تعیین آستانه تحمل به شوری برخی از ارقام تجاری انار (*Punica granatum*)

علی مومن پور[۱]، حسین پرویزی[۲]، حدیث حاتمی[۳*]

۱- استادیار پژوهشی مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
۲- استادیار پژوهشی مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
۳- استادیار پژوهشی مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
*h.hatami@areeo.ac.ir

چکیده:

آستانه تحمل به شوری گیاهان باغی از جمله درختان میوه بر اساس میزان کاهش عملکرد (بیوماس کل و یا کاهش تولید میوه) در شرایط شور در مقایسه با شرایط غیرشور بدست می‌آید. به‌منظور تعیین آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد در برخی از ارقام تجاری انار، پژوهشی به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو عامل رقم انار در ۴ سطح (شیشه‌کپ فردوس، ملس یزدی، ملس ساوه و رباب نیریز) و میانگین شوری خاک در ۵ سطح (۱/۵، ۳/۸، ۶/۲، ۹/۳ و ۱۲/۶ دسی‌زیمنس برمتر) و ۴ تکرار (مجموعا ۸۰ گلدان)، انجام شد. در پایان پژوهش، آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برحسب بیوماس افزایش یافته گیاهان در طی دوره اعمال تنش شوری، محاسبه شد. نتایج نشان داد، کمترین میزان آستانه تحمل به شوری در رقم ملس ساوه (۳/۲۵ دسی‌زیمنس برمتر)، مشاهده شد. در نقطه مقابل، بیشترین آستانه تحمل به شوری در رقم ملس یزدی به میزان (۴/۱۷ دسی‌زیمنس‌برمتر)، مشاهده شد. بیشترین مقدار شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری، در رقم ملس ساوه (۶/۳۳ درصد)، مشاهده شد. به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد، میزان شوری عصاره اشباع خاک که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی عملکرد شد، در رقم‌های ملس یزدی، رباب نیریز، شیشه کپ فردوس و ملس ساوه به ترتیب (۱۷/۴۲، ۱۶/۶۲، ۱۳/۲۸ و ۱۱/۱۵دسی‌زیمنس برمتر)، بود.

واژگان کلیدی: آب و خاک شور، بیوماس کل، شیب کاهش عملکرد، ملس یزدی، ملس ساوه.

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). 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، ۲۰۱۴; اسکیزبرا و همکاران، ۲۰۰۸; مانس و تستر، ۲۰۰۸؛ حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰).

تحمل به شوری گیاهان باغی به طور سُنتی با مقایسه عملکرد نسبی[۱] در شوری‌های 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

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

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 (۱۹۸۴) 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 ۵۰ درصدی عملکرد می‌گردد، بر اساس رابطه ۲ قابل محاسبه می باشد:

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

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.

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 ۵/۴ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری و ۸/۴ 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. 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 ۱۶-۱ (۲/۲۲ دسی‌زیمنس برمتر) و پس از آن در ارقام مامایی (۲/۲۸ دسی‌زیمنس برمتر) 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، ۴/۸۴ و ۴/۸۰ دسی‌زیمنس برمتر)، مشاهده شد. بیشترین شیب کاهش عملکرد با افزایش شوری در ژنوتیپ ۴۰-۱۳ (۸/۰۵ درصد)، و پس از آن در ارقام A_{200} (۷/۸۶ درصد) و نان‌پاریل (۷/۵۵ درصد)، مشاهده شد. در نقطه مقابل، کمترین مقدار شیب کاهش عملکرد در رقم‌های شاهرود ۱۲(۵/۶۰ درصد)، مشاهده شد. در مجموع نتایج نشان داد، میزان شوری که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ارقام شاهرود۱۲، شکوفه و ژنوتیپ ۲۵-۱، می‌شود، به ترتیب ۵/۰۵، ۴/۴۳ 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 ۴ رقم تجاری انار و معرفی متحمل‌ترین ژنوتیپ(ها) به شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور رقم در ۴ سطح و شوری خاک در پنج سطح و با چهار تکرار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در سایت مرکز ملی تحقیقات شوری انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل (شیشه‌کپ فردوس، ملس یزدی، ملس ساوه و رباب نیریز) و شوری خاک شامل (۱/۵، ۳/۸، ۶/۲، ۹/۳ و ۱۲/۶ 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 سانتی‌متر و قطر ۱±۱۰ میلی‌متر در دهه سوم بهمن ماه ۱۳۹۶ تهیه شد. 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).

جدول۱. 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 ۱ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش یافت.

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

در این تحقیق، شوری آب آبیاری اعمال شده در طی دوره اعمال تنش به ترتیب ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس برمتر بودند. به‌منظور اعمال تیمارهای شوری، از آب بسیار شور منطقه عقدا، استفاده شد که ترکیب آن در جدول ۳ ارائه شده است. 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. به‌منظور اطمینان از انجام نیاز آبشویی خاک گلدان‌ها و کنترل شوری خاک در طی دوره اعمال تنش‌ها، پس از هرنوبت آبیاری، هدایت الکتریکی و حجم زه آب خروجی یک تکرار از هر رقم در هر تیمار اندازه‌گیری 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).

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

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

علاوه بر کنترل شوری محلول خاک از طریق میزان کسر آبشویی، هر ۳۰ روز یک مرتبه (۳۰، ۶۰ 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 ۴).

جدول۳- 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

جدول۴-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

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 رقم ۵ گلدان (در مجموع ۲۰ 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 ۴۸ 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 ۸۰ گیاه) به‌طور کامل از خاک خارج شدند و مجددا طبق روش مومن پور و همکاران (۱۳۹۳)، وزن خشک کل آن‌ها 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 ۴)، محاسبه شد (مانس و هافمن، ۱۹۷۷; وانگنوختن و هافمن، ۱۹۸۴).

$$Y_r = 100\text{-}b\ (EC_e\text{-}a) \quad (۴)$$

در این رابطه Yr = 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.

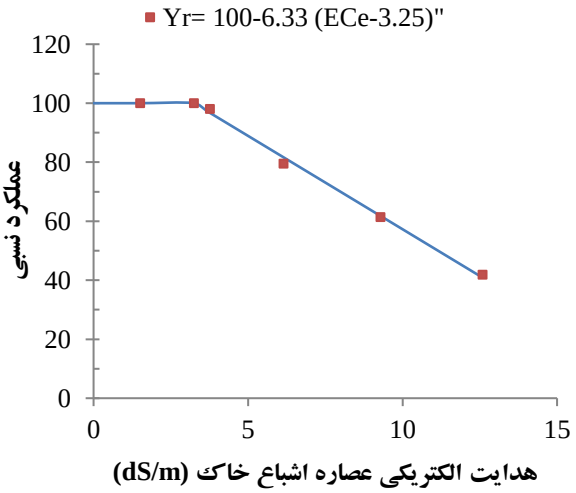
قابل ذکر است با توجه به اینکه در این تحقیق از ماده خشک گیاهی برای تعیین عملکرد نسبی استفاده شده است، استفاده از میانگین وزن ماده خشک افزایش یافته گیاهان در طی دوره اعمال تنش گیاهان بسیار دقیق‌تر از استفاده از ماده خشک کل می‌باشد

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

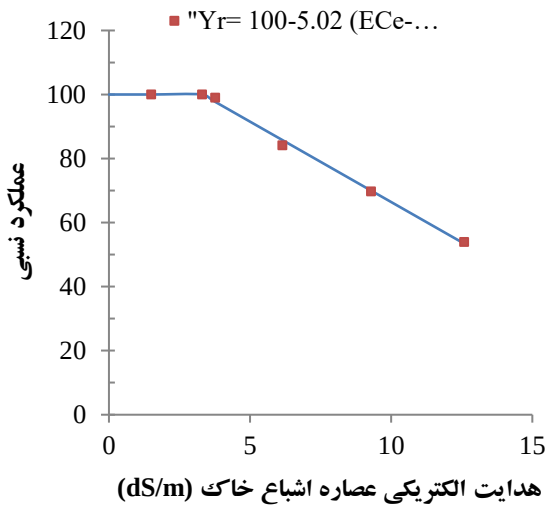
نتایج و بحث:

بررسی آستانه تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های انتخابی

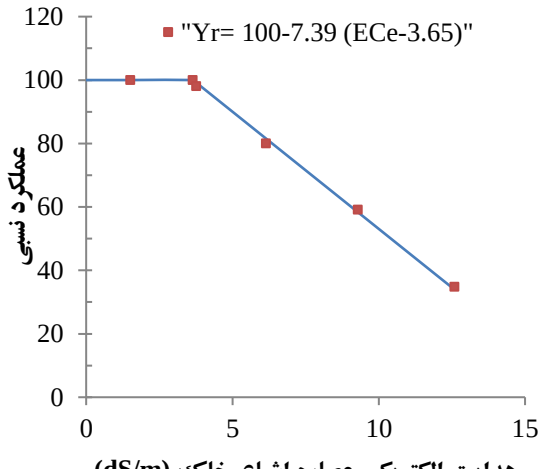
بر اساس نتایج، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر آستانه تحمل به شوری با یکدیگر اختلاف داشتند. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، کمترین میزان آستانه تحمل به شوری در رقم ملس ساوه (۳/۲۵ دسی‌زیمنس برمتر)، مشاهده شد (شکل ۱). میزان آستانه تحمل به شوری در رقم های مطالعه شده بین ۳/۲۵ الی ۴/۱۷ دسی‌زیمنس برمتر بود. ماس 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.



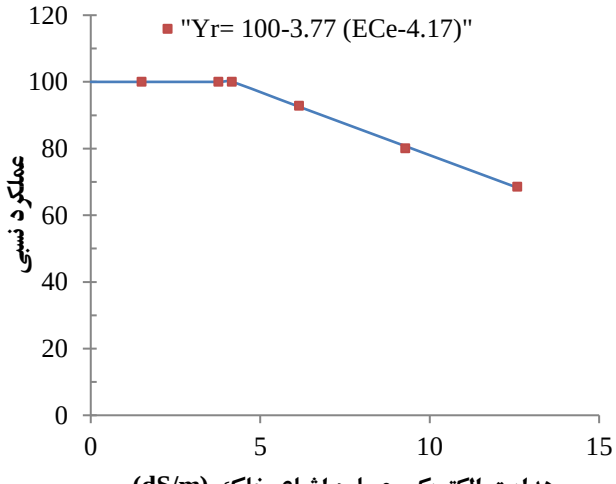
شکل ۱- حد آستانه تحمل به شوری رقم ملس ساوه



شکل ۲- حد آستانه تحمل به شوری رقم شیشه کپ فردوس



شکل ۳-حد آستانه تحمل به شوری رقم رباب نیریز



شکل ۴-حد آستانه تحمل به شوری رقم ملس یزدی

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 رقم رباب نیریز (۷/۳۹ درصد)، مشاهده شد (شکل ۳). شیب کاهش عملکرد در سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده کمتر از ۷ درصد بود به‌طوریکه مقدار شیب کاهش عملکرد در رقم ملس یزدی ۳/۷۷ درصد بود (شکل ۴).. این نتایج نشان می‌دهد که حساسیت رقم انتخابی از منطقه ساوه نسبت به شوری بیشتر از ارقام انتخاب شده از سایر مناطق می‌باشد. 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 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.

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

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 ۶). بر اساس نتایج به‌دست آمده، میزان شوری عصاره اشباع خاک که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی شد، در بین ارقام مطالعه شده با یکدیگر اختلاف داشت. در رقم ملس یزدی در شوری (۱۷/۴۲ دسی‌زیمنس برمتر)، عملکرد به میزان ۵۰ درصد کاهش یافته بود. علاوه بر رقم نامبرده، در رقم رباب نیریز نیز در شوری بیشتر از ۱۵ دسی‌زیمنس برمتر، عملکرد به میزان ۵۰ درصد کاهش یافته بود. در سایر ارقام مطالعه شده، در شوری کمتر از ۱۵ دسی‌زیمنس برمتر، عملکرد به میزان ۵۰ درصد کاهش یافت. کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در رقم‌های ملس ساوه و شیشه کپ فردوس به‌ترتیب در شوری‌های ۱۱/۱۵ و ۱۳/۲۸ دسی‌زیمنس برمتر، مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که نوع رقم در میزان تحمل به شوری نقش به‌سزایی دارد. 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، ۲۰۱۴; ماس و تستر، ۲۰۰۸؛ حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰). تحقیقات گذشته نشان داده بود که در شوری ۸/۴ دسی‌زیمنس 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.

جدول ۶- 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

نتیجه‌گیری:

به‌طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، میزان شوری عصاره اشباع خاک که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی عملکرد شد، در رقم‌های ملس یزدی، رباب نیریز، شیشه کپ فردوس و ملس ساوه به ترتیب (۱۷/۴۲، ۱۶/۶۲، ۱۳/۲۸ و ۱۱/۱۵دسی‌زیمنس برمتر)، بود. لذا از بین ارقام مطالعه شده، رقم‌های ملس یزدی و ملس ساوه به ترتیب به عنوان متحمل ترین و حساس‌ترین ارقام به شوری شناسایی شدند. 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 یک‌ساله) 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.

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): ۴۱۱-۴۰۰.

۲. حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۷۶ 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 (۴): ۵۲۹-۵۴۱.

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

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 (۴۶): ۶۹۱-۶۸۳.

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.

Evaluation of salinity tolerance threshold in some of pomegranate (*Punica granatum)* commercial cultivars

Ali Momenpour[1], Hossein Parvizi[2], Hadis Hatami[*3]

[1]Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
[2]Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
[3]Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
[*]h.hatami@areeo.ac.ir

Abstract

Salinity tolerance threshold of plants including fruit trees is obtained based on the reduction in yield (total biomass or reduced fruit production) under saline conditions compared to non- saline conditions. In order to determine salinity tolerance threshold and yield decreases percentage 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 cultivrs in 4 types (Shisheh Kap Ferdus, Malas Yazdi, Malas Saveh and Rabab Neyriz) and soil salinity in five levels (1.5, 3.8, 6.2, 9.3 and 12.6 dSm^{-1}). At the end of experiment, salinity tolerance threshold and yield reduction slope were calculated based on increased dry weight (biomass) in during applying salinity treatments. The results showed, the lowest and highest salinity tolerance threshold was observed in Malas Saveh and Malas yazdi (3.25 and 4.17dS/m), Respectively. The yield reduction slope was observed in Malas Saveh (6.33%) cultivar. EC_{50} in Malas yazd, Rabab Neyriz, Shisheh Kap Ferdus and Malas Saveh were observed in salinity intensity of 17.43, 16.62, 13.28 and 11.15 dS/m, respectively.
Keywords: Saline water and soil, Total biomass, Yield reduction slope, Malas Saveh and Malas yazdi.