

تأثیر توأم شوری آب آبیاری و نیتروژن بر مقاومت، عملکرد و کارایی مصرف آب (WUE) انار

عظیم شیردلی^{۱*} و علیرضا طهماسبی^۲

* - نویسنده مسئول، استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲

چکیده

استفاده زیاد از آب‌های زیرزمینی جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی باعث پایین رفتن سطح سفره‌های آب زیر زمینی و نامطلوب شدن کیفیت آب برای آبیاری شده که نتیجه آن کاهش عملکرد محصولات کشاورزی و کاهش بهره‌وری آب است. این مسئله در آبیاری باغات انار شهرستان ساوه که عمدتاً از منابع آب زیر زمینی مشروب می‌شوند نیز وجود دارد. به منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و نیتروژن بر مقاومت، عملکرد و کارایی مصرف آب (WUE) در انار پژوهشی به صورت یک آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار در شهرستان ساوه در سال ۱۳۸۹ به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از سطوح شوری آب آبیاری (۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ dS/m) که در کرت‌های اصلی و سطوح نیتروژن (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم برای هر درخت) که در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که شوری آب آبیاری باعث کاهش عملکرد و کارایی مصرف آب و مصرف نیتروژن در شوری‌های کمتر از ۴ (dS/m) باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب در انار شد تا شوری عصاره اشباع خاک ۶ (dS/m) عملکرد انار کاهش نیافت که به عنوان حد شوری آستانه برای انار در نظر گرفته شد ولی در شوری‌های بالاتر، عملکرد کاهش یافت و میزان این کاهش ۳/۸ درصد به ازای هر واحد شوری بود. تأثیر نیتروژن بر عملکرد، در شوری‌های بالاتر از حد آستانه کاهش یافته بود و در شوری‌های ۸ و ۱۰ (dS/m) باعث کاهش عملکرد گردید. میزان نسبی عملکرد انار در شوری‌های مختلف توسط معادله ای برآورد و گزارش گردید.

کلید واژه‌ها: انار، شوری آب آبیاری، کارایی مصرف آب، مقدار نسبی محصول (Y_r)، نیتروژن.

The Effect of Salinity of Irrigation Water and Application of Nitrogen on Resistance, Yield and Water Use Efficiency of Pomegranate

A. Shirdeli¹ and A.R. Tahmasebi²

1- Assistant Professor Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Zanjan University
2- Master Student, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Zanjan University

Received: 24.Oct.2011

Accepted: 6.Feb.2012

Abstract

Excessive use of water for irrigation has lowered underground aquifers and has deteriorated the quality of underground water for irrigation causing agricultural production and water use efficiency to decrease. To study the effect of salinity of irrigation water and application of nitrogen on yield and water use efficiency of pomegranate a split plot experiment with 15 treatments and three replications was performed in city of Saveh in 1389. Treatments were factorial combinations of five levels of salinity (2, 4, 6 and 8 dS/m) for irrigation water and three rates (0, 150 and 300 g) of nitrogen for each tree. The salinity levels of irrigation water were located in main plots and nitrogen rates were considered as subplots using a randomized complete block design. The results showed that the salinity of irrigation water decreased plant yield when it was higher than 4 dS/m. When the salinity levels of irrigation water were less than 4 dS/m reduction in yield was not significant and this salinity level was considered as threshold salinity for pomegranate. At higher salinity levels the yield of pomegranate decreased at the rate of 3.3 percent per each unit of EC of irrigation water. Application of nitrogen increased plant yield at salinity levels lower than 4 dS/m but it decreased pomegranate yield when the salinity levels of irrigation water were higher than threshold salinity. The

relative yield of pomegranate at different salinity levels was estimated by an equation and reported in this paper.

Keywords: Pomegranate, Salinity of irrigation Water, Water use efficiency, Relative yield, Nitrogen.

مقدمه

آب و خاک برای درخت انار نتایج متفاوتی را ارائه کرده است. در نشریه فائو ۵۶ (۸) انار گیاهی نسبتاً مقاوم به شوری (MT)^۵ و در تحقیق استفان و گرانتان^۶ انار گیاهی نسبتاً حساس به شوری قلمداد شده است. در ضمن شوری آستانه و شیب کاهش عملکرد با شوری برای محصول انار ارائه نشده است. تولودو و آلبوجر^۷ از کشور اسپانیا شوری آستانه آب آبیاری برای انار را ۴ dS/m و انار را گیاهی نسبتاً مقاوم به شوری گزارش کردند (۲۱). بانتانا و لازارویچ آستانه تحمل انار به شوری آب آبیاری را ۱ dS/m و انار را گیاهی نسبتاً حساس به شوری قلمداد کردند (۱۱) در تحقیقی که در کشور اسپانیا در مورد شرایط مناسب کشت برای انار انجام شد، چنین گزارش شد که مقادیر هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم (SAR)^۸، غلظت کلر و غلظت بور در آب آبیاری به ترتیب نباید از ۴ میلی موس بر سانتی‌متر، ۱۸، ۷۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم در لیتر بیشتر باشد (۲۱).

در تحقیقی که توسط محمد ابراهیم و عبد الصمد^۹ بر روی انار در کشور مصر انجام شد، تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری (۷۰، ۵۰ و ۳۰ درصد رطوبت قابل دسترس) و نوع و میزان کود حیوانی را (کود گاوی و کود مرغی) بر خصوصیات فیزیکی خاک، رشد، راندمان آب مصرفی و مقدار مواد معدنی برگ انار بررسی کردند، نتایج تحقیقات آنها نشان داد که مقدار آب مصرفی بطور معنی‌داری با افزایش میزان مصرف کودهای حیوانی کاهش یافت. افزایش سطوح کم آبیاری باعث کاهش میزان عملکرد هر درخت و میانگین وزن میوه شد. کاربرد توأم کودهای حیوانی و شیمیایی بصورت همزمان باعث افزایش تولید محصول در مقایسه با مصرف جداگانه هر کدام از کودها شد (۱۵).

نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی در تغذیه درختان می‌باشد که تعیین کننده میزان رشد رویشی درختان است. نیتروژن در رشد رویشی، گلدهی، تشکیل میوه، عملکرد محصول، رسیدگی میوه‌ها و ناهنجاری‌های فیزیولوژیک پس از برداشت در اکثر محصولات باغی دخالت دارد. لذا مدیریت نیتروژن باغ‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است (۲). غفارپوربیشه در تحقیقات خود نشان داد که مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد پرتقال تامسون گردید و با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی میزان عملکرد میوه افزایش یافت (۵). صبحی و گلچین در تحقیقی که بر روی محصول انار در

کیفیت آب آبیاری تأثیر زیادی بر تولید محصولات کشاورزی دارد. تمام آب‌های مورد استفاده جهت آبیاری دارای املاح معدنی محلول هستند، اما غلظت و ترکیب املاح به نوع منبع آبی بستگی دارد (۲۰). یکی از اصلی‌ترین منابع آب، آب‌های زیرزمینی می‌باشد که در دهه‌های اخیر استفاده از آنها برای تأمین آب مورد نیاز زمین‌های کشاورزی و باغات به شدت افزایش یافته است. برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی علاوه بر مشکلات ناشی از افت شدید عمق آب زیرزمینی، مشکل شور شدن آب را نیز در پی داشته است (۳و۶). تعیین کیفیت آب آبیاری و مطالعه تأثیر آن بر رشد محصول به منظور اجتناب از بروز مشکلات و تولید بهینه محصولات کشاورزی ضروری است (۲۰). تحمل گیاهان به شوری نه تنها در بین گونه‌های مختلف کاملاً متفاوت است بلکه در هر گیاه و تحت شرایط محیطی تغییر می‌کند. به‌طور کلی شوری آب آبیاری باعث کاهش عملکرد گیاهان مختلف به‌صورت خطی می‌گردد (۱۱۸، ۱۲۰و۲۰). استفاده از آب شور برای آبیاری باعث کاهش تعلق می‌گردد که در نتیجه مجموع تبخیر و تعرق را کاهش می‌دهد (۱۱و۱۲). کاهش خطی تبخیر و تعرق با افزایش شوری آب آبیاری در چندین محصول از جمله ذرت، یونجه، هندوانه (۱۶و۱۹)، گوجه (۱۰و۱۸)، انگور (۱۵و۱۸)، گندم (۱۹)، خرما (۲۲)، پیاز، فلفل و آفتابگردان (۹و۱۸) گزارش شده است. نتایج تحقیق ماگیو و همکاران^۱ نشان داد که شوری آب آبیاری رشد، فشار آماس و چگالی ریشه گوجه فرنگی را تحت تأثیر قرار داد و باعث کاهش سطح و فشار آماس برگ گوجه فرنگی گردید (۱۴). بنگال و همکاران^۲ نشان دادند که هدایت الکتریکی^۳ آب زهکشی (از ناحیه ریشه) ۱/۵ تا ۲ برابر بیشتر از هدایت الکتریکی^۳ آب آبیاری (۹ dS/m) بود (۲۲). به‌طور مشابه اسکاگز و همکاران^۴ مقادیر بالای هدایت الکتریکی آب زهکشی را هنگام مصرف آب با شوری‌های مختلف (۸، ۱۸، ۲۸ dS/m) در مقایسه با آب با شوری ۲/۵ گزارش کردند (۱۹).

استفاده از گیاهان مقاوم به شوری برای دستیابی به عملکرد اقتصادی از جمله اقدامات مدیریتی برای استفاده از منابع آب و خاک در شرایط شور می‌باشد. انار گیاهی است مقاوم به خشکی، که برای مناطق خشک و نیمه خشک و جاهایی که استفاده از آب‌های شور و لب شور در آبیاری اجتناب‌ناپذیر است مناسب می‌باشد (۷و۱). تحقیقات اندک صورت گرفته روی مسائل شوری

5- Moderately Tolerant
6- Stephan and Grattan
7- Toledo and Albujez
8- Sodium Absorbtion Ratio
9- Mohamed Ibrahim and Abd EL-samad

1- Maggio et al.
2- Shani and Ben-Gal
3- Electrical Conductivity
4- Skaggs et al.

که در آن TDS^3 کل املاح محلول در آب بر حسب گرم، EC_a هدایت الکتریکی آب مورد نظر که بایستی تولید شود بر حسب dS/m ، EC_i هدایت الکتریکی آب مزرعه مورد استفاده بر حسب dS/m و V حجم آب مورد نیاز بر حسب لیتر است. برای کنترل دقیق تر میزان شوری آب آبیاری از دستگاه EC متر استفاده شد. نیتروژن در دو مرحله (مراحل گلدهی و تشکیل میوه) از منبع کودی اوره، به درختان داده شد. اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد در آخر فصل رشد انجام شد. اطلاعات جمع آوری شده، بوسیله نرم افزار آماری $MSTAT-C$ در سطح یک و پنج درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین مقایسه میانگین‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های صفات مختلف در تیمارهای متفاوت به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد و تیمارهای برتر مشخص گردیدند.

اندازه‌گیری مقاومت به شوری در انار

تحمل به شوری در گیاهان نه تنها در بین گونه‌های مختلف کاملاً متفاوت است بلکه در هر گیاه نیز بسته به نوع رقم و تحت شرایط محیطی تغییر می‌کند. تحمل یک گیاه نسبت به شوری با مطالعه توانایی گیاه در زنده ماندن در خاک شور، عملکرد مطلق و عملکرد نسبی گیاه در یک خاک شور نسبت به عملکرد همان گیاه در یک خاک غیر شور بررسی می‌شود. مورد سوم به عنوان راهنمای عملی در انتخاب نوع گیاه جهت کاشت در خاک‌های شور و پیش بینی تأثیر سوء تنش شوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اکثر مواقع کاربرد آب شور برای آبیاری عامل شوری خاک و کاهش عملکرد گیاه می‌باشد. به این ترتیب که به تدریج که گیاه آب را از خاک استخراج می‌کند آب باقی مانده در خاک غلیظتر شده و در نتیجه با کاهش رطوبت خاک، گیاه با افزایش تنش شوری و هم‌چنین تنش آبی مواجه می‌گردد. بنابراین رشد و عملکرد گیاه هنگام آبیاری با آب شور عملاً منعکس کننده شوری آب خاک در منطقه توسعه ریشه است تا شوری آب آبیاری، که می‌توان شوری خاک را با استفاده از فرمول زیر بدست آورد (۴):

$$ECe = 1/5 ECw \quad (2)$$

که در آن ECw هدایت الکتریکی آب آبیاری و ECe هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک است. تمام گیاهان محدوده‌ای از شوری عصاره اشباع خاک را بدون کاهش عملکرد تحمل می‌کنند که آن حد را شوری آستانه می‌گویند و با علامت اختصاری a نشان داده می‌شود. این حد در گیاهان حساس $1/25 dS/m$ نسبتاً حساس ۳، نسبتاً مقاوم ۶ و مقاوم ۱۰ در نظر گرفته می‌شود (۴). چنانچه شوری از این حدود بیشتر شود عملکرد نسبی گیاهان به‌صورت خطی کاهش پیدا می‌کند که شیب این خط در مورد

شمال ایران انجام شد نشان دادند که مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد محصول انار و درصد اسیدپتیه قابل تیتراسیون آب میوه و نسبت وزن گوشت به آب میوه شد (۲).

در تحقیق دیگری که توسط فرشی صورت گرفت برای درختان مختلف از جمله انار مقایسه‌ای بین روش آبیاری قطره‌ای و آبیاری سطحی از نظر راندمان کاربرد آب آبیاری ($IWUE$) انجام شد، در تحقیق او که در استانهای اصفهان و یزد و بر روی گیاهان مختلف از جمله انار انجام داد نشان داده شد که برای تمام درختان مورد نظر (سیب، انگور، انار، بادام و مرکبات) راندمان کاربرد آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای بالاتر از روش آبیاری سطحی است، بیشترین مقدار افزایش راندمان آب آبیاری برای درخت سیب اندازه‌گیری شد که از $2/1$ به $9/2$ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری رسید (۱۳).

هدف از پژوهش جاری بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و مصرف مقادیر مختلف نیتروژن بر مقاومت (تعیین حد آستانه تحمل انار به شوری آب آبیاری و شیب کاهش عملکرد با افزایش شوری)، عملکرد و کارایی مصرف آب (WUE) در انار بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و نیتروژن بر مقاومت، عملکرد و کارایی مصرف آب (WUE) در انار یک آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا در آمد. سطوح شوری آب آبیاری عبارت بود از $S_1=2$ ، $S_2=4$ ، $S_3=6$ ، $S_4=8$ و $S_5=10 dS/m$ که در کرت‌های اصلی و سطوح نیتروژن شامل صفر $N_1=0$ ، $N_2=150$ و $N_3=300$ گرم برای هر درخت از منبع کود اوره در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. آزمایش در سه تکرار و در مجموع با ۱۵ تیمار و ۴۵ واحد آزمایشی انجام شد. در این تحقیق معادله پنمن-مونتیت اصلاح شده توسط فائو برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه به کار برده شد. بدین منظور از برنامه کراپ - وات^۲ که توسط بخش توسعه آب و خاک FAO نوشته شده است، استفاده شد و حجم آب مورد نیاز آبیاری در هر نوبت محاسبه گردید. برای اعمال تیمارهای آبیاری سیستم آبیاری قطره‌ای طراحی و اجرا گردید. پس از محاسبه نیاز آبی برای تولید آب با شوری‌های مختلف از ۱۰ عدد تانکر ۱۰۰۰ لیتری استفاده شد. برای ایجاد سطوح مختلف شوری در آب آبیاری از نمک طعام ($NaCl$) استفاده شد. مقدار نمک از فرمول زیر بدست آمد:

$$TDS = 0/640 \times (EC_a - EC_i) \times V \quad (1)$$

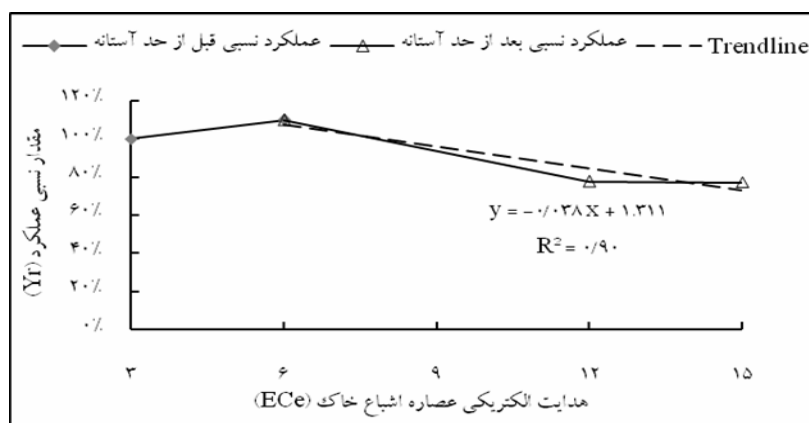
جدول ۱ - نتیجه تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات مورد اندازه گیری شده در انار

کلروفیل برگ	میانگین مربعات										درجه آزادی	منابع تغییر
	وزن خشک پاجوش (g)	وزن تر پاجوش (g)	درصد آب	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن تک میوه (g)	وزن میوه (g)	تعداد میوه	رشد رویشی (cm)	درجه آزادی		
۱/۶۲ ^{NS}	۳۸۵/۹۵ ^{**}	۷۷/۰۹ ^{NS}	۴/۴۴ ^{NS}	۰/۰۱۲ ^{NS}	۰/۰۱۱ ^{NS}	۱۸/۸۲ ^{NS}	۱۷/۱۶۸ ^{NS}	۱/۶۳ ^{NS}	۱۰۳۹۲۸ [°]	۲	تکرار	
۱۳/۲۹ ^{NS}	۷۲۹۸/۴۱ ^{**}	۳۵۶۴۵ ^{**}	۰/۸۷ ^{NS}	۰/۶۳۰ ^{NS}	۰/۴۹۳ ^{**}	۲۵۲/۸۷ ^{NS}	۱۶۹۸۲۴۷ ^{**}	۹۳/۸۳ ^{**}	۱۸۳۸۲۷۲ ^{**}	۴	شوری (S)	
۸/۳۱	۳۴/۵۷	۴۱۳/۹۸	۵/۸۷	۰/۲۸۱	۰/۴۷	۱۲۵/۶۸	۳۳۰/۹۶	۴/۱۳۵	۱۹۳۰/۹	۸	خطای (A)	
۱۳۷/۵ ^{**}	۱۵۴۲/۸۹ ^{**}	۱۰۲۴۴ ^{**}	۱۱/۰۳ ^{NS}	۰/۰۷۱ ^{NS}	۰/۱۲۹ ^{NS}	۸۸/۶۹ ^{NS}	۵۲۹۹۷۴ ^{**}	۱۸/۹۱ [°]	۵۵۳۳۹۷ ^{**}	۲	نیتروژن (N)	
۶/۵۶ ^{NS}	۱۶۵/۹۱ ^{NS}	۲۹۹۰/۱۸ [°]	۵/۷۶ ^{NS}	۰/۰۸۱ ^{NS}	۰/۱۶۹ [°]	۱۶۸/۱۳ ^{NS}	۱۸۲۶۹۵ [°]	۸/۵۶ ^{NS}	۳۰۲۶۹۳ ^{**}	۸	S*N	
۴/۵۴	۱۱۲/۱۶	۱۰۶۰/۳	۳/۹۳	۰/۱۵۹	۰/۰۶۶	۱۰۶/۰۱	۷۴۳۵۸	۴/۵۷	۷۷۳۸	۲۰	خطای (S*N)	
۳/۷	۱۰/۸۸	۱۲/۲۵	۵/۴۳	۶/۷۱	۴/۱۴	۶/۶۶	۱۰/۵۳	۱۲/۵۷	۱۴/۱۲		ضریب تغییرات (درصد)	

* معنی دار در سطح پنج درصد، ** معنی دار در سطح یک درصد و NS عدم اختلاف معنی دار

جدول ۲- نتایج میزان عملکرد در هر درخت و عملکرد نسبی انار در شوری‌های مختلف

۵	۴	۳	۲	۱
Yr%	Yr%	Yeild(g)	ECe(dS/m)	ECw(dS/m)
-	۱۰۰	۲۹۰۴	۳	۲
۱۰۰	۱۱۰	۳۱۹۷	۶	۴
۷۷/۲	۷۸	۲۲۵۹	۱۲	۶
۶۵/۸	۷۷	۲۲۴۶	۱۵	۱۰



شکل ۱- تغییرات مقدار نسبی عملکرد با افزایش شوری عصاره اشباع (ECe)

محاسبه کارایی مصرف آب (WUE)

کارایی مصرف آب عبارت است از مقدار ماده خشک یا عملکرد تولید شده به ازای هر واحد آب مصرفی توسط گیاه که با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌گردد:

$$WUE = D/W \quad (5)$$

در این رابطه WUE: کارایی مصرف آب، D: جرم ماده خشک یا عملکرد تولید شده و W: مقدار آب مصرف شده توسط گیاه بر حسب متر مکعب می‌باشد (۲۲).

نتایج و بحث

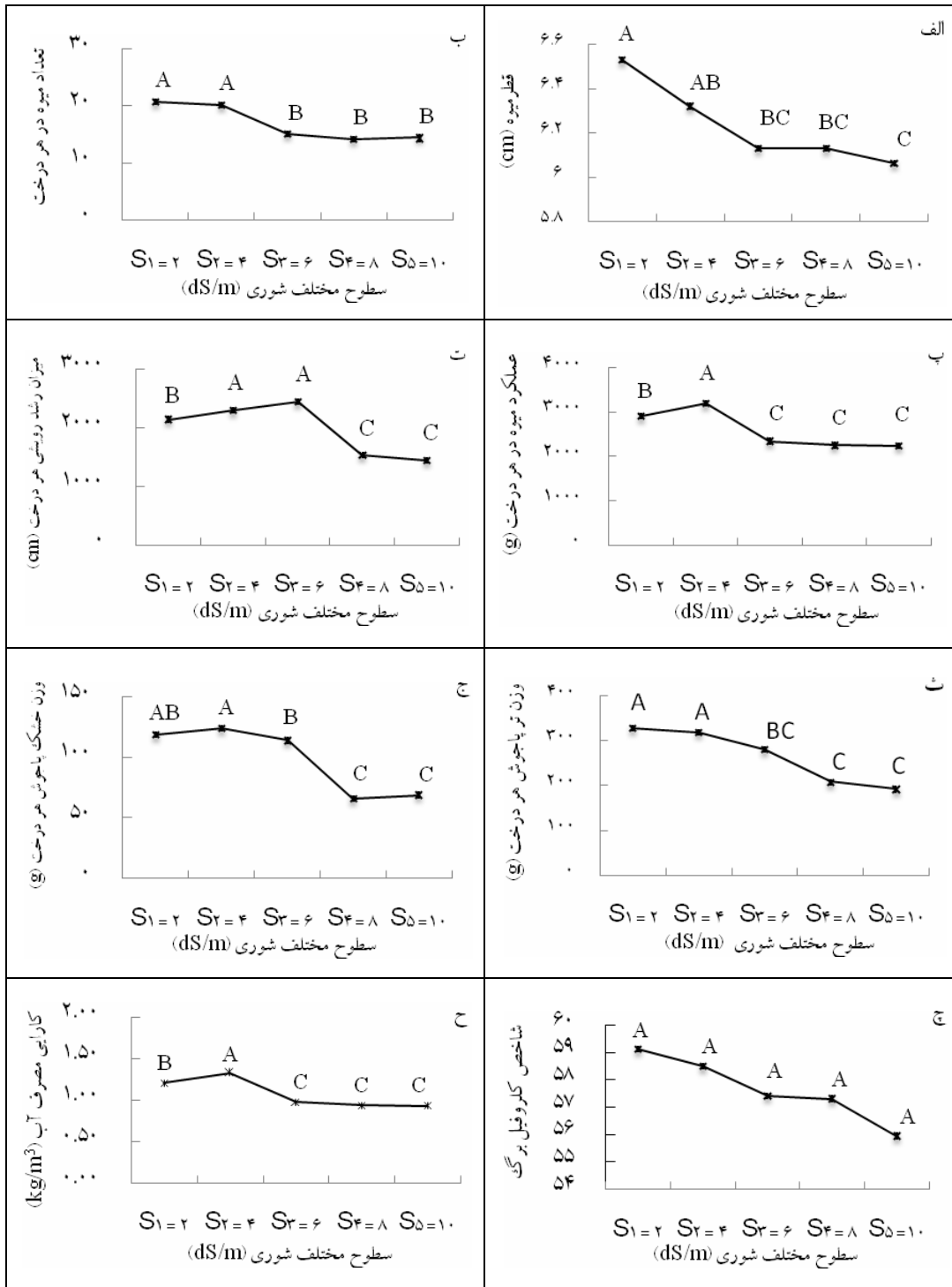
اثر شوری آب آبیاری بر روی برخی از صفات مانند قطر میوه، تعداد میوه، وزن میوه، رشد رویشی، وزن تر پاجوش و وزن خشک پاجوش در سطح یک درصد معنی‌دار بود و آنها را کاهش داد ولی بر روی برخی صفات دیگر مانند وزن تک میوه، طول میوه، درصد آب میوه و شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار نبود. اثر نیتروژن بر صفات وزن میوه، رشد رویشی، وزن تر پاجوش، وزن خشک پاجوش و کلروفیل برگ در سطح یک درصد و بر تعداد میوه در سطح پنج درصد، معنی‌دار بود و آنها را افزایش داد. ولی بر صفات وزن تک میوه، قطر میوه، طول میوه و درصد آب میوه معنی‌دار

گیاهان مختلف متفاوت است. شیب این خط با علامت اختصاری b نشان داده می‌شود. با این توصیف مقدار نسبی محصول در شرایط شور از معادله خطی زیر برای هر گیاه بدست می‌آید:

$$Yr = 100 - b (ECe - a) \quad (3)$$

که در آن Yr، مقدار نسبی محصول در خاک شور در مقایسه با خاک غیر شور و ECe شوری عصاره اشباع خاک است (۴). برای تعیین مقادیر a و b، مقدار نسبی محصول (Yr) در شوری‌های مختلف عصاره اشباع خاک محاسبه گردید که در جدول (۲) نشان داده شده است. در این جدول، ستون یک شوری آب آبیاری، ستون دو شوری عصاره اشباع خاک، ستون سه عملکرد انار، ستون چهار عملکرد نسبی واقعی و ستون پنجم عملکرد نسبی اصلاح شده را نشان می‌دهد. از رابطه رگرسیونی بدست آمده در شکل ۱ شوری آستانه (a) برابر با ۶ dS/m و شیب کاهش عملکرد (b)، بعد از شوری آستانه (a) برابر با ۳/۸ درصد به‌دست آمد. با توجه به مقادیر a و b به‌دست آمده معادله مقدار نسبی محصول برای شوری‌های مختلف خاک به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$Yr = 100 - 3/8 (ECe - 6) \quad (4)$$



شکل ۲- تأثیر شوری بر قطر میوه (الف)، تعداد میوه (ب)، عملکرد میوه (پ)، رشد رویشی (ت)، وزن تر پاجوش (ث)، وزن خشک پاجوش (ج)، شاخص کلروفیل برگ (ح) و کارایی مصرف آب (WUE) (ج). تیمارهایی که دارای حروف غیر مشترک هستند از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد می باشند.

روند افزایش تعداد میوه با افزایش میزان نیتروژن تا شوری ۶ dS/m ادامه داشت ولی در شوری‌های بالاتر با افزایش نیتروژن مصرفی تعداد میوه کاهش یافت (شکل ۴-ب).

عملکرد: عملکرد میوه در هر درخت بر اثر افزایش شوری کاهش یافت. بیشترین میزان عملکرد به‌طور میانگین به مقدار ۳۱۹۷ گرم برای هر درخت از شوری ۴ dS/m به‌دست آمد. شوری ۲ dS/m با میزان عملکرد ۲۹۰۴ گرم در هر درخت در رتبه دوم قرار داشت. شوری‌های ۶، ۸ و ۱۰ dS/m به ترتیب با میزان عملکرد ۲۳۴۵، ۲۲۵۹ و ۲۲۴۶ گرم در هر درخت در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که شوری بیشتر از ۴ dS/m باعث کاهش شدید عملکرد میوه گردید. به‌طوری‌که میزان تولید از حدود ۳۰۰۰ گرم در هر درخت در شوری‌های ۲ و ۴ dS/m به حدود ۲۲۵۰ گرم در هر درخت در شوری‌های ۶، ۸ و ۱۰ dS/m رسید (شکل ۲-ب). افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش وزن میوه تولید شده در هر درخت شد و سطوح نیتروژن ۳۰۰ و ۱۵۰ گرم برای هر درخت به ترتیب با عملکرد ۲۷۵۲ و ۲۶۴۳ گرم در هر درخت که تفاوت معنی‌دار با هم نداشتند در رتبه‌های اول و دوم قرار گرفتند. سطح نیتروژن صفر با میانگین تولید ۲۳۸۴ گرم انار در هر درخت تفاوت معنی‌دار با دو تیمار دیگر داشت (شکل ۳-پ). بالاترین عملکرد میوه مربوط به تیمار S_2N_3 بود که از نظر آماری با تیمار S_1N_3 تفاوتی نداشت و عملکرد میوه آنها به ترتیب ۳۵۸۷ و ۳۲۷۵ گرم در هر درخت بود. در شوری‌های کمتر از ۶ dS/m با افزایش نیتروژن مصرفی عملکرد افزایش یافت ولی در شوری‌های بیشتر از ۶ با افزایش میزان نیتروژن مصرفی عملکرد کاهش پیدا کرد (شکل ۴-پ). یافته‌های محققان قبلی از جمله محمد ابراهیم و عبد الصمد (۱۵) و صبحی و گلچین (۲) بر روی انار و مطالعه غفارپوربیشه (۵) بر روی پرتقال، نتیجه به‌دست آمده در این تحقیق را تایید می‌کنند.

وزن تک میوه: علی‌رغم اینکه شوری باعث کاهش عملکرد میوه هر درخت شد ولی افزایش شوری تأثیری بر وزن تک میوه نداشت. از آنجایی که شوری تعداد میوه‌های هر درخت را کاهش داد می‌توان نتیجه گرفت که شوری با تأثیر بر تشکیل میوه و کاهش تعداد میوه‌های تشکیل شده باعث کاهش عملکرد می‌شود. افزایش نیتروژن تأثیری بر وزن تک میوه نداشت و اثر متقابل شوری و نیتروژن نیز بر وزن تک میوه معنی‌دار نشد.

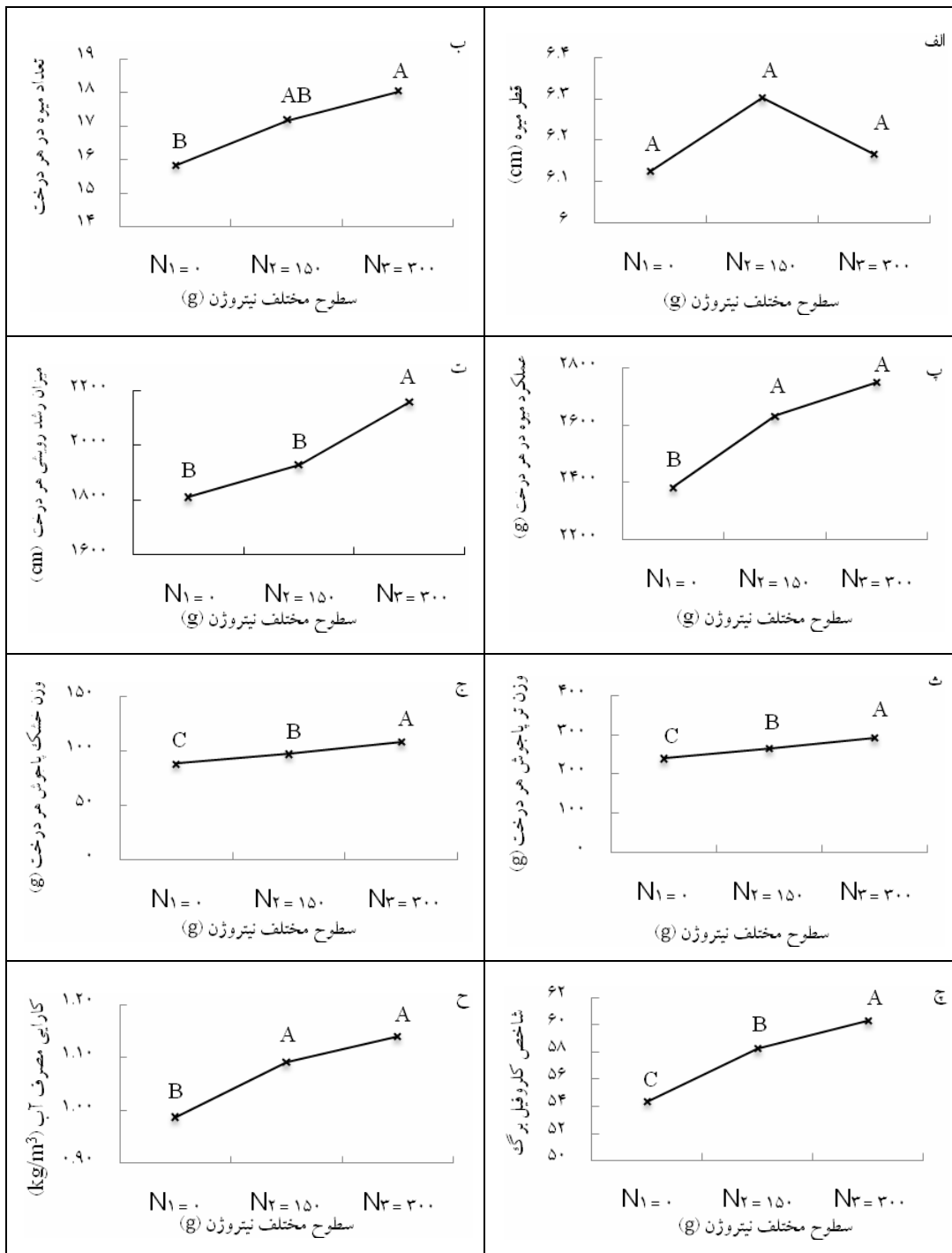
درصد آب میوه: شوری باعث ایجاد تغییر در درصد آب میوه نشد. با افزایش نیتروژن درصد آب میوه ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. بیشترین درصد آب میوه مربوط به سطح نیتروژن ۱۵۰ گرم در هر درخت به میزان ۳۷/۳۱ درصد بود که تفاوت آن با تیمار صفر گرم نیتروژن معنی‌دار بود ولی با تیمار ۳۰۰ گرم نیتروژن معنی‌دار نبود. تیمارهای ۳۰۰ و صفر گرم نیتروژن در هر

نبود. اثرات متقابل شوری و نیتروژن بر میزان رشد رویشی انار در سطح یک درصد و بر صفات وزن میوه، قطر میوه و وزن تر پاجوش در سطح پنج درصد معنی‌دار بود ولی بر صفات دیگر اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۱).

مقاومت به شوری: بررسی اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد انار نشان داد که انار گیاهی نسبتاً مقاوم به شوری است و عملکرد آن وقتی که شوری خاک به بیشتر از ۶ dS/m می‌رسد کاهش می‌یابد (جدول ۲). این نتیجه با گزارش‌های فانو (۸)، تولودو و آلبوجر (۲۱) و مشاهدات محلی مطابقت دارد. ولی نتایج تحقیقات استفان و گراتان (۲۰) و بانتانا و لازارویچ (۱۱) را مبنی بر نسبتاً حساس بودن انار به شوری نقض می‌کند. در این تحقیق نیز همانند تحقیقات گذشته کاهش عملکرد انار با افزایش شوری بعد از شوری آستانه به‌صورت خطی بود و مقدار b که بیانگر شیب کاهش عملکرد بعد از شوری آستانه می‌باشد، برای انار ۳/۸ درصد به‌دست آمد (شکل ۱).

قطر و طول میوه: شوری قطر میوه را کاهش داد به‌طوری‌که بیشترین قطر میوه ۶/۵۳ سانتی‌متر مربوط به شوری ۲ dS/m بود و شوری ۴ dS/m در رتبه بعدی قرار گرفت. شوری‌های ۶، ۸ و ۱۰ dS/m به ترتیب با متوسط قطر میوه ۶/۱۳، ۶/۱۲ و ۵/۹۳ سانتی‌متر در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. شوری‌های بالاتر از ۴ dS/m باعث کاهش بیشتر قطر میوه شدند (شکل ۲-الف). افزایش شوری همچنین باعث کاهش طول میوه شد ولی این کاهش معنی‌دار نبود. افزایش مقدار نیتروژن مصرفی تغییر معنی‌دار در قطر و طول میوه‌ها ایجاد نکرد. با این وجود سطح نیتروژن ۱۵۰ گرم برای هر درخت باعث افزایش طول و قطر میوه‌ها در مقایسه با سطوح ۳۰۰ و صفر گرم نیتروژن گردید (شکل ۳-الف). اثر متقابل شوری و نیتروژن بر قطر میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بیشترین قطر میوه مربوط به تیمار S_1N_2 با قطر ۶/۷۶ سانتی‌متر بود (شکل ۴-الف).

تعداد میوه: بر اثر افزایش شوری تعداد میوه به‌طور میانگین از ۲۰/۷۸ عدد در هر درخت در شوری ۲ dS/m به ۱۴/۵۷ عدد در هر درخت در شوری ۱۰ کاهش یافت. تا شوری ۴ dS/m تعداد میوه تقریباً ثابت بود و در شورهای بالاتر از ۴ تعداد میوه در هر درخت کاهش یافت (شکل ۲-ب). بیشترین تعداد میوه درخت انار از سطح نیتروژن ۳۰۰ گرم در هر درخت با تعداد میوه ۱۸ عدد به‌دست آمد. سطوح نیتروژن ۱۵۰ و صفر گرم نیتروژن برای هر درخت به ترتیب با تعداد میوه ۱۷ و ۱۵ عدد در هر درخت در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. تفاوت بین نیتروژن سطح ۳۰۰ با ۱۵۰ معنی‌دار نبود ولی با صفر معنی‌دار بود (شکل ۳-ب). بررسی اثر متقابل شوری و نیتروژن بر تعداد میوه نشان داد که تیمار S_1N_3 با تعداد میوه ۲۳ عدد در هر درخت در صدر قرار داشت و



شکل ۳- تأثیر نیتروژن بر قطر میوه (الف)، تعداد میوه (ب)، عملکرد میوه (پ)، رشد رویشی (ت)، وزن تر پاجوش (ث)، وزن خشک پاجوش (ج)، شاخص کلروفیل برگ (چ) و کارایی مصرف آب (WUE) (ح). تیمارهایی که دارای حروف غیر مشترک هستند از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد می باشند.

شوریهای ۸ و ۱۰ dS/m مصرف نیتروژن نتوانست تولید پاجوش را افزایش دهد (شکل ۴-ث).

وزن خشک پاجوش: وزن خشک پاجوش نیز بر اثر افزایش شوری کاهش معنی‌دار داشت. بیشترین میزان وزن خشک پاجوش در شوری ۴ dS/m به میزان ۱۲۴ گرم برای هر درخت اندازه‌گیری شد. شوری ۲ و ۶ dS/m با تولید ۱۱۸/۵ و ۱۱۴/۲ گرم پاجوش خشک در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. شوری‌های ۸ و ۱۰ dS/m با تولید ۶۵/۸۴ و ۶۸/۸۱ گرم پاجوش خشک تفاوت زیادی با بقیه داشتند و نشان داد که شوری بیش از ۶ dS/m باعث کاهش توانایی گیاه در تولید پاجوش می‌شود (شکل ۲-ج). با افزایش سطح نیتروژن مصرفی وزن خشک پاجوش افزایش یافت. بیشترین میزان وزن خشک پاجوش مربوط به سطح نیتروژن ۳۰۰ گرم در هر درخت به مقدار ۱۰۸/۸ گرم بود. تفاوت بین سطوح نیتروژن معنی‌دار بود و تیمارهای ۳۰۰ و صفر گرم نیتروژن با میزان تولید ۹۷/۵ و ۸۸/۵ گرم پاجوش خشک در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۳-ج). اثر متقابل شوری و نیتروژن بر وزن خشک پاجوش معنی‌دار نشد. با این حال روند کاهش مقدار تولید پاجوش در شوری‌های بالا با افزایش نیتروژن در مورد وزن خشک پاجوش نیز مشاهده شد (شکل ۴-ج).

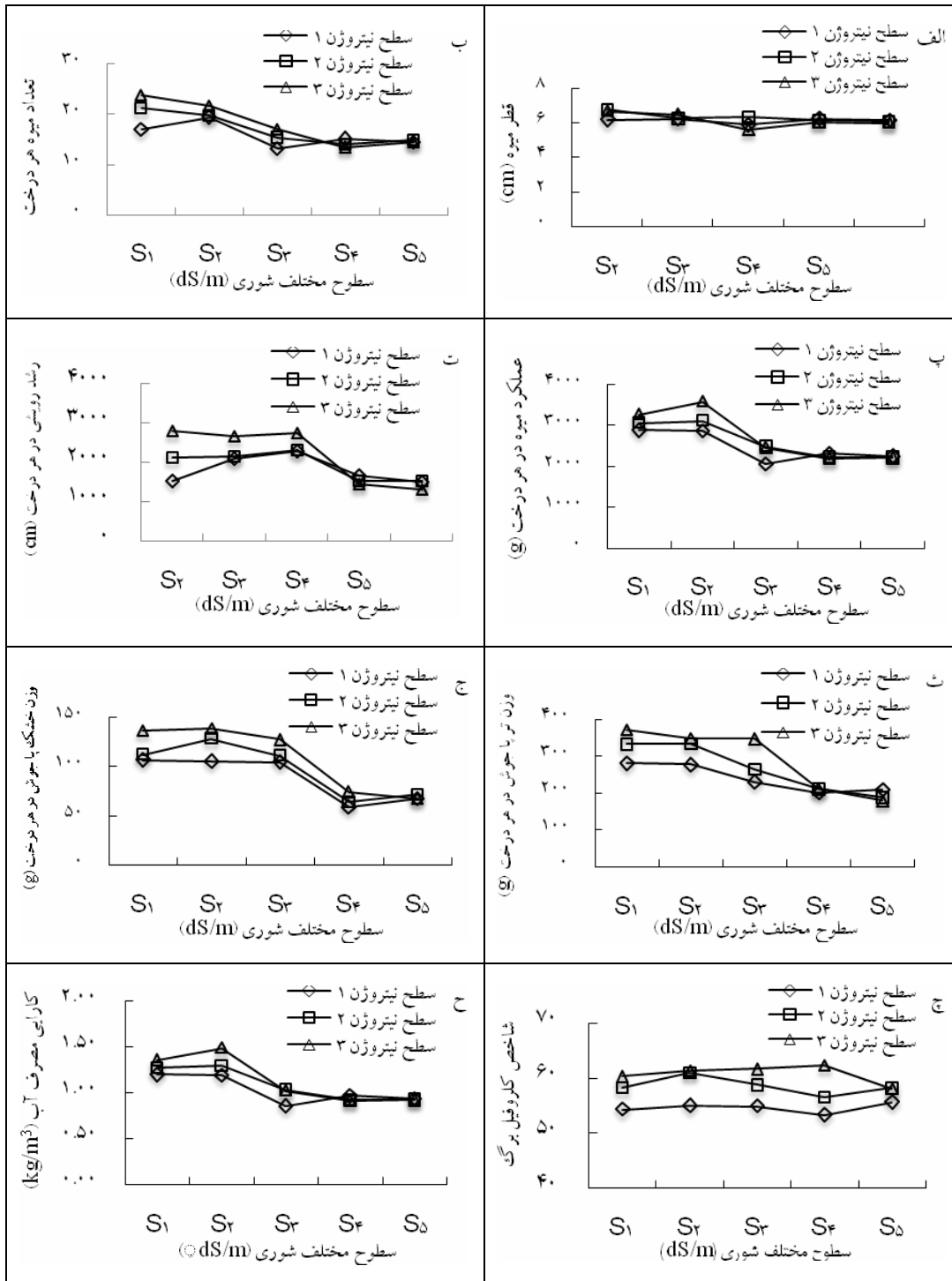
شاخص کلروفیل برگ: بر اساس نتایج بدست آمده شوری باعث کاهش شاخص کلروفیل برگ شد ولی این تأثیر معنی‌دار نبود. بیشترین شاخص کلروفیل برگ در شوری ۲ dS/m به میزان ۵۹/۱۱ و کمترین مقدار آن در شوری ۱۰ به میزان ۵۵/۹۴ اندازه‌گیری گردید (شکل ۲-ج). با افزایش سطح نیتروژن مصرفی شاخص کلروفیل برگ نیز افزایش یافت. بیشترین مقدار شاخص کلروفیل برگ مربوط به سطح نیتروژن ۳۰۰ گرم برای هر درخت به مقدار ۳۲/۶۰ بود. تفاوت بین سطوح نیتروژن مصرفی معنی‌دار بود و تیمارهای ۱۵۰ و صفر گرم با شاخص تولید ۵۸/۲۷ و ۵۴/۳۶ به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۳-ج). اثر متقابل شوری و نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار نشد (شکل ۴-ج).

کارایی مصرف آب: شوری کارایی مصرف آب را پایین آورد. بیشترین مقدار کارایی مصرف آب مربوط به شوری ۴ dS/m به مقدار ۱/۳۳ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری بود و کمترین مقدار آن ۰/۹۳ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری در شوری ۱۰ dS/m اندازه‌گیری شد (شکل ۲-ح). کارایی مصرف آب از مقدار ۰/۹۷ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری در سطح نیتروژن صفر به ۱/۱۵ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری در سطح نیتروژن ۳۰۰ گرم رسید (شکل ۳-ح). بررسی اثر متقابل شوری و نیتروژن بر کارایی مصرف آب نشان داد که در شوری‌های بالاتر از حد آستانه کارایی مصرف آب نسبت به شوری ۲ dS/m به مقدار ۲۳ درصد کاهش

درخت با مقادیر ۳۶/۶ و ۳۵/۶ درصد آب میوه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. با وجود اینکه اثر متقابل شوری و نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نشد ولی تغییرات درصد آب میوه نشان داد که در شوری‌های بالا تأثیر نیتروژن بر درصد آب میوه کاهنده است. در شوری‌های ۲ و ۴ dS/m سطح نیتروژن ۳۰۰ گرم بیشترین درصد آب میوه را تولید کرد در صورتی که با افزایش شوری و در شوری‌های ۶ و ۸ dS/m سطح نیتروژن ۱۵۰ گرم بیشترین درصد آب میوه را تولید کرد و در شوری ۱۰ بیشترین درصد آب میوه مربوط به سطح نیتروژن صفر گرم در هر درخت بود.

رشد رویشی شاخه: بیشترین مقدار رشد رویشی شاخه در شوری ۶ dS/m به مقدار ۲۴۴۳ سانتی‌متر برای هر درخت اتفاق افتاد که از نظر آماری با شوری ۴ dS/m که مقدار آن ۲۲۹۷ سانتی‌متر بود تفاوت معنی‌دار نداشت. نتایج نشان داد که شوری بیشتر از ۶ dS/m باعث کاهش شدید رشد رویشی شد (شکل ۲-ت). بیشترین میزان رشد رویشی مربوط به سطح نیتروژن ۳۰۰ گرم برای هر درخت با میانگین ۲۱۸۵ سانتی‌متر در هر درخت بود. مقادیر نیتروژن ۱۵۰ و صفر گرم به ترتیب با میانگین رشد رویشی ۱۹۲۸ و ۱۸۱۰ سانتی‌متر در هر درخت تفاوت معنی‌دار با هم نداشتند (شکل ۳-ت). بیشترین مقدار رشد رویشی مربوط به تیمار S_1N_3 یا به عبارتی شوری ۲ dS/m و نیتروژن ۳۰۰ گرم بود. با توجه به نتایج جدول ۱ و شکل ۴ مشخص شد که در شوری‌های کمتر از ۶ dS/m با افزایش نیتروژن مصرفی میزان رشد رویشی افزایش یافت ولی در شوری‌های بالاتر از ۶ dS/m با افزایش میزان نیتروژن مصرفی رشد رویشی کاهش پیدا کرد (شکل ۴-ت).

وزن تر پاجوش: شوری باعث کاهش وزن تر پاجوش شد. بیشترین میزان وزن تر پاجوش در شوری‌های ۲ و ۴ dS/m به ترتیب به میزان ۳۲۸/۴ و ۳۱۹/۹ گرم برای هر درخت اندازه‌گیری شد. میزان پاجوش در شوری ۶ dS/m برابر با ۲۸۱ گرم بود که اختلاف آن با شوری‌های ۲ و ۴ dS/m معنی‌دار بود. میزان پاجوش در شوری‌های ۸ و ۱۰ dS/m کاهش بیشتری داشت و به ترتیب به ۲۰۸ و ۱۹۲ گرم در هر درخت رسید (شکل ۲-ث). با افزایش سطح نیتروژن مصرفی وزن تر پاجوش افزایش یافت. بیشترین میزان وزن تر پاجوش مربوط به سطح نیتروژن ۳۰۰ گرم برای هر درخت به میزان ۲۹۲ گرم بود. تفاوت بین سطوح نیتروژن معنی‌دار بود و تیمارهای ۱۵۰ و صفر گرم نیتروژن با تولید ۲۶۵ و ۲۳۹ گرم پاجوش در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۳-ث). بیشترین میزان وزن تر پاجوش مربوط به تیمار S_1N_3 (۳۷۲ گرم) بود و کمترین مقدار آن نیز به تیمار S_5N_3 (۱۷۹ گرم در هر درخت) تعلق داشت. روند کاهش مقدار تولید پاجوش در شوری‌های بالا با افزایش نیتروژن مصرفی در مورد این صفت نیز ادامه یافت و در شوری‌های ۲، ۴ و ۶ dS/m با افزایش نیتروژن مقدار وزن تر پاجوش افزایش یافت ولی در



شکل ۴- تأثیر متقابل شوری و نیتروژن بر قطر میوه (الف)، تعداد میوه (ب)، عملکرد میوه (پ)، رشد رویشی (ت)، وزن تر پاجوش (ث)، وزن خشک پاجوش (ج)، شاخص کلروفیل برگ (چ) و کارایی مصرف آب (WUE) (ح). تیمار هایی که دارای حروف غیر مشترک هستند از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد می باشند.

نیترژن این صفات و همچنین شاخص کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار داد و آنها را افزایش داد. بررسی اثر متقابل شوری و نیترژن نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری و در شوری-های بالای حد آستانه تأثیر نیترژن بر عملکرد، تعداد میوه، درصد آب میوه، رشد رویشی شاخه، وزن تر پاجوش و وزن خشک پاجوش کاهش می‌یابد. شوری کارایی مصرف آب (WUE) را کاهش داد ولی نیترژن آن را افزایش داد. در شوری‌های بالای حد آستانه تأثیر نیترژن بر کارایی مصرف آب کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان مصرف نیترژن برای انار در شرایطی که آب آبیاری یا خاک شور است باید بر اساس سطح شوری اعمال شده باشد و با افزایش میزان شوری از میزان مصرف نیترژن کاسته شود.

تشکر و قدر دانی

در پایان از تمامی کسانی که ما را در به ثمر نشستن این تحقیق یاری کردند مخصوصاً آقای حسین قربانی باغدار نمونه منطقه آق‌دره شهرستان ساوه که علاوه بر اینکه مزرعه خود را در اختیار ما قرار داد قسمت اعظم هزینه‌ها را نیز تقبل کرد، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- ۱- اخواتیان اردکانی، ا. ۱۳۸۴. بررسی مقاومت به شوری قلمه‌های ارقام مختلف انار در یزد. نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران.
- ۲- صبحی، ف. و ا. گلچین. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیترژن، منگنز و روی بر عملکرد و کیفیت میوه انار در استان مازندران. فصلنامه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۲. صفحات ۲۵ تا ۳۱.
- ۳- طاهری، ک و غ. کریمی. ۱۳۸۹. ارزیابی، مدیریت و پژوهش‌های کاربردی آبهای زیر زمینی در ایران. اولین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در منابع آب ایران، کرمانشاه.
- ۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۳. رابطه آب و خاک و گیاه. دانشگاه امام رضا (ع). چاپ چهارم، ۴۸۴ صفحه.
- ۵- غفارپور بیسه، ع. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر روش مصرف و مقادیر مختلف نیترژن و گوگرد بر عملکرد و کیفیت پرتقال تامسون. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر.
- ۶- کاظمی، غ. ۱۳۸۹. منابع آب زیر زمینی ایران، وضعیت چالشی موجود و ضرورت هم اندیشی و هم افزایی توان علمی. اولین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در منابع آب ایران، کرمانشاه.
- ۷- مهربانیان، م، اخواتیان اردکانی، ا، ثواقبی فیروز آبادی، غ. و ک. زمانیان. ۱۳۸۶. بررسی اثر شوری‌های مختلف آب آبیاری روی سبز ماندن و عملکرد رویشی تر ارقام مختلف انار در یزد. دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج.
- 8- Allen, R.G., Raes, L. S., and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56, FAO, Rome, Italy, 301 p.
- 9- Ben-Gal, A., Ityel, E., Dudley, L., Cohen, S., Yermiyahu, U., Presnov, E., Zigmond, L., and U.Shani. 2008. Effect of irrigation water salinity on transpiration and on leaching requirements: A case study for bell peppers. Agricultural Water Management., 95: 587-597.

یافت (شکل ۴-ح). بیشترین مقدار کارایی مصرف آب در تیمار S_2N_3 به میزان $1/49$ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری اندازه‌گیری گردید که از نظر آماری با تیمار S_1N_3 با کارایی مصرف آب $1/36$ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری تفاوتی نداشت. نتایج محققان قبلی مانند محمد ابراهیم و عبدالصمد (۱۵) و صبحی و گلچین (۲) نیز همسو با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق بود.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق و بررسی‌های انجام شده می‌توان گفت که انار گیاهی نسبتاً مقاوم به شوری است و به خوبی می‌تواند در شرایط شور به رشد و تولید خود ادامه دهد. مقدار شوری آستانه برای انار (a) برابر 6 dS/m و شیب کاهش عملکرد انار (b)، در شوری‌های بالاتر از حد آستانه $3/8$ درصد بدست آمد. شوری باعث کاهش عملکرد انار و اجزای آن (تعداد میوه و قطر میوه) گردید ولی نیترژن عملکرد انار و اجزای آن (تعداد میوه) را افزایش داد. شوری همچنین صفات دیگر مانند رشد رویشی شاخه، وزن تر پاجوش و وزن خشک پاجوش را نیز تحت تاثیر قرار داد و آنها را کاهش داد ولی

- 10- Ben-Gal, A., Karlberg, L., Janson, P. K. and U. Shani. 2003. Temporal robustness of linear relationships between production and transpiration. *Plant Soil*, 251: 211–218.
- 11- Bhandana, P. and N. Lazarovitch. 2010. Evapotranspiration, crop coefficient and growth of two young pomegranate (*Punica granatum L.*) varieties under salt stress. *Agricultural Water Management*.
- 12- Dudley, L. M., Ben-Gal, A. and U. Shani. 2008. Influence of plant, soil and water on the leaching fraction. *Vadose Zone Journal.*, 7: 420–425.
- 13- Farshi, A. A. 2001. Comparison between drip and surface irrigation methods with respect to irrigation water use efficiency in Iran. *International Commission on Irrigation and Drainage 1st Asian Regional Conference*, Seoul.
- 14- Maggio, A., Pascale, S.D., Angelino, G., Ruggiero, C. and G. Barbieri. 2004. Physiological response of tomato to saline irrigation in long-term salinized soils. *Eurpian Journal of Agronomy.*, 21: 149–159.
- 15- Mohamed Ibrahim, A. and G.A. Abd El-Samad. 2009. Effect of different irrigation regimes and partial substitution of N-mineral by organic manures on water use, growth and productivity of pomegranate trees. *Eurpian Journal of Scientific Research.*, 2: 199-218.
- 16- Shani, U., and L.M. Dudley. 2001. Field studies of crop response to water and salt stress. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65: 1522–1528.
- 17- Shani, U. and A. Ben-Gal. 2005. Long-term response of grapevines to salinity: osmotic effects and ion toxicity. *American Journal of Enology and Viticulture.*, 56 (2): 148–154.
- 18- Shani, U., Ben-Gal, A., Tripler, E. and L. M. Dudley 2007. Plant response to the soil environment: An analytical model integrating yield, water, soil type, and salinity. *Water Resources Research.*, 43: 1–12.
- 19- Skaggs, T. H., Poss, J.A., Shouse, P.J. and C. M. Grieve. 2006. Irrigating forage crops with saline waters: 1. volumetric lysimeter studies. *Vadose Zone Journal.*, 5: 815–823.
- 20- Stephan, R. and P. Grattan. 2002. *Irrigation water salinity and crop production*. University of California, Davis. Publication 8066.
- 21- Toledo, J. and E. Albuje. 2000. *Project of technical standards for pomegranate integrated production in Valencia*. CIHEAM-Options Mediterraneans.
- 22- Tripler, E., Ben-Gal, A. and U. Shani. 2007. Consequence of salinity and excess boron on growth, evapotranspiration and ion uptake in date palm (*Phoenix dactylifera L.*, cv. Medjool). *Plant Soil*, 297: 147–155.