تعیین حد آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد روناس در شرایط مزرعه‌ای

محمدحسین بناکار [۱] ، غلامحسن رنجبر [۱]، محمدحسن رحیمیان [۲] و ولی سلطانی [۲]
۱-عضو هیئت علمی مرکز ملی تحقیقات شوری یزد، ۲-کارشناس تحقیقات مرکز ملی تحقیقات شوری یزد

چکیده
این تحقیق بمنظور ارزیابی تاثیر تنش شوری بر عملکرد ریشه روناس در مزرعه تحقیقات شوری صدوق طی سه سال اجرا گردید. تیمارها شامل روش‌های مختلف کاشت (بذری و قلمه‌ای) و شوري‌های مختلف آب آبیاری (۵/۲، ۷، ۱۴، ۱۷ dS/m) بودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اگرچه با افزایش شوری عملکرد ریشه روناس به تدریج کاهش می‌یابد، لیکن در روش کاشت قلمه‌ای عملکرد ریشه بیشتری نسبت به روش کاشت بذری حاصل می‌گردد. این امر بخصوص در شوری های پایین مشهودتر بوده، لیکن در شوري‌های بالا که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین روش های مختلف کاشت وجود ندارد، هر یک از دو روش می‌تواند انتخاب گردد. نتایج حاصله همچنین نشان داد که حد آستانه تحمل به شوری روناس در روش های مختلف کاشت تفاوتی نداشته و ۴ dS/m و شیب کاهش عملکرد ۳/۲ درصد می‌باشد و لذا می توان آنرا در گروه گیاهان نیمه متحمل گروه بندی کرد.
واژه‌های کلیدی: روناس، تحمل به شوری، عملکرد، آستانه، نیاز آبشویی

مقدمه
نگاهی به وضعیت شوری منابع آب و خاك کشورمان نشان می‌دهد که این پدیده یکی از مهمترین عوامل تنش‌زا در بخش کشاورزی است. البته راه‌های کنترل و مدیریت درازمدت و کوتاه‌مدت شوری توسط محققان برجسته دنیا نظیر آیرز و وستکات (۱۹۸۵)، رودز، کاندیا و ماشالی (۱۹۹۲)، هانسون و گراتان (۱۹۹۹)، شال‌هوت (۱۹۹۴) و اوستر(۱۹۹۴) ارائه شده است. در این تحقیقات راهکارهایی نظیر بهینه‌سازی آبیاری و افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه، مدیریت و اصلاح شوری خاك، آبشویی مکانی خاك‌های شور برای جلوگیری از ورود بی‌رویه آب به خاك و سپس ماندابی و شورشدن آب زیرزمینی و خاك در مناطق مستعد این امر، انجام اقدامات زهکشی، معرفی ارقام مناسب زراعیاز جمله اقداماتی است که در هر منطقه پیشنهاد شده است.
روناس از جمله گیاهانی است که کاشت آن در بسیاری از مناطق شور استان یزد معمول بوده است. بسیاری از کشاورزان از گذشته‌های دور روناس را بعنوان گیاهی متحمل به شوری شناخته و لذا به کشت و تولید آن مبادرت ورزیده‌اند. شواهدی در دست است که نشان می‌دهد کاشت روناس در شوری خاك تا ۱۸ dS/m و شوری آب آبیاری تا بیش از ۲۰ dS/m گزارش شده است (صدری و سنائی، ۱۳۷۲). روناس گیاهی ۲ تا ۳ ساله از خانوادهٔروناس (Rubiaceae) و از گیاهان مهم دارویی و صنعتی ایران می‌باشد. اگرچه اندام هوایی این گیاه از نظر علوفه‌ای مورد توجه است، لیکن ریشه‌های آن به عنوان مهمترین و اقتصادي‌ترین بخش گیاه شناخته می‌شوند که حاوی رنگدانه طبیعی آلیزارین بوده و در صنایع رنگرزی پارچه و الیاف قالی مورد استفاده قرار می‌گیرند (آنجلینی و دیگران، ۱۹۹۷؛ میراب زاده، ۱۳۷۷). با توجه به جایگاه روناس در صادرات کشور و نیز سازگاری آن با شرایط اقلیمی مختلف، این گیاه برای کاشت در مناطق شور مناسب تلقی می‌شود. لیکن تحقیقات اندکی در رابطه با اثرات شوری آب آبیاری و خاك بر رشد و عملکرد این گیاه انجام شده است. تحقیقات یك‌ساله سپاسخواه و بیروتی (۲۰۰۹) از معدود تحقیقات گلخانه‌ای است که در آن شیب کاهش عملکرد روناس بازاء هر واحد شوری تعیین و گزارش شده است. تحقیق حاضر با هدف تعیین حد آستانه تحمل به شوری روناس و شیب کاهش عملکرد در شرایط مزرعه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در مزرعه تحقیقات شوری صدوق واقع در شمال یزد بمدت سه سال متوالی انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی بود بطوریکه روشهای مختلف کشت در دو سطح (بذری و قلمه‌ای) و شوری های مختلف آب آبیاری در چهار سطح (۵/۲، ۷، ۱۴، ۱۷ dS/m) با سه تکرار اعمال گردیدند. تیمارهای آبیاری با آب شور پس از سبز شدن یکنواخت بذور و قلمه‌ها بطور تدریجی اعمال و در طول فصل رشد ادامه یافت. در انتهای سال سوم، ریشه‌های روناس از خاك خارج و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید. با محاسبه متوسط شوری عصاره اشباع خاك در طول فصل رشد طی سه سال (ECe)، شوری آب آبیاری (ECiw) و عملکرد نسبی ریشه روناس (Yr)، اقدام به بررسی حد آستانه تحمل به ش وری روناس و شیب کاهش عملکرد در دو روش مختلف کاشت (بذری و قلمه‌ای) شد. جدول ۱ معادلات استفاده شده در این پژوهش برای تعیین حد آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد روناس را نشان می‌دهد. ارزیابی معادلات مذکور به کمك آماره‌های ضریب همبستگی (r)، خطای میانگین مربعات (RMSE) و خطای استاندارد (SE) صورت گرفت.

جدول ۱- معادلات استفاده شده برای تعیین ارتباط بین شوری خاك و عملکرد نسبی روناس

شماره و نام معادله / روش	شکل عمومی معادله	مرجع مورد استناد
(۱) رابطه خطی دارای حد آستانه	$Yr=100-[a(ECe-b)]$	Maas & Hoffman, (۱۹۷۷)
(۲) رابطه خطی ساده	$Yr=100[a-b(ECe)]$	Maas & Hoffman, (۱۹۷۷)
(۳) رابطه خطی سه‌جزئی	$Yr=100$; $0<ECe<ECe-t$ $Yr=100-b(ECe-ECe-t)$; $ECe-t<ECe<ECe-0$ $Yr=0$; $ECe>ECe-0$	Van Genuchten & Hoffman (۱۹۸۳)
(۴) روش آماری تصحیح شده ویبول	$Yr=exp[a(ECe)b]$	Steppuhn et al. (۲۰۰۵)
(۵) عامل نمایی دوگانه	$Yr=100*exp[a(ECe)-b(ECe)2]$	Wang et al. (۲۰۰۲)
(۶) عامل تغییر یافته گومپرتز	$Yr=100(1-exp[a(exp(bECe))])$	Steppuhn et al. (۲۰۰۵)
(۷) عامل کاهش اصلاح شده (سیگموئیدی)	$Y_r = \frac{100}{1+\left(\frac{EC_e}{EC_{e-50}}\right)^a}$	Van Genuchten & Hoffman (۱۹۸۳)

در این معادلات ECe-t، ECe-۵۰، ECe، Yr به ترتیب عملکرد نسبی (%)، متوسط شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد (dS/m)، شوری عصاره اشباع خاک بازای ۵۰% کاهش عملکرد (dS/m) و a و b ضرایب ثابت هر معادله می‌باشند.

بدلیل اهمیت کسر آبشویی (LF) در آبیاری با آب شور، در ادامه این پژوهش اقدام به تعیین کسر آبشویی شد. بدین منظور ابتدا ضریب غلظت (X) یا نسبت بین شوری عصاره اشباع خاك (ECe) و شوری آب آبیاری (ECiw) محاسبه و سپس به کمك رابطه موجود بین این ضریب و کسر آبشویی (شکل ۱)، کسر آبشویی هر یك از تیمارهای آبیاری تعیین شد. (آیرز و وستکات،۱۹۹۴).

$$X = ECe / ECiw \quad (۸)$$

نتایج و بحث

جدول ۲ تاثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر عملکرد روناس در دو روش کاشت را مورد مقایسه قرار می‌دهد. همانطوری که مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌دار آماری بین عملکردهای این دو روش، بررسی جداگانه روابط عملکرد نسبی محصول برای هر روش را توصیه می‌کند که در این پژوهش صورت گرفته است. همچنین در هر دو روش، افزایش شوری آب آبیاری تا ۷ dS/m موجب کاهش عملکرد به میزان حدود ۱۵% می‌گردد. کمترین عملکرد (۴۳/۱۲ تن در هکتار) نیز از اعمال بالاترین سطح شوری (۱۷dS/m) حاصل شد.

جدول ۲- میانگین عملکردهای روناس در دو روش کاشت و سطوح مختلف شوری آب آبیاری

روش کاشت	شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)				میانگین (ton/ha)
	۵/۲	۷	۱۴	۱۷	
بذری	۹۳/۱۷	۹۳/۱۵	۶۰/۱۳	۶۳/۱۲	^{A}۰۳/۱۵
قلمه‌ای	۴۰/۲۱	۴۳/۱۷	۴۳/۱۵	۲۳/۱۲	^{B}۶۳/۱۶
میانگین	^{A}۶۷/۱۹	^{B}۶۸/۱۶	^{C}۵۲/۱۴	^{D}۴۳/۱۲	-

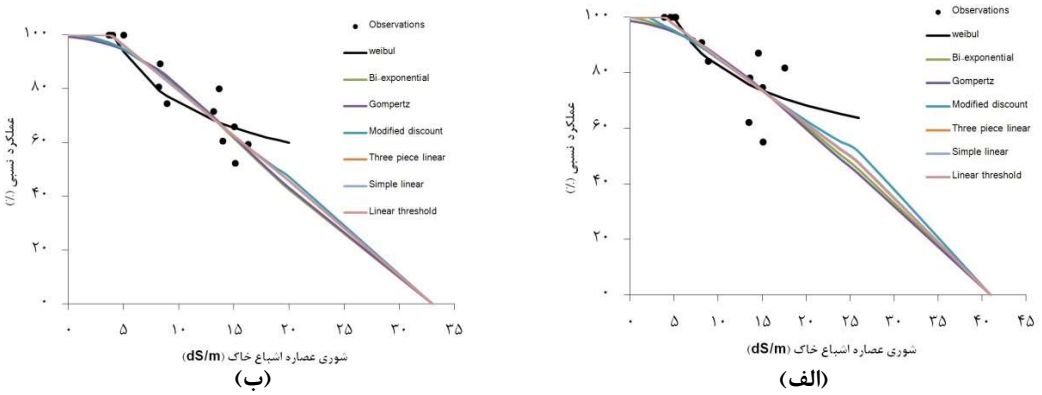
میانگین‌هایی که حداقل دارای یك حرف مشترك باشند از نظر آماری در سطح ۱% معنی‌دار نیستند.

به منظور بررسی تاثیر درازمدت شوری آب آبیاری بر عملکرد روناس، از متوسط شوری عصاره اشباع خاك سه سال متوالی (ECe) برای هر یك از تیمارها استفاده و مدل‌های مختلف تعیین عملکرد نسبی محصول (جدول ۱) بر نقاط مذکور برازش داده شد. در شکل ۲ نتایج این برازش‌ها برای دو روش کاشت روناس (بذری و قلمه‌ای) نشان داده شده است.

جدول ۳ نشان‌دهنده ضرایب هر یك از این معادلات در روش‌های مختلف کاشت روناس (بذری و قلمه‌ای) است. مقایسه آماره‌های r، RMSE و SE بهترین روابط موجود بین شوری خاك منطقه ریشه و عملکرد نسبی محصول را مشخص می‌سازد.

شکل ۳ مناسب‌ترین معادلات برازش شده بر نقاط مشاهداتی شوری خاك و عملکرد نسبی روناس در دو روش کاشت را نشان می‌دهد. حد آستانه تحمل به شوری روناس معادل ۹۰/۳dS/m می‌باشد. با مکان‌یابی این عدد در نمودار واکنش تغییرات عملکرد

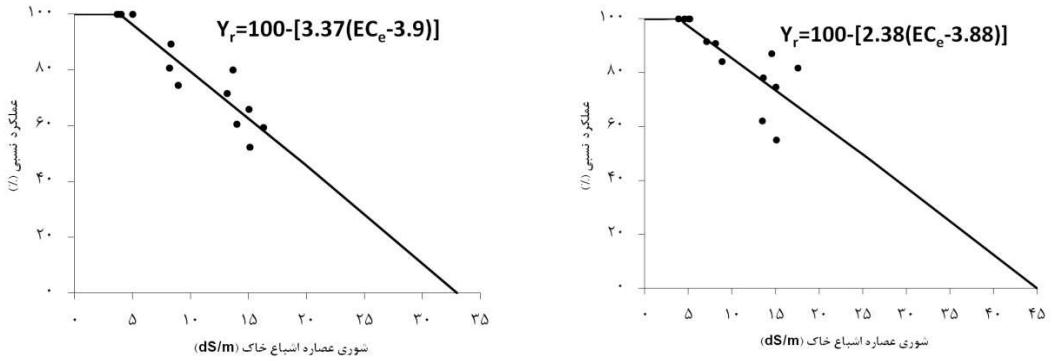
گیاهان به شوری (ماس، ۱۹۹۰)، روناس را می توان در گروه گیاهان نیمه متحمل طبقه بندی نمود. همچنین برای دو روش کاشت، شیب کاهش عملکرد به ازاء هر واحد شوری به ترتیب برابر با ۳۸/۲ درصد و ۳۷/۳ درصد می باشد.



شکل ۲- ارتباط بین شوری خاك و عملکرد نسبی روناس در روش کاشت بذری (الف) و قلمه‌ای (ب)

جدول ۳-ضرایب معادلات تعیین عملکرد نسبی روناس در روش‌های مختلف کاشت و ارزیابی هر یك از آن‌ها به کمك آماره‌های RMSE ،r و SE

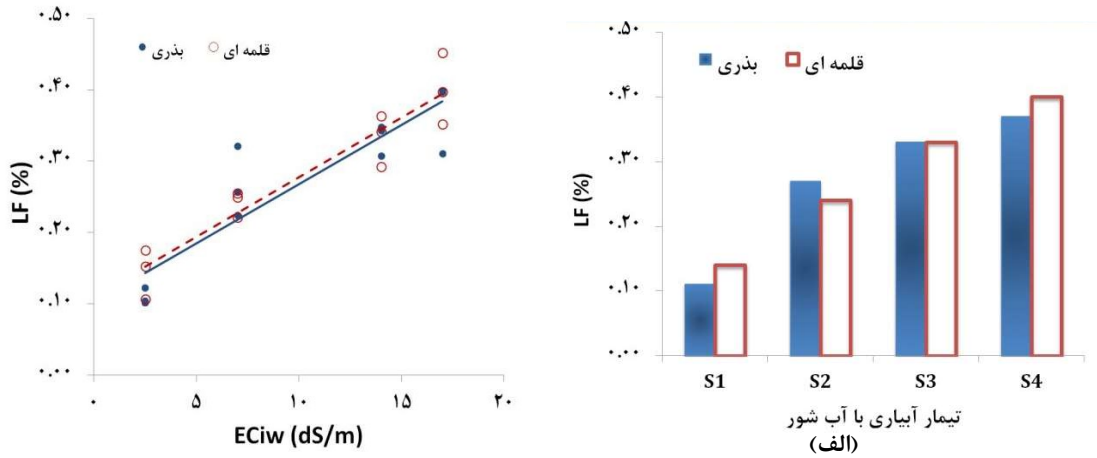
شماره و نام معادله	روش کاشت بذری				روش کاشت قلمه‌ای			
	ضرایب معادله	r	RMSE	SE	ضرایب معادله	r	RMSE	SE
(۱) رابطه خطی دارای حد آستانه	a=۲.۳۸ b=۳.۸۸	۷۶۶/۰	۴/۲	۷۸/۹	a=۳.۳۷ b=۳.۹	۹۳۵/۰	۱/۲	۳۴/۶
(۲) رابطه خطی ساده	a=۱.۰۹۲۷ b=۰.۰۲۳۷	۷۶۶/۰	۴/۲	۷۸/۹	a=۱.۱۲۸ b=۰.۰۳۳۵	۹۳۵/۰	۱/۲	۳۴/۶
(۳) رابطه خطی سه‌جزئی	$EC_{e\text{-}t}$=۳.۸۸ b=۲.۳۷۸	۷۶۵/۰	۴/۲	۳۲/۹	$EC_{e\text{-}t}$=۳.۹ b=۳.۳۷	۹۳۵/۰	۱/۲	۳۴/۶
(۴) روش اماری تصحیح شده ویبول	a=۵.۰۸۳۸ b=-۰.۰۶۱۹	۷۹۶/۰	۳/۲	۲/۹	a=۵.۱۲۳ b=-۰.۰۷۴۹	۹۱۵/۰	۲/۲	۲۱/۷
(۵) عامل نمایی دوگانه	a=-۰.۰۵۸ b=۰.۰۰۰۹۵۳	۷۴۳/۰	۶/۲	۱۸/۱۰	a=-۰.۰۰۰۷ b=۰.۰۰۲۱	۹۱۶/۰	۳/۲	۰۴/۷
(۶) عامل تغییر یافته گومپرتز	a=-۴.۳۲۷ b=-۰.۰۷۷۹	۷۳۴/۰	۶/۲	۳۲/۱۰	a=-۴.۹۷ b=-۰.۱۰۸	۹۱۲/۰	۴/۲	۱۸/۷
(۷) عامل کاهش اصلاح شده (سیگموئیدی)	$EC_{e\text{-}۵۰}$=۲۶.۹۴ a=۱.۷۶۴	۷۵۵/۰	۶/۲	۵/۹	$EC_{e\text{-}۵۰}$=۱۹.۰۱ a=۲.۱۶	۹۲۷/۰	۳/۲	۴۲/۶



(الف) (ب)

شکل ۳- مناسب‌ترین معادلات برازش شده برای تعیین عملکرد نسبی روناس در روش کاشت بذری (الف) و قلمه‌ای (ب)

همچنین بدلیل اهمیت کسر آبشویی در مدیریت آبیاری با آب شور، بر اساس روش ارائه شده در این پژوهش، کسر آبشویی برای چهار تیمار مختلف محاسبه گردید که در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطوری که ملاحظه می‌گردد، کسر آبشویی محاسباتی در کرت‌های آزمایشی از ۱/۰ تا ۴/۰ متغیر بوده و با افزایش شوری آب آبیاری، افزایش یافته است.



(ب) (الف)

شکل ۴ - (الف)کسر آبشویی محاسبه شده در تیمارهای مختلف آب آبیاری و (ب) ارتباط بین شوری آب آبیاری و کسر آبشویی در دو روش مختلف کاشت

بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گیری کرد که روناس گیاهی است نیمه‌متحمل به شوری است که حد آستانه تحمل به شوری آن تقریبا dS/m۴ و شیب کاهش عملکرد آن به ازاء افزایش هر واحد شوری، ۳/۲ درصد است. همچنین، با فرض کاهش ۱۵ درصدی عملکرد نسبی، توصیه می‌شود که حداکثر شوری آب آبیاری برای این گیاه dS/m۷ و نیاز آبشویی ۲۵ درصد در نظر گرفته شود. در شوری‌های پایین تر آب آبیاری (کمتر از dS/m ۷) روش کاشت قلمه‌ای عملکرد بیشتری نسبت به روش کاشت بذری داشته و این نوع کاشت توصیه می‌گردد. معذلک، تفاوت قابل توجهی بین روش کاشت بذری و قلمه‌ای در شوری‌های بالاتر وجود نداشته و انتخاب هر یک از آن‌ها به نظر کشاورز وابسته است.

منابع

طباطبایی، س.ه.ا. کمالی ك. و میروکیلی س.م. ۱۳۷۲. گزارش نهایی طرح جامع روناس. سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران. پژوهشکده یزد.

صدری، م.ح. و سنائی ح. ۱۳۷۲. بررسی محدودیتهای آب و خاك بر روی عملکرد روناس. سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران. دفتر یزد. نشریه شماره ۱۳. ۵۶ صفحه.

میراب زاده، م. ۱۳۷۷. روناس طلای کویر. مجله آب، خاك، ماشین. شماره ۳۷. صفحة ۴۴-۴۳.
Angelini L.G. Pistelli L. Belloni P. Bertoli A. and Panconeri S. ۱۹۹۷. Rubia tinctorum as a source of natural dyes: Agronomic evaluation. Quantitative analysis of alizarin and industrial assays. Industrial Crops and Products, ۶: ۳۰۳-۳۱۱.
Ayers R.S. Westcott D.W. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage paper, No. ۲۹, Rev. ۱, FAO, Rome.
Hanson B.R. Grattan S.R. ۱۹۹۹. Agricultural salinity and drainage. University of California, Irrigation Program.
Maas, E.V. ۱۹۹۰. Crop salt tolerance. In: Tanji, K.K. Agricultural salinity assessment and management. ASCE Publication. ۶۱۹ PP.
Maas, E.V. and Hoffman G.L. ۱۹۷۷. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of Irrigation and Drainage. Div. ASCE. ۱۰۳: ۱۱۵-۱۳۴.
Oster J.D. ۱۹۹۴. Irrigation with poor quality water. Agr. Water Manage., ۲۵:۲۷۱-۲۹۷.
Rhoades J.D. Kandiah A. Mashali A.M. ۱۹۹۲. The use of saline waters for crop production. Irrigation and Drainage paper, No. ۴۸, FAO, Rome.
Sepaskhah, A.R., and Beirouti Z. ۲۰۰۹. Effect of irrigation interval and water salinity on growth of madder (Rubia tinctorum L.). International Journal of Plant Production ۳ (۳): ۱-۱۶.
Shalhevet J. ۱۹۹۴. Using water of marginal quality for crop production: major issues. Agricultural Water Management, ۲۵:۲۳۳-۲۶۹.
Van Genuchten M.Th. ۱۹۸۳. Analysis crop salt tolerance data. United states Department Agriculture. Agriculture Research Service, U. S. Salinity Laboratory, Washington DC. Research Report ۱۲۰, ۴۹ PP.
Steppuhn H. van Genuchten M.Th. and Grieve C.M. ۲۰۰۵. Crop ecology, management and quality: Root-Zone Salinity: I. Selecting a Product-Yield Index and Response Function for Crop Tolerance. Crop Sci ence, ۴۵:۲۰۹-۲۲۰.
Steppuhn H. van Genuchten M.Th. and Grieve C.M. ۲۰۰۵. Crop ecology, management and quality: Root-Zone Salinity: II. Indices for Tolerance in Agricultural Crops. Crop Science, ۴۵:۲۲۱-۲۳۲.

Abstract

In order to study the effect of salt stress on yielding of madder (*Rubia tinctorum* L.) roots, a factorial experiment was conducted at Sadooq Salinity Research Farm, Yazd, Iran during three years. Treatments were two planting methods (seeding, root-cutting) and different salinity levels of irrigation water (۲.۵, ۷, ۱۴, ۱۷ dS/m). Results showed that at low salinity levels madders gives higher yield when planted by root-cutting method. However, at high salinity levels there is no difference between the two methods. Results of the experiment also showed that salt tolerance threshold value of madders is about ۴ dS/m and the slope of yield reduction is ۳.۲ percent, classifying it as a moderately salt tolerant crop.