوب است (ماس، ۱۹۹۰؛ ماس، ۱۹۹۶؛ فولر، ۱۹۸۰). این مساله باعث شده است که داده‌های تحمل به شوری در ظاهر از اهمیت قابل توجهی برخوردار نباشند؛ اما نکته درخور توجه آن است که داده‌های تحمل به شوری می‌توانند برای مقایسه تحمل نسبی گیاهان مختلف زراعی و باغی کاربرد داشته باشند. بر اساس این داده‌ها، تحمل به شوری پسته در مقایسه با انار و بادام بیشتر است. در حالیکه توت‌فرنگی یکی از حساسترین گیاهان باغی به شرایط شور محسوب می‌گردد (ماس، ۱۹۹۰؛ ماس و هافمن، ۱۹۷۷).

از طرفی تحقیقات متعددی نشان داده‌اند، آستانه تحمل به شوری آب آبیاری و خاک برای درختان انار به‌ترتیب ۱/۸ و ۲/۷ دسی‌زیمنس برمتر می‌باشد به‌طوریکه در شوری ۵/٤ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری و ۸/٤ دسی‌زیمنس بر متر محلول خاک به میزان ۵۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود (ماس و هاف‌من، ۱۹۷۷؛ فیپس، ۲۰۰۳)؛ اما با توجه به اینکه امروزه پژوهشگران موفق به تولید ژنوتیپ‌ها و ارقام جدید در درختان انار شده‌اند، ثابت شده است که برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های انار دارای تحمل بیشتری به شوری می‌باشند. در پژوهشی میزان تحمل چند رقم انار به شوری آب آبیاری با هدایت الکتریکی ٤، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بررسی و گزارش شد که ارقام انار عکس‌العمل متفاوتی به سطوح مختلف شوری نشان می‌دهند. در این تحقیق رقم‌های ملس یزدی و تب و لرز تحمل نسبتاً خوبی از خود نشان داده‌اند به‌طوریکه توانستند شوری ۷ دسی‌زیمنس برمتر را تحمل نمایند (اخوتیان اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰).

ابراهیم (۲۰۱٦)، به‌منظور بررسی اثر شوری بر رشد و ترکیبات شیمیایی برگ دانهال‌های انار، آزمایشی در سیستم هیدروپونیک روی نهال‌های دو ساله دو رقم 'Wonderful' و'Manfalouty' در شرایط گلخانه انجام داد. در این آزمایش رقم 'Wonderful' نسبت به 'Manfalouty' تحمل بیشتری نسبت به شوری نشان داد.

مومن پور و همکاران (۱۳۹۷)، آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد (بیوماس اندام‌های هوایی) در ۱۱ رقم و ژنوتیپ انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF_{677} را بررسی و گزارش کردند، کمترین میزان آستانه تحمل به شوری در ژنوتیپ ۱٦-۱ (۲/۲۲ دسی‌زیمنس بر-متر) و پس از آن در ارقام مامایی (۲/۲۸ دسی‌زیمنس بر-متر) و سهند (۲/۳۹ دسی‌زیمنس برمتر)، مشاهده شد. در نقطه مقابل، بیشترین آستانه تحمل به شوری در رقم‌های شکوفه، شاهرود ۱۲ و ژنوتیپ ۲۵-۱ به ترتیب به میزان (۵/۸۰، ٤/۸٤ و ٤/۸۰ دسی‌زیمنس برمتر)، مشاهده شد. بیشترین شیب کاهش عملکرد با افزایش شوری در ژنوتیپ ٤۰-۱۳ (۸/۰۵ درصد) و پس از آن در ارقام A_{200} (۷/۸٦ درصد) و نان‌پاریل (۷/۵۵ درصد)، مشاهده شد. در نقطه مقابل، کمترین مقدار شیب کاهش عملکرد در رقم-های شاهرود ۱۲(۵/٦۰ درصد)، مشاهده شد. در مجموع

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان داد، میزان شوری که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ارقام شاهرود ۱۲، شکوفه و ژنوتیپ ۲۵-۱، می‌شود، به ترتیب ۵/۰۵، ٤/٤۳ و ۳/۵۵ دسی‌زیمنس برمتر نسبت به پایه‌های شاهد (بدون پیوند)، بیشتر است.

لذا با توجه به گزارشات بالا، تحقیق مومن پور و همکاران (۱۳۹۷)، شاید تنها مطالعه انجام گرفته در زمینه تعیین آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد در درختان میوه در داخل کشور، می‌باشد. از طرفی تحقیقات قبلی نشان داده است، ژنوتیپ‌ها و ارقام انار از نظر حساسیت به شوری با یکدیگر اختلاف دارند، لذا این پژوهش با هدف تعیین آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری بر حسب دسی‌زیمنس برمتر در ۱۲ ژنوتیپ انتخاب شده انار و معرفی متحمل‌ترین ژنوتیپ(ها) به شوری برای استفاده به عنوان پایه در تحقیقات آتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه موادگیاهی و شرایط آزمایش

این تحقیق در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ژنوتیپ در ۱۲ سطح و شوری خاک در پنج سطح و با چهار تکرار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹٦ در سایت مرکز ملی تحقیقات شوری انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل (شیشه‌کپ فردوس، ملس یزدی، ملس ساوه، رباب نیریز، گلنار زینتی ساوه، گلنار زینتی سروستان، گلنار زینتی شهداد، نرک لاسجرد سمنان، وحشی بابلسر، پوست سیاه اردکان، چاه افضل و وشیک ترش سراوان) و شوری خاک شامل (۱/۵، ۳/۸، ٦/۲، ۹/۳ و ۱۲/٦ دسی‌زیمنس برمتر)، بودند. به‌منظور انجام این تحقیق، ابتدا از گیاهان مادری واقع در کلکسیون ذخایر ژنتیکی انار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، قلمه‌های خشبی به طول ۳±۲۷ سانتی-متر و قطر ۱±۱۰ میلی‌متر در دهه سوم بهمن ماه ۱۳۹٦ تهیه شد. سپس قلمه‌ها به مدت پنج ثانیه در محلول ایندول بوتریک اسید با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفتند و در کیسه‌های پلاستیکی حاوی ماسه کشت و در داخل گلخانه ریشه‌دار شدند. سپس قلمه‌های ریشه‌دار شده یکنواخت و یک اندازه از نظر طول و قطر انتخاب و در اوایل اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ در داخل گلدان‌های ۱۵ کیلویی حاوی خاکی با بافت لوم، بازکشت شدند (جدول ۱). پس از رشد کافی گیاهان و از اوایل تیرماه (جدول ۲)، تیمار شوری آغاز شد و به مدت سه ماه (۱۳ هفته) ادامه یافت (اخوتیان اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ مومن پور و همکاران، ۲۰۱۸).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک مورد استفاده قبل از شروع آزمایش

ویژگی	نماد	مقدار	ویژگی	نماد	مقدار
رطوبت اشباع (درصد)	S.P	۳۸/۱	شن (درصد)	Sand	۴۷
رطوبت ظرفیت زراعی (درصد)	FC	۲۶/۳	سیلت (درصد)	Silt	۳۵
رطوبت نقطه پژمردگی (درصد)	PWP	۱۳/۵۰	رس (درصد)	Clay	۱۸
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	EC	۶/۵*	بافت	Texture	لوم
واکنش خاک	pH	۷/۸	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	$K_{avr.}$	۲۲۷
نیتروژن (درصد)	N	۰/۱۰	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	$P_{avr.}$	۱۴/۵
کربن آلی (درصد)	O.C	۱/۰			

*: قبل از انتقال گیاهان به گلدان‌ها، خاک مورد استفاده با آب شهری (۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر) سه مرتبه آبشویی شد و هدایت الکتریکی اولیه خاک به حدود یک دسی‌زیمنس بر متر، کاهش یافت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین وضعیت رشدی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شروع اعمال تنش شوری

ژنوتیپ	ارتفاع شاخه اصلی (سانتیمتر)	قطر شاخه اصلی (میلیمتر)	تعداد انشعابات	تعداد برگ
شیشه کپ فردوس	۲۸/۵	۲/۶۱	۱/۶	۶۲/۳
رباب نیریز	۲۷/۹۵	۲/۲۷	۱/۸	۶۴/۰۵
ملس ساوه	۲۹/۷۱	۲/۵۳	۱/۴۵	۷۰
ملس یزدی	۳۰/۳۹	۲/۷۷	۱/۶	۷۴/۷
گلنار زینتی سروستان	۲۲/۹۳	۱/۹۵	۲	۴۷/۷
وشیک ترش سراوان	۲۷/۴۴	۲/۳۸	۳/۶	۵۹/۱۵
گلنار زینتی شهداد	۲۰/۹۷	۲/۱۰	۳/۳۵	۶۶/۳۵
گلنار زینتی ساوه	۱۶/۴۹	۲/۰۵	۲/۸	۳۶/۴
چاه افضل	۳۳/۸	۲/۸۵	۳/۲	۷۴/۲
نرک لاسجرد سمنان	۲۳/۷۸	۲/۸۷	۳/۳۵	۳۸
وحشی بابلسر	۱۷/۰۵	۲/۵۸	۲/۷	۸۹/۱
پوست سیاه اردکان	۲۲/۸۵	۲/۹۲	۲	۴۶/۷

اعمال تیمار تنش شوری

در این تحقیق، شوری آب آبیاری اعمال شده در طی دوره اعمال تنش به ترتیب ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی-زیمنس برمتر بودند. به‌منظور اعمال تیمارهای شوری، از آب بسیار شور منطقه عقدا، استفاده شد که ترکیب آن در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین، برای اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن شوری به‌صورت تدریجی انجام و در مدت یک هفته به غلظت نهایی رسانده شد. بدین منظور، ابتدا گیاهان با تیمارهای یک، سه و پنج دسی‌زیمنس برمتر، آبیاری شدند و برای اعمال تیمارهای شوری هفت و نه دسی‌زیمنس برمتر، در مرتبه دوم گیاهان با تیمار هفت دسی‌زیمنس برمتر آبیاری شدند و در نهایت در مرتبه سوم گیاهانی که قرار بود با تیمار نه دسی‌زیمنس برمتر تیمار شوند، با این غلظت از نمک موجود در آب، آبیاری شدند. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و نیاز آبشویی، انجام می‌شد. برای این منظور، ابتدا وزن خاک خشک گلدان‌ها، نقطه ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی تعیین شد (جدول ۱). با استفاده از اطلاعات فوق میزان آب مورد نیاز برای رسیدن خاک به حد ظرفیت زراعی محاسبه گردید (مانس، ۲۰۰۲; مانس و تستر، ۲۰۰۸). زمانی که ۵۰ درصد آب قابل استفاده گیاه مصرف شده بود، مجدداً آبیاری انجام می‌شد و در هر مرتبه آبیاری ۰/۱±۲/۱ لیتر آب به گلدان‌ها داده می‌شد. به‌طوری‌که در طی دوره آزمایش (۹۱ روز)، تیمارهای شوری یک و سه دسی‌زیمنس برمتر ۲۵ نوبت، تیمار شوری پنج دسی‌زیمنس برمتر ۲٤ نوبت، تیمار شوری هفت دسی‌زیمنس برمتر ۲۳ نوبت و تیمار شوری نه دسی‌زیمنس برمتر ۲۲ نوبت آبیاری شدند. تعداد دفعات کمتر آبیاری در سطوح پنج، هفت و نه دسی‌زیمنس برمتر به دلیل کاهش سرعت رشد گیاهان و کاهش تعرق توسط آن‌ها از یک طرف و وجود نمک بیشتر در خاک این گلدان‌ها بود. این شرایط باعث حفظ رطوبت به مدت بیشتری شده و فاصله زمان بین دو آبیاری در این تیمارها را افزایش می‌داد. به‌منظور اطمینان از انجام نیاز آبشویی خاک گلدان‌ها و کنترل شوری خاک در طی دروره اعمال تنش‌ها، پس از هرنوبت آبیاری، هدایت الکتریکی و حجم زه آب خروجی یک تکرار از هر رقم در هر تیمار اندازه-گیری می‌شد. در مجموع در طول مدت این آزمایش، کسر آبشویی به طور میانگین ۳± ۲۱٪ بود. بر اساس رابطه ۳ می‌توان میانگین شوری عصاره اشباع خاک (EC_e) را محاسبه نمود (ماس و هاف من، ۱۹۷۷; ماس و گراتان، ۱۹۹۹; ماس و تستر، ۲۰۰۸).

$$ECe\ (dS\ m^{-1}) = ECiw\ (dS\ m^{1}) \times C^{-} \qquad (۳)$$

در این رابطه:

(EC_e): شوری عصاره اشباع خاک، (EC_{iw}): شوری آب آبیاری و (C) فاکتور غلظت می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر کنترل شوری محلول خاک از طریق میزان کسر آبشویی، هر ۳۰ روز یک مرتبه (۳۰، ٦۰ و ۹۰ روز پس از اعمال تنش‌های شوری) نیز نمونه خاک از عمق توسعه ریشه در گلدان‌ها برداشت و هدایت الکتریکی آن‌ها اندازه‌گیری شدند. از طریق مجموع اندازه‌گیری‌های انجام شده، میانگین شوری خاک در طول مدت آزمایش محاسبه گردید. (جدول ٤)

جدول ۳- ویژگی‌های کیفی آب بسیار شور منطقه عقدا پس از رقیق شدن به نسبت ۱ به ۲۰ با آب شهری

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس برمتر)	واکنش آب (pH)	سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	کلر (میلی‌گرم در لیتر)	کلسیم (میلی‌گرم در لیتر)	منیزیم (میلی‌گرم در لیتر)	بی‌کربنات (میلی‌گرم درلیتر)	کربنات (میلی‌گرم درلیتر)	سولفات (میلی‌گرم درلیتر)
۲۵/۱	۷/۹۱	۲۱۱/۳	۲۲۳/۱	۲۲/۱	۲۹/۵	۲/۸	–	۱۹/۵

جدول ۴-میانگین مقادیر شوری خاک مورد استفاده در گلدان‌ها در طول دوره اعمال تنش‌های شوری

تیمارهای شوری آب (دسی‌زیمنس بر متر)	شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)
۱	۱/۵
۳	۳/۸
۵	۶/۲
۷	۹/۳
۹	۱۲/۶

محاسبه آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد

آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر حسب تغییرات ماده خشک گیاهان در طی دوره اعمال تنش شوری محاسبه شد. برای این منظور، ابتدا در شروع اعمال تنش‌ها از هر ژنوتیپ پنج گلدان (در مجموع ٦۰ گلدان) یکنواخت انتخاب و گیاهان آن‌ها به‌طور کامل از خاک خارج شدند. ریشه‌ها از محل اتصال آن‌ها به طوقه جدا و کاملا با آب مقطر، شست و شو داده شدند. سپس تمامی اندام‌های گیاهی شامل برگ‌ها، شاخه‌ها و ریشه‌ها (تمامی اندام های هوایی+ریشه‌ها) به مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و میانگین وزن خشک اولیه برای هر ژنوتیپ محاسبه شد (مومن‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). سپس در پایان آزمایش نیز تمامی گیاهان (در مجموع ۲٤۰ گیاه) به‌طور کامل از خاک خارج شدند و مجددا طبق روش مومن پور و همکاران (۱۳۹۳)، وزن خشک کل آن-ها محاسبه گردید. از طریق تفاضل میانگین وزن ماده خشک انتهایی هر ژنوتیپ از میانگین وزن ماده خشک اولیه آن، میزان وزن ماده خشک افزایش یافته در طی دوره اعمال تنش شوری محاسبه گردید. سپس عملکرد نسبی برای هر گیاه بر اساس معادله خطی (رابطه ٤)، محاسبه شد (مانس و هافمن، ۱۹۷۷; وانگنوختن و هافمن، ۱۹۸٤).

$$Y_r = 100\text{-}b\ (EC_e\text{-}a) \qquad (٤)$$

در این رابطه:

Y_r = عملکرد نسبی، b = شیب خط برحسب درصد، a = حد آستانه تحمل به شوری براساس دسی‌زیمنس برمتر و EC_e = متوسط شوری عصاره اشباع خاک در منطقه ریشه براساس دسی‌زیمنس برمتر می باشد.

قابل ذکر است با توجه به اینکه در این تحقیق از ماده خشک گیاهی برای تعیین عملکرد نسبی استفاده شده است، استفاده از میانگین وزن ماده خشک افزایش یافته گیاهان در طی دوره اعمال تنش گیاهان بسیار دقیق‌تر از استفاده از ماده خشک کل می‌باشد چرا که همواره گیاهان در شروع اعمال تنش شوری دارای وزن اولیه‌ای می‌باشند که هیچ‌گاه در طی دوره اعمال تنش‌ها، صفر نخواهد شد. در پایان نیز تجزیه و تحلیل رگرسیونی داده-

www.SID.ir

Archive of SID

های آماری، با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱)، انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی آستانه تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های انتخابی

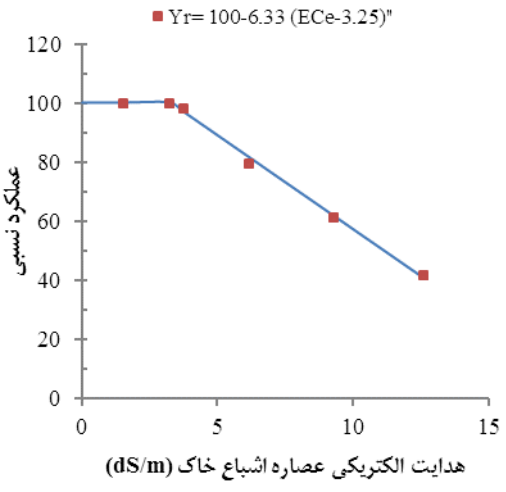
بر اساس نتایج، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر آستانه تحمل به شوری با یکدیگر اختلاف داشتند. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، کمترین میزان آستانه تحمل به شوری در ژنوتیپ وشیک ترش سراوان (۳/۰۲ دسی-زیمنس برمتر)، مشاهده شد (شکل ۱). پس از این ژنوتیپ، ارقام ملس ساوه و شیشه‌کپ فردوس، ژنوتیپ گلنار زینتی ساوه، رقم رباب نیریز و ژنوتیپ گلنار زینتی سروستان به‌ترتیب دارای کمترین آستانه تحمل به شوری بودند. آستانه تحمل به شوری در این ارقام به‌ترتیب ۳/۲۵، ۳/۳۱، ۳/٤۰، ۳/٤۳ و ۳/٦۵ دسی‌زیمنس برمتر بود (شکل-های ۲، ۳، ٤، ۵ و ٦). میزان آستانه تحمل به شوری در این ژنوتیپ‌ها بین ۰/۳ الی ۰/۹۵ دسی‌زیمنس برمتر از آستانه تحمل به شوری که قبلاً برای درختان انار اعلام شده بود، بیشتر بود. ماس و هاف‌من (۱۹۷۷) و فیپس (۲۰۰۳) گزارش کرده بودند که آستانه تحمل به شوری خاک برای درختان انار ۲/۷ دسی‌زیمنس برمتر می‌باشد.

آستانه تحمل به شوری در سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده به غیر از ژنوتیپ نرک لاسجرد سمنان (۳/۸۵ دسی‌زیمنس برمتر)، بیشتر از چهار دسی‌زیمنس برمتر بود. به‌طوریکه آستانه تحمل به شوری در ژنوتیپ وحشی بابلسر، رقم ملس یزدی، ژنوتیپ‌های پوست سیاه اردکان، چاه افضل و گلنار شهداد به‌ترتیب ٤/۱۱، ٤/۱۷، ٤/۳۸، ٤/۷۰ و ٤/۹۰ دسی‌زیمنس برمتر بود (شکل‌های ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲). این نتایج با یافته‌های احمدی و همکاران (۱۳۹۸)، مطابقت دارد. آن‌ها پس از بررسی مجموع صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در ژنوتیپ‌های وحشی بابلسر، نرک لاسجرد سمنان، چاه افضل و وشیک ترش سروان گزارش کردند، ژنوتیپ‌های چاه افضل و وشیک ترش سراوان به‌ترتیب به‌عنوان متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به شوری انتخاب شدند.

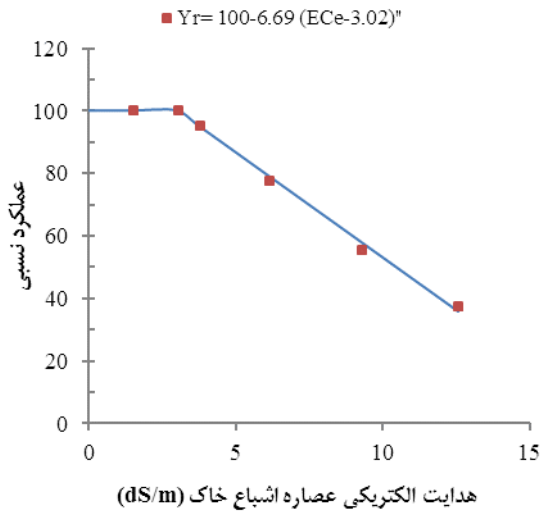
همانطور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، علاوه بر اینکه آستانه تحمل به شوری هر یک از ژنوتیپ-ها به‌طور جداگانه محاسبه شد، میانگین آستانه تحمل به شوری در ۱۲ ژنوتیپ بررسی شده نیز محاسبه گردید. بر این اساس، میانگین آستانه تحمل به شوری در ۱۲ ژنوتیپ انتخابی ۳/۷۳ دسی‌زیمنس‌برمتر بود. میانگین آستانه تحمل به شوری در این ژنوتیپ‌ها حدود یک دسی‌زیمنس‌برمتر از آستانه تحمل به شوری که قبلاً برای درختان انار اعلام شده، بیشتر بود. ماس و هاف‌من (۱۹۷۷) و فیپس (۲۰۰۳)، گزارش کرده بودند که آستانه تحمل به شوری خاک برای درختان انار ۲/۷ دسی‌زیمنس برمتر می‌باشد. امروزه پژوهشگران موفق به تولید ژنوتیپ‌ها و ارقام جدید در درختان انار شده‌اند که تحمل بیشتری به شوری دارند. لذا افزایش آستانه تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های انتخاب شده نسبت به گزارشات قبلی نشان دهنده توسعه و تولید ژنوتیپ‌های متحمل به شوری است. در پژوهشی میزان تحمل چند رقم انار به شوری آب آبیاری با هدایت الکتریکی ٤، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بررسی و گزارش شد که ارقام انار عکس‌العمل متفاوتی به سطوح مختلف شوری نشان می‌دهند. در این تحقیق رقم‌های ملس یزدی و تب و لرز تحمل نسبتاً خوبی از خود نشان داده‌اند به-طوری‌که توانستند شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر را تحمل نمایند (اخوتیان اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰).

www.SID.ir

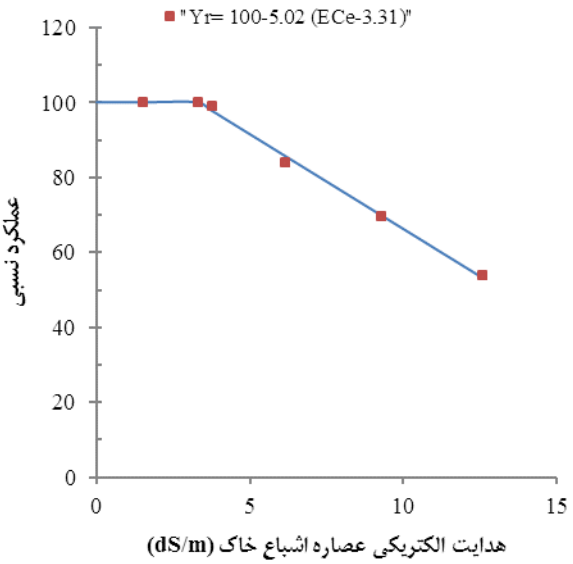
Archive of SID



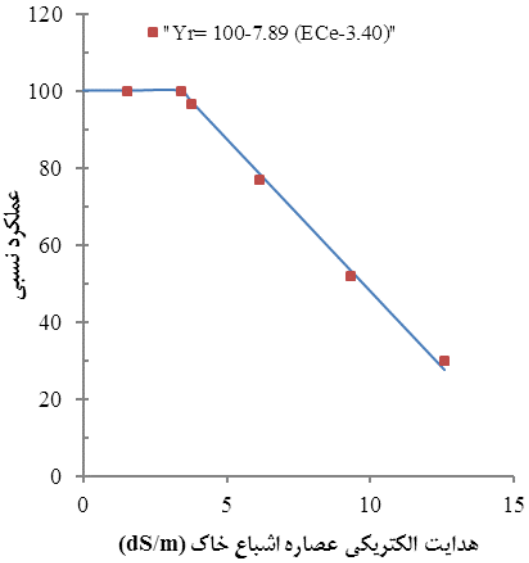
شکل ۱- حد آستانه تحمل به شوری ژنوتیپ وشیک ترش سراوان



شکل ۲- حد آستانه تحمل به شوری رقم ملس ساوه



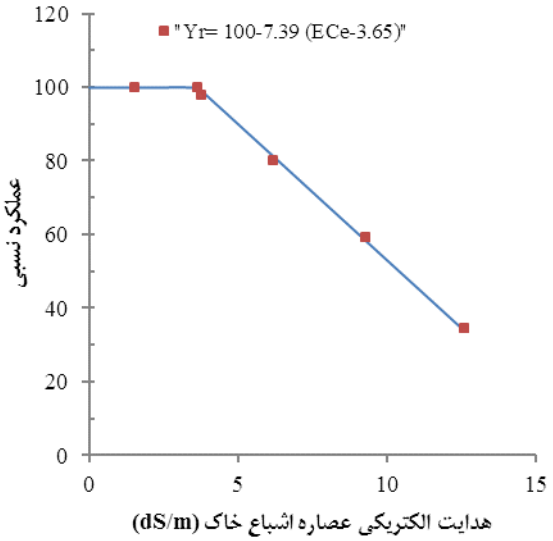
شکل ۳- حد آستانه تحمل به شوری رقم شیشه کپ فردوس



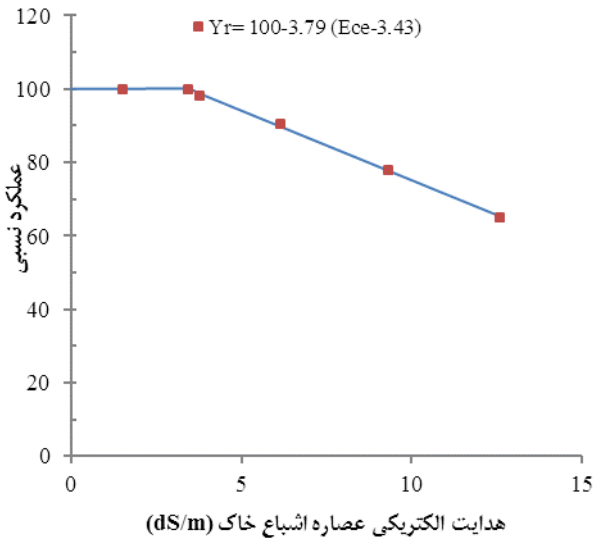
شکل ۴- حد آستانه تحمل به شوری ژنوتیپ گلنار زینتی ساوه

www.SID.ir

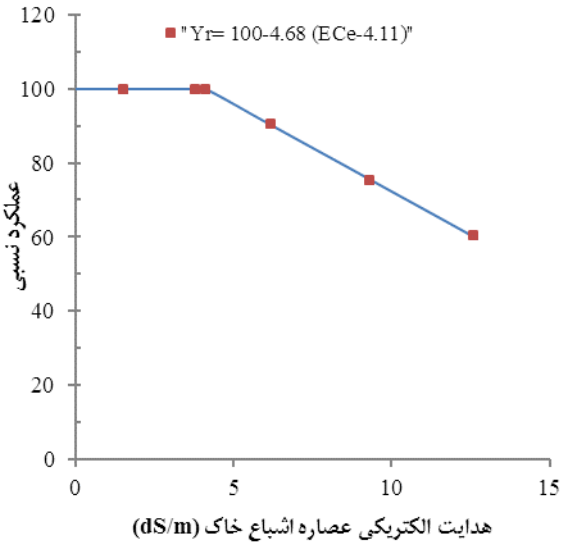
Archive of SID



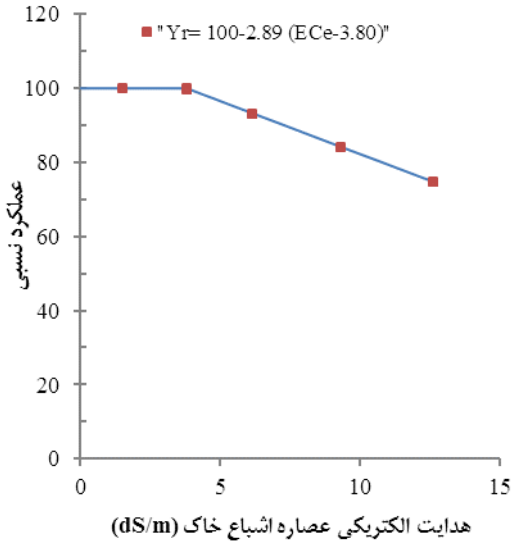
شکل ۵- حد آستانه تحمل به شوری رقم رباب نیریز



شکل ۶- حد آستانه تحمل به شوری ژنوتیپ گلنار زینتی سروستان



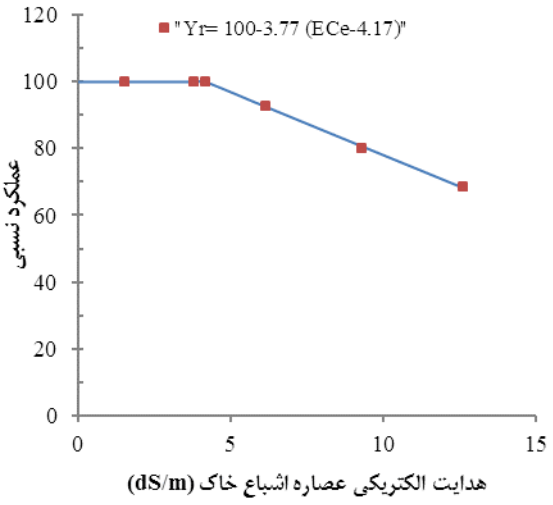
شکل ۷- حد آستانه تحمل به شوری ژنوتیپ نرک لاسجرد سمنان



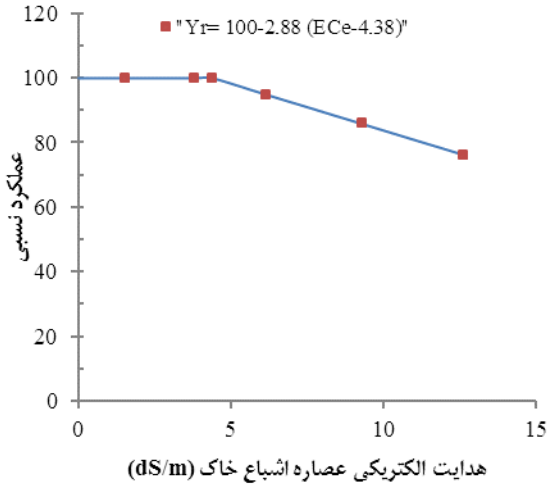
شکل ۸- حد آستانه تحمل به شوری ژنوتیپ وحشی بابلسر

www.SID.ir

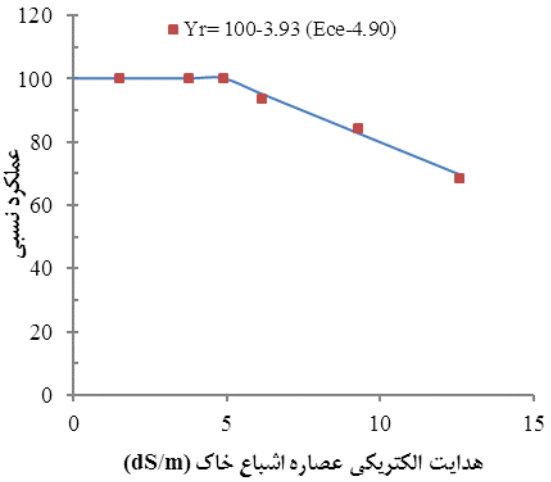
Archive of SID



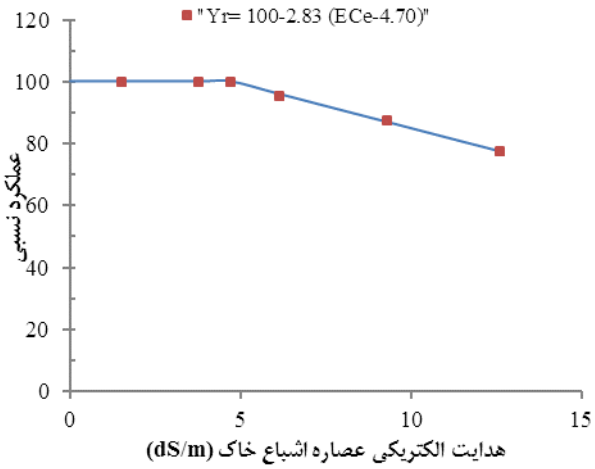
شکل ۹- حد آستانه تحمل به شوری رقم ملس یزدی



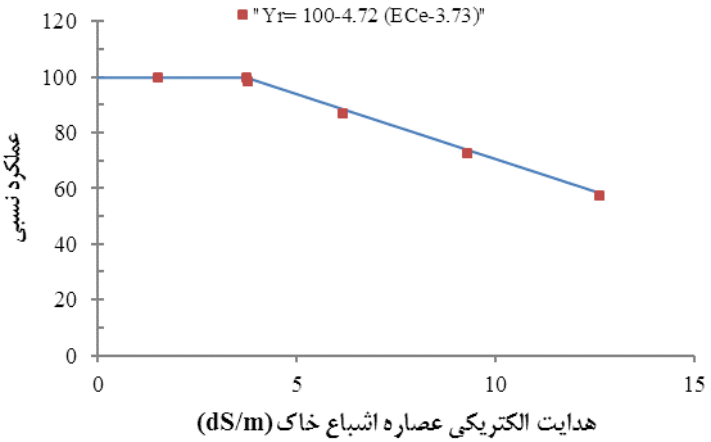
شکل ۱۰- حد آستانه تحمل به شوری ژنوتیپ پوست سیاه اردکان



شکل ۱۱- حد آستانه تحمل به شوری ژنوتیپ چاه افضل



شکل ۱۲- حد آستانه تحمل به شوری ژنوتیپ گلنار زینتی شهداد



شکل ۱۳-میانگین حد آستانه تحمل به شوری در ۱۲ ژنوتیپ انتخابی انار

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی شیب کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های انتخابی

بر اساس نتایج به‌دست آمده، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ مقدار شیب کاهش عملکرد نیز با یکدیگر اختلاف داشتند. بیشترین مقدار شیب کاهش عملکرد به ازای هر واحد افزایش شوری (بر حسب دسی‌زیمنس برمتر)، در ژنوتیپ گلنار زینتی ساوه (۷/۸۹ درصد)، مشاهده شد (شکل ٤). پس از این ژنوتیپ، ژنوتیپ گلنار زینتی سروستان دارای بیشترین مقدار شیب کاهش عملکرد بود، شیب کاهش عملکرد در این ژنوتیپ ۷/۳۹ درصد بود (شکل ٦). این نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ-های گلنار زینتی ساوه و سروستان نسبت به ارقام تجاری و پایه‌های انتخابی مطالعه شده در این تحقیق، حساسیت بیشتری نسبت به افزایش شوری داشتند و عملکرد رویشی آن‌ها با شیب شدیدتری کاهش یافت. شیب کاهش عملکرد در سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده کمتر از هفت درصد بود به‌طوریکه مقدار شیب کاهش عملکرد در ژنوتیپ وشیک ترش سراوان و رقم ملس ساوه به‌ترتیب ٦/٦۹ و ٦/۳۳ درصد بود (شکل‌های ۱ و ۲). این نتایج نشان می‌دهد که حساسیت ژنوتیپ‌های انتخابی از منطقه ساوه نسبت به شوری بیشتر از ژنوتیپ‌های انتخاب شده از سایر مناطق می‌باشد.

میزان کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری (بر حسب دسی‌زیمنس برمتر)، در رقم شیشه‌کپ فردوس و ژنوتیپ وحشی بابلسر به‌ترتیب ۵/۰۲ و ٤/٦۸ درصد بود (شکل‌های ۳ و ۸). در ژنوتیپ‌های نرک لاسجرد سمنان، پوست سیاه اردکان و چاه افضل شیب کاهش عملکرد کمتر از سه درصد بود. شیب کاهش عملکرد در این ژنوتیپ‌ها به‌ترتیب ۲/۸۹، ۲/۸۸ و ۲/۸۳ درصد بود (شکل‌های ۷، ۱۰ و ۱۱). همانطور که از نتایج مشاهده می‌شود، شیب کاهش عملکرد در سه ژنوتیپ اخیر نسبت به ژنوتیپ‌های گلنار زینتی ساوه و سروستان حدود ٦۵ درصد (به حدود یک/سوم) کاهش یافته است. این نتایج نشان دهنده تحمل بالای ژنوتیپ‌های نرک لاسجرد سمنان، پوست سیاه اردکان و چاه افضل نسبت به شوری می‌باشد.

همانطور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، علاوه بر اینکه شیب کاهش عملکرد برای هر یک از ژنوتیپ‌ها به‌طور جداگانه محاسبه شد، میانگین شیب کاهش عملکرد در ۱۲ ژنوتیپ بررسی شده نیز محاسبه گردید. براین اساس میانگین شیب کاهش عملکرد در ۱۲ ژنوتیپ انتخابی ٤/۷۲ دسی‌زیمنس‌برمتر بود. میانگین شیب کاهش عملکرد که قبلا برای درختان انار اعلام شده بود، ۸/۷۷ درصد بود (ماس و هاف‌من، ۱۹۷۷؛ فیپس، ۲۰۰۳). این تفاوت در نتیجه تحمل بالای ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان، نرک لاسجرد سمنان و پس از آن‌ها، ژنوتیپ گلنار زینتی شهداد و رقم ملس یزدی نسبت به شوری و شیب نسبتا پایین کاهش عملکرد در آن‌ها به به ازای افزایش هر واحد شوری (بر حسب دسی‌زیمنس برمتر)، است. نتایج به دست آمده با نتایج مومن پور و همکاران (۱۳۹۷)، مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کرده بودند که شیب کاهش عملکرد در پایه GF_{677} شاهد (بدون پیوند)، ۷/۹۹ درصد بود. هر چند آستانه تحمل به شوری این پایه (۲/۰۹ دسی‌زیمنس‌برمتر) و تنها در حدود ۰/۵ واحد از آستانه تحمل به‌شوری گزارشات قبلی (ماس و هافمن، ۱۹۷۷)، بیشتر بود، اما در تحقیقات قبلی (ماس، ۱۹۷۷; ماس و هافمن، ۱۹۷۷; گراتان، ۲۰۰۲)، شیب کاهش عملکرد برای ارقام بادام ۱۹ درصد گزارش شده بود در حالیکه شیب کاهش عملکرد در این پایه بسیار کاهش یافته است. در واقع می‌توان گفت، به دلیل اینکه شیب کاهش عملکرد در این پایه در حدود ۱۱ درصد کاهش یافته است، موجب شده است که از این پایه به-عنوان یک پایه نیمه متحمل به شوری برای ارقام بادام، نام‌برده شود.

محاسبه هدایت الکتریکی (ECe) مربوط به کاهش عملکرد ۵۰ درصدی (EC_{50})، بر اساس معادله خطی

www.SID.ir

Archive of SID

میزان هدایت الکتریکی مربوط به کاهش عملکرد ۵۰ درصدی بر اساس معادله خطی (ماس و هافمن، ۱۹۷۷)، برای تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، محاسبه شد (جدول ٦). بر اساس نتایج به‌دست آمده، میزان شوری عصاره اشباع خاک که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی شد، در بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده با یکدیگر اختلاف داشت. در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان به ترتیب در شوری‌های ۲۲/۳۷، ۲۱/۷٤ و ۲۱/۱۰ دسی‌زیمنس برمتر، عملکرد به میزان ۵۰ درصد کاهش یافته بود. پس از این ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ گلنار زینتی شهداد (۱۷/٦۲ دسی-زیمنس برمتر) و رقم ملس یزدی (۱۷/٤۲ دسی‌زیمنس برمتر)، دارای تحمل بیشتری به‌شوری بودند. علاوه بر ژنوتیپ‌های نامبرده، در رقم رباب نیریز نیز در شوری بیشتر از ۱۵ دسی‌زیمنس برمتر، عملکرد به میزان ۵۰ درصد کاهش یافته بود. در سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده، در شوری کمتر از ۱۵ دسی‌زیمنس برمتر، عملکرد به میزان ۵۰ درصد کاهش یافت. کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ژنوتیپ‌های گلنار زینتی ساوه، گلنار زینتی سروستان و وشیک ترش سراوان و رقم ملس ساوه به‌ترتیب در شوری‌های ۹/۷۱، ۱۰/٤۱، ۱۰/٤۹ و ۱۱/۱۵ دسی‌زیمنس برمتر، مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که نوع ژنوتیپ در میزان تحمل به شوری نقش به‌سزایی دارد. به‌طوریکه شوری که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان شد، در حدود دو برابر میزان شوری بود که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ژنوتیپ‌های گلنار زینتی ساوه، گلنار زینتی سروستان و وشیک ترش سراوان و رقم ملس ساوه شده بود. گزارش شده است که یکی از موثرترین راهکارها برای بهره برداری بهتر از منابع خاک و آب شور، شناسایی و انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های متحمل به شوری و استفاده از آن‌ها در مناطق شور است (مومن پور و همکاران، ۲۰۱۸; کریمی و حسن‌پور، ۲۰۱٤; ماس و تستر، ۲۰۰۸؛ حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰).

تحقیقات گذشته نشان داده بود که در شوری ۸/٤ دسی-زیمنس برمتر خاک، به میزان ۵۰ درصد از عملکرد انار کاسته می‌شود (ماس و هاف‌من، ۱۹۷۷؛ فیپس، ۲۰۰۳)؛ اما با توجه به اینکه امروزه پژوهشگران موفق به تولید ژنوتیپ‌ها و ارقام جدید در درختان انار شده‌اند، ثابت شده است که برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های انار دارای تحمل بیشتری به شوری می‌باشند. چنانچه مشابه این نتایج، در مطالعه مومن پور و همکاران (۱۳۹۷)، نیز گزارش شده بود. آن‌ها آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد در ۱۱ رقم و ژنوتیپ انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF_{677} را بررسی و گزارش کردند که کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ارقام شاهرود ۱۲، شکوفه و ژنوتیپ ۲۵-۱، به‌ترتیب در شوری‌های ۱۳/۲۳، ۱۲/۵۹، ۱۱/۷۱ و ۸/۱٦ دسی‌زیمنس‌برمتر مشاهده شد. حال با توجه به اینکه در پژوهش‌های قبلی گزارش شده بود که در شوری ۷ دسی‌زیمنس برمتر تا میزان ۱۰۰ درصد از عملکرد (بیوماس) درختان بادام کاسته می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میانگین آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد (بیوماس) در ۱۲ ژنوتیپ انتخابی (در مرحله نونهالی) به‌ترتیب ۳/۷۳ دسی‌زیمنس برمتر و ٤/۷۲ درصد بود و کاهش ۵۰ درصدی عملکرد در شوری ۱٤/۳۲ دسی‌زیمنس برمتر مشاهده شد. یکی از موثرترین راهکارها برای بهره‌برداری بهتر از منابع خاک و آب شور، شناسایی و انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های متحمل به شوری و استفاده از آن‌ها در مناطق شور است. در بین ژنوتیپ-های مطالعه شده، شیب کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان کمتر از سه درصد بود. کاهش ۵۰ درصدی عملکرد در این ژنوتیپ‌ها به ترتیب در شوری‌های ۲۲/۳۷، ۲۱/۷٤ و ۲۱/۱۰ دسی‌زیمنس برمتر، مشاهده شد. شوری که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ژنوتیپ‌های چاه افضل،

www.SID.ir

Archive of SID

پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان شد، در حدود دو برابر میزان شوری بود که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ژنوتیپ‌های گلنار زینتی ساوه، گلنار زینتی سروستان و وشیک ترش سراوان و رقم ملس ساوه شده بود. لذا با توجه به نتایج به‌دست آمده، ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان جهت انجام آزمایشات و مطالعات تکمیلی و کاشت به عنوان پایه در ایستگاه چاه افضل مرکز ملی تحقیقات شوری انتخاب شدند. همچنین از بین ارقام مطالعه شده، رقم ملس یزدی دارای تحمل بیشتری به شوری بود. لذا این رقم نیز به عنوان پیوندک انتخابی جهت پیوند بر روی پایه‌های نامبرده انتخاب گردید. در پایان بایستی به این نکته توجه نمود که داده‌های گزارش شده مربوط به نتایج یک سال و بر اساس تغییرات در بیوماس کل (اندام‌های هوایی+ریشه) و در مرحله نونهالی گیاهان (درختان یک-ساله) بوده است که نیاز است در تحقیقات آتی آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش کاهش عملکرد (بر اساس کاهش کمی و کیفی میوه) در درختان بارده گزارش گردد.

جدول ۵- کاهش عملکرد ۵۰ درصدی (EC_{50}) در ۱۲ ژنوتیپ انتخابی انار با استفاده از معادله خطی

ردیف	ژنوتیپ	EC_{50} (دسی‌زیمنس‌برمتر)	ضریب P	تعداد (N)
۱	شیشه کپ فردوس	۱۳/۲۸	۲/۳۸	۲۰
۲	رباب نیریز	۱۶/۶۲	۲/۳۴	۲۰
۳	ملس ساوه	۱۱/۱۵	۲/۶۰	۲۰
۴	ملس یزدی	۱۷/۴۳	۲/۴۴	۲۰
۵	گلنار سروستان	۱۰/۴۱	۲/۹۸	۲۰
۶	وشیک ترش سراوان	۱۰/۴۹	۲/۶۲	۲۰
۷	گلنار شهداد	۱۷/۶۲	۳/۱۰	۲۰
۸	گلنار ساوه	۹/۷۴	۳/۰۹	۲۰
۹	چاه افضل	۲۲/۳۷	۲/۶۴	۲۰
۱۰	نرک لاسجرد سمنان	۲۱/۱۰	۲/۲۰	۲۰
۱۱	وحشی بابلسر	۱۴/۷۹	۲/۵۵	۲۰
۱۲	پوست سیاه اردکان	۲۱/۷۴	۲/۳۹	۲۰

جدول ۶- میانگین کاهش عملکرد ۵۰ درصدی (EC_{50}) در مجموع ژنوتیپ‌های انتخابی انار با استفاده از معادله خطی

ردیف	ژنوتیپ	EC_{50} (دسی‌زیمنس‌برمتر)	ضریب P	تعداد (N)
۱	میانگین ۱۲ ژنوتیپ	۱۴/۳۲	۲/۴۵	۲۴۰

فهرست منابع

۱. احمدی، ف.، ع.، مومن پور، م.، دهستانی اردکانی، و ج. غلام نژاد (۱۳۹۸). پاسخ برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی انار (*Punica granatum*) به شوری آب آبیاری. مجله به زراعی کشاورزی. ۲۱ (۳): ٤١١-٤٠٠.

۲. حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۷٦ صفحه.

۳. مومن پور، ع.، ع. ایمانی، د. بخشی، و غ. ح. رنجبر. ۱۳۹۷. تعیین آستانه تحمل به شوری ۱۱ رقم و ژنوتیپ انتخابی بادام. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۳۲ (٤): ٥٢٩-٥٤١.

٤. مومن پور، ع.، ع. ایمانی، د. بخشی، و ح. رضایی. ۱۳۹۳. ارزیابی تحمل به شوری در برخی از ژنوتیپ‌های بادام پیوند شده روی پایه GF_{677} بر اساس صفات مورفولوژیک و فلورسانس کلروفیل. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۳ (۱۰): ۹-۲۸.

www.SID.ir

Archive of SID

۵. ولی‌پور، م.، م. کریمیان اقبال، م. ج. ملکوتی، و ا. ح. خوشگفتارمنش. ۱۳۸۷. روند توسعه شوری و تخریب اراضی کشاورزی در منطقه شمس‌آباد استان قم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (٤٦): ٦٩١-٦٨٣.

6. Fipps, G. 2003. Irrigation water quality standards and salinity management strategies. Texas Agricultural Extension Service. Pp 1-18.
7. Fowler, D. B., and J. W. Hamm. 1980. Crop response to saline sodic conditions in parkland area of Saskatchewan. Can. J. Soil Sci. 60:439-449
8. Grattan, S. R. 2002. Irrigation water salinity and crop production. University of California. Agriculture and Natural Recourses Publication. 8066
9. Ibrahim, H.I.M. 2016. Tolerance of two pomegranates cultivars (*Punica granatum L.*) to salinity stress under hydroponic culture conditions. Journal of Basic and Applied Scientific Research. 6 (4): 38-46.
10. Karimi, H.R., and Hasanpour, Z. 2014. Effects of salinity and water stress on growth and macro nutrients concentration of pomegranate (*Punica granatum L.*). Journal of Plant Nutrition. 37:1937-1951.
11. Liu, C., Ming, Y., Xianbin, H., and Zhaohe, Y. 2018. Effects of salt stress on growth and physiological characteristics of pomegranate (*Punica granatum L.*) cuttings. Pakistan Journal of Botany. 50 (2): 457-464.
12. Maas, E. V. 1990. Crop salt tolerance. pp. 262-303. In:K.K. Tanji (ed.) Agricultural Salinity Assessment and Management. ASCE. Publication. 619 pp.
13. Maas, E. V. 1996. Plant response to soil salinity. 4th National Conference and Workshop on the "Production Use and Rehabilitation of Saline Lands". Albany Western Australia. 25-30 March.
14. Maas, E.V, and G.J, Hoffman. 1977. Crop salt tolerance: current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 103: 115- 134.
15. Maas, E.V. and S.R. Grattan. 1999. Crop yield as affected by salinity. Agric. Drain. Agron. Monograph. 38: 55-107.
16. Mastrogiannidou, E., Chatzissavvidis, C., Antonopoulou, C., Tsabardoukas, V., Giannakoula, A., and Therios, I. 2016. Response of pomegranate cv. wonderful plants to salinity. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 16 (3): 621-636.
17. Momenpour, A., and Imani, A. 2018. Evaluation of salinity tolerance in fourteen selected pistachio (*Pistacia vera L.*) cultivars. Advances in Horticultural Science. 32 (2): 249-264.
18. Momenpour, A., Imani, A., Bakhshi, D., and Akbarpour, E. 2018. Evaluation of salinity tolerance of some selected almond genotypes budded on GF_{677} rootstock. International Journal of Fruit Science. 18 (4): 410-435.
19. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment. 25: 239-250.
20. Munns, R., and M. Tester. 2008 Mechanisms of salinity tolerance.Annual Review of Plant Biology. 59: 651–681.
21. Okhovatian-Ardakani, A.R., Mehrabanian, M., Dehghani, F., and Akbarzadeh, A. 2010. Salt tolerance evaluation and relative comparison in cuttings of different pomegranate cultivars. Plant, Soil and Environment. 56 (4): 176-185.
22. Szczerba, M.W., D. T. Britto, and H. J. Kronzucker. 2009. K^+ transport in plants: physiology and molecular biology. Plant Physiology. 166: 447-466.
23. Szczerba, M.W., DT. Britto, KD. Balkos., and H. J. Kronzucker. 2008. $NH4^+$ stimulated and -inhibited components of K^+ transport in rice (*Oryza sativa L.*). Experimental Botany. 59: 3415–3423.
24. Van Genuchtan, M. Th. and G. J. Hoffman. 1984. Analysis of crop salt tolerance data. Soil Salinity under Irrigation- process and management. Ecological Studies 51, Springer-Verlag, N. Y. pp. 258-271.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Salinity Tolerance Threshold of Selected Pomegranate Genotypes

A. Momenpour [1]*, M. Dehestani Ardakani, V. Soltani Gerd Faramarzi, M. H. Rad, M. R. Vazifeh Shenas, A. Anagholi, F. Ahmadi, and Z. Jamaati

Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. **a.momenpour@areeo.ac.ir**

Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. **mdehestani@ardakan.ac.ir**

Researcher, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. **valisoltani1355@gmail.com**

Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. **mohammadhadirad@gmail.com**

Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. **asman2000@gmail.com**

Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. **anagholi@yahoo.com**

MSc student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. **f.ahmadi432@yahoo.com**

MSc student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. **jamaatiz@yahoo.com**

Abstract

In order to determine salinity tolerance threshold and yield decrease per unit increase of soil salinity in selected pomegranate genotypes, a factorial experiment was carried out based on completely randomized design (CRD), with two factors: genotypes in 12 types (Shisheh Kap Ferdus, Malas Yazdi, Malas Saveh, Rabab Neyriz, Golnar Saveh, Golnar Sarvestan, Golnar Shahdad, Narak Lasjerd Semnan, Vahshi Babolsar, Post Siyah Ardakan, Chah Afzal and Voshik Torsh Saravan) and soil salinity at five levels (1.5, 3.8, 6.2, 9.3 and 12.6 dSm^{-1}). According to the results, the lowest salinity tolerance threshold was observed in Voshik Torsh Saravan (3.02 dS/m), Malas Saveh (3.25 dS/m) and Golnar Saveh (3.40 dS/m) genotypes, and the highest salinity tolerance threshold was observed in Golnar Shahdad (4.90 dS/m), Chah Afzal (4.70 dS/m), Post Siyah Ardakan (4.38 dS/m), and Malas Yazdi (4.17 dS/m) genotypes. The highest yield reduction slope was observed in Golnar Saveh (7.89%), Golnar Sarvestan (7.39%), Voshik Torsh Saravan (6.69%), and Malas Saveh (6.33%) genotypes, respectively. In contrast, the lowest yield reduction slope was observed in Chah Afzal (2.83%), Post Siyah Ardakan (2.88%) and Narak Lasjerd Semnan (2.89%) genotypes, respectively. Overall, the results showed the levels of salinity that reduced the yield by 50% in Chah Afzal, Post Siyah Ardakan and Narak Lasjerd Semnan genotypes were about twice greater than salinity that reduced the yield by 50% in Golnar Saveh, Golnar Sarvestan, Voshik Torsh Saravan and Malas Saveh genotypes. EC_{50} in Chah Afzal, Post Siyah Ardakan, and Narak Lasjerd Semnan genotypes were observed at 22.37, 21.74 and 21.10 dS/m. At salinity level of 8.4 dS/m, yield reductions in Chah Afzal, Post Siyah Ardakan and Narak Lasjerd Semnan genotypes were only 10.47%, 11.58%, and 13.30%, respectively, which were lower than the 50% value previously reported. Therefore, these three genotypes were selected for further studies and planting as rootstocks in Chah Afzal Station of National Salinity Research Center.

Keywords: Chah Afzal genotype, Narak Lasjerd Semnan, Post Siyah Ardakan, Saline water and soil, Total biomass, Yield reduction slope

[1] Corresponding author: Yazd, National Salinity Research Center.

*- Received: July 2019 and Accepted: January 2020

www.SID.ir