تحقیقات آب و خاک ایران، دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴ (ص ۴۸۶-۴۷۵)

تأثیر تنش آبی و شوری بر تبخیرـ تعرق و رشد نهال‌های خرمای برحی

مجید علی‌حوری[۱]*، عبدعلی ناصری[۲]، سعید برومندنسب[۳]، علی‌رضا کیانی[۴]

۱. دانشجوی دکتری دانشکدهٔ مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشکدهٔ مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۳. استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشکدهٔ مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۴. دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۱ـ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۳/۲۳)

چکیده

مصرف صحیح آب در بخش کشاورزی و استفادهٔ مناسب از آب‌های شور دسترسی بهتر به منابع آب را برای آبیاری محصولات کشاورزی فراهم می‌کند. به منظور بررسی آثار تنش آبی و شوری بر تبخیرـ تعرق و رشد نهال‌های خرمای رقم برحی، آزمایشی به روش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با دو عامل میزان آب آبیاری و شوری آب آبیاری در سه تکرار انجام شد. میزان آب آبیاری در سه سطح ۱۰۰ و ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه و شوری آب آبیاری در سه سطح ۲/۵ و ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد تیمارهای میزان آب آبیاری، شوری آب آبیاری، و اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب تأثیری معنادار بر شوری خاک و میزان تبخیرـ تعرق گیاه دارد. بیشترین و کمترین میزان تبخیرـ تعرق، به ترتیب، با ۱۴۸۸/۹ و ۸۶۱ میلی‌متر به تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تعلق داشت. شوری آب آبیاری نسبت به میزان آب آبیاری اثر بیشتری بر کاهش تبخیرـ تعرق نهال‌های خرما داشت. همچنین تأثیر میزان آب آبیاری، شوری آب آبیاری، و اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب بر همهٔ صفات رویشی معنادار شد. آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه موجب بیشترین رشد رویشی گیاه شد. اما در صفات رویشی اختلاف معناداری با آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه نداشت. بنابراین، میزان آب آبیاری در نهال‌های خرمای رقم برحی می‌تواند کاهش یابد؛ اما باید از تنش شوری به گیاه اجتناب شود.

کلیدواژگان: آبیاری، رشد رویشی، زه‌آب، لایسیمتر.

مقدمه

کمبود منابع آب در کشور ایران اولین و مهم‌ترین عامل محدودیت توسعهٔ کشاورزی است. در حالی که متوسط حجم کل منابع آب کشور رقم ثابتی است، تقاضا برای آب، به علت رشد جمعیت و گسترش کشاورزی و توسعهٔ صنعت، در حال افزایش است. میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف کشور حدود ۹۲ میلیارد متر مکعب برآورد شده است که حدود ۸۴ میلیارد متر مکعب (۹۱٪) در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. این در حالی است که در گسترهٔ جهان بخش کشاورزی نزدیک به ۷۰ درصد منابع آب قابل مصرف را به خود اختصاص می‌دهد (Heydari, 2009; Khorsandi *et al*., 2010). آبیاری کامل به منظور کسب حداکثر محصول از واحد سطح در شرایطی قابل اعمال است که آب به مقدار کافی در دسترس باشد و همچنین امکان افزایش سطح زیر کشت وجود نداشته باشد. اما شرایط اقلیمی و وضعیت اراضی در کشور به گونه‌ای است که نه‌تنها آب به اندازه و مقدار کافی در دسترس نیست، بلکه اراضی مستعد و قابل احیای زیادی وجود دارند که در صورت رسیدن آب به آن‌ها امکان افزایش محسوس در تولید محصولات کشاورزی وجود خواهد داشت. کم‌آبیاری از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب است که طی آن مقداری تنش آبی در طول فصل رشد گیاه اعمال می‌شود. در به‌کارگیری فن کم‌آبیاری، رعایت نکات علمی و مهندسی از ضروریات رسیدن به موفقیت است. زیرا صرفاً با کم آب دادن به گیاه، بدون توجه به زمان و مقدار و کیفیت آب آبیاری، ممکن است نه‌تنها سود بیشتری حاصل نشود، بلکه خسارات زیادی نیز در پی داشته باشد.

* نویسنده مسئول: alihouri_m@hotmail.com

امروزه کشورهای زیادی در جهان، به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک، با معضل شوری آب آبیاری مواجه‌اند. کشور ایران دارای منابع آب شور زیادی است که سطوح شوری مختلف دارند و می‌توانند تأثیر زیادی بر توسعهٔ کشاورزی کشور داشته باشند. بر اساس آمار موجود، از ۱۰۵ میلیارد متر مکعب منابع آب‌های سطحی ۱۰/۷ میلیارد متر مکعب شامل آب‌های لب‌شور و شور است که بیش از ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نمک دارند (Hajian, 2012). بنابراین باید این نگرش در بخش کشاورزی کشور حاکم شود که آب کالای یک‌بارمصرف نیست و باید از پساب‌ها و منابع آب شور برای تولید محصول با حداقل آثار منفی بر محیط زیست بهره جست.

نخل خرما یکی از محصولات مهم و استراتژیک کشور است. بر اساس آمار سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO, 2012) ایران با سطح زیر کشت بارور ۱۵۶ هزار هکتار و تولید بیش از ۱ میلیون تن خرما در سال، به ترتیب، رتبهٔ سوم و دوم را در دنیا به خود اختصاص داده است. اما، در حال حاضر، متأسفانه اطلاعات اندکی در زمینهٔ تأثیر تنش آبی و شوری بر ارقام مختلف خرما در کشور وجود دارد. ارقام مختلف نخل خرما واکنش یکسانی به تنش‌های مذکور ندارند و درجهٔ حساسیت مراحل مختلف رشد آن‌ها نیز متفاوت است (Alihouri and Tishehzan, 2011). بدیهی است در تهیهٔ هر گونه برنامهٔ آبیاری برای نخیلات خرما باید به عواملی نظیر رطوبت خاک و میزان تبخیر- تعرق توجه شود (Saeed *et al*., 1990). بر اساس مطالعهٔ انجام‌شده در فلوریدای امریکا، آبیاری نقش مهمی بر گیرایی و رشد رویشی نهال‌های خرما دارد؛ بدین صورت که افزایش معناداری در میزان گیرایی، وزن خشک ریشه، و تعداد برگ بین نهال‌های آبیاری‌شده به صورت روزانه و دو هفته وجود داشت (Broschat, 1994). به منظور تعیین بهترین دور و عمق آبیاری در مرحلهٔ رشد رویشی پاجوش (نهال به‌وجودآمده از جوانه‌های ریشهٔ نخل) بر خرمای رقم مضافتی با سه میزان آب آبیاری معادل ۴۰، ۶۰، و ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A و دور آبیاری روزانه و دو روز به روش قطره‌ای آزمایشی انجام شد. در این مطالعه، بهترین رشد رویشی پاجوش خرما با آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A و دور دو روز به دست آمد (Ghafarinezhad, 2001). آبیاری درختان خرمای رقم زاهدی به میزان ۳۵، ۵۰، و ۶۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A در استان بوشهر نشان داد تیمارهای آبیاری اثر معناداری بر وزن میوه و عملکرد محصول دارند؛ به گونه‌ای که بیشترین وزن میوه و عملکرد محصول از آبیاری به میزان ۶۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت به دست آمد (Izadi and PouzeshShirazi, 2007). در آزمایشی دیگر، تأثیر چهار عمق آبیاری معادل ۴۰، ۶۰، ۸۰، و ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A بر خرمای رقم کبکاب بررسی شد. نتایج نشان داد هرچند مصرف آب معادل ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی بیشترین عملکرد را موجب می‌شود، با تیمار ۸۰ درصد تبخیر تجمعی اختلاف معناداری ندارد. بیشترین مقادیر بهره‌وری آب با آبیاری به میزان ۴۰ و ۸۰ درصد تبخیر تجمعی به دست آمد که اختلاف معناداری با آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی داشت. بین تیمارهای مختلف از نظر مقدار اسیدیته (pH) و مواد جامد قابل حل (TSS) میوه تفاوت چندانی وجود نداشت (Nowroozi and Zolfi Bavaryani, 2010). همچنین آبیاری با مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A به دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای در مراحل رویشی و زایشی خرمای رقم پیارم نشان داد اختلاف معناداری از نظر صفات رویشی نظیر تعداد برگ و برگچه، محیط تنه، سطح سایه‌انداز و همچنین عملکرد محصول بین تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت وجود ندارد. بیشترین بهره‌وری مصرف آب از آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت به دست آمد (Mohebi and Alihouri, 2013).

در حالی که سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO) آب آبیاری با شوری ۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر یا خاک با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر را حد شروع آثار منفی بر رشد نخل خرما اعلام کرده (Rhoades *et al*., 1992)، بر اساس مطالعات انجام‌شده در هند، میزان تحمل خرما به شوری خاک تا ۱۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر بدون کاهش عملکرد گزارش شده است (Barreveld, 1993). البته، مرور تحقیقات تفاوتِ بین ارقام مختلف خرما را در تحمل شوری آب و خاک نشان می‌دهد. گزارش ارائه‌شده در زمینهٔ وضعیت رشد نهال‌های خرما پس از کاشت آن‌ها در خاک منطقه‌ای از کشور پاکستان با شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم (SAR) برابر ۱۲/۳ در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک و شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم برابر ۴۳/۲ در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک حاکی از گیرایی و رشد ۹۶ درصد نهال‌ها بود (Qureshi *et al*., 1993). برخی پژوهشگران با مقایسهٔ وضعیت رشد ده رقم نهال شش‌ماههٔ خرما، پس از آبیاری با آب دارای شوری ۱۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر به مدت سه ماه، دریافتند ارتفاع و وزن تر در اکثر نهال‌ها نسبت به آب آبیاری ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر کاهش دارد. ولی در یکی از ارقام مورد آزمایش شوری آب منجر به افزایش معنادار صفات مذکور شد

(Al-Rokibah *et al*., 1998). کاشت نهال‌های شش‌ماههٔ خرمای رقم رتی در خاک‌های با شوری ۴٫۳، ۶، ۸٫۲، ۱۰٫۵، ۱۲٫۸، و ۱۴٫۶ دسی‌زیمنس بر متر در کشور هند نشان داد رشد و نمو نهال‌ها با افزایش شوری آب کاهش معنادار می‌یابد. میزان روییدن و ظهور برگ‌ها در شوری‌های مذکور تا ۱۲٫۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب معادل ۹۲، ۷۰، ۵۸، ۴۰، و ۲۲ درصد بود (Ramoilya and Pandey, 2003). بررسی رشد نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم مجول در آبیاری با آب دارای شوری ۰٫۵، ۴، ۸، و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و غلظت‌های مختلف بُر (B) به مدت یک سال نشان داد تبخیر- تعرق گیاه و رشد آن با شروع تیمارهای شوری آب به‌ویژه در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کاهش می‌یابد (Tripler *et al*., 2007). محققان با بررسی روند جذب نمک توسط نهال‌های خرما، هنگام استفاده از آب دریا با شوری ۱۵ و ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به آب با شوری ۱ دسی‌زیمنس بر متر، دریافتند شوری آب آبیاری به تجمع معنادار سدیم در شاخسارهٔ نهال‌ها منجر می‌شود؛ طوری که میزان تجمع این عنصر در شوری ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر به سه برابر رسید (Youssef and Awad, 2008). میزان تحمل سه رقم نهال کشت بافتی خرما به آبیاری با آب شور دارای هدایت الکتریکی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، و ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر در کشور عمان ارزیابی شد. اندازه‌گیری صفات رشد رویشی نهال‌ها نشان داد آبیاری با آب دارای شوری ۶ تا ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش معنادار رشد همهٔ نهال‌های خرما می‌شود؛ طوری که در شوری ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر ۵۰ درصد کاهش در صفات رویشی مشاهده شد (Alrasbi *et al*., 2010). نتایج بررسی آثار شوری آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۲٫۵، ۶، و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بر میزان گیرایی و رشد نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی و دیری در استان خوزستان نشان داد شوری آب اثری معنادار بر گیرایی و صفات رویشی نهال‌های دو رقم خرما ندارد. البته این آزمایش به مدت چهار ماه اجرا شد (Vallizadeh *et al*., 2012).

در این پژوهش با توجه به کمبود منابع آب شیرین در کشور و اجتناب‌ناپذیر بودن استفاده از آب‌های شور در کشاورزی، اثر دو تنش آبی و شوری آب آبیاری، که تا کنون برای ارقام مختلف خرما در کشور مطالعه نشده، بر وضعیت رشد نهال‌های خرمای رقم برحی، که یکی از ارقام تجاری مهم کشور است، بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به روش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با دو عامل میزان آب آبیاری و شوری آب آبیاری در مؤسسهٔ تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در شهرستان اهواز به طول جغرافیایی '۴۸ °۴۰ شرقی و عرض جغرافیایی '۲۰ °۳۱ شمالی و با ارتفاع ۲۲٫۵ متر از سطح دریا اجرا شد. میزان آب آبیاری (I) در سه سطح آبیاری به میزان ۱۰۰، ۸۵، و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه عامل اول و شوری آب آبیاری (S) در سه سطح ۲٫۵ (آب رودخانهٔ کارون) و ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر عامل دوم با سه تکرار در نظر گرفته شد. به منظور اجرای آزمایش، ۲۷ لایسیمتر استوانه‌ای زهکش‌دار به قطر ۷۰ و ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر ساخته شد که درون آن با خاک تا رسیدن به تراکم طبیعی خاک نخلستان (چگالی ظاهری ۱٫۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) پر شد. نمونه‌های مرکبی از خاک برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۱). نمونه‌های دیگری از خاک نیز به منظور اندازه‌گیری رطوبت در پتانسیل‌های مختلف و تعیین منحنی خصوصیات رطوبتی تهیه شد. عملیات کاشت نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی در اسفند سال ۱۳۹۲ با رعایت اصول کاشت شروع شد. بلافاصله، بعد از اتمام عملیات کاشت، آبیاری نهال‌ها با سیستم آبیاری بابلر، که قبلاً بدین منظور اجرا و راه‌اندازی شده بود، انجام گرفت. با توجه به نتایج تحقیقات، از برگ خشک خردشدهٔ خرما با تراکم ۱٫۵ کیلوگرم بر متر مربع به عنوان خاک‌پوش (مالچ) برای پوشش سطح خاک همهٔ لایسیمترها استفاده شد (Tishehzan *et al*., 2011; He *et al*., 2009; Terasaki *et al*., 2009; Hussain *et al*.,1986).

بعد از اتمام دورهٔ استقرار و گیرایی نهال‌های خرما، که سه ماه طول کشید، به آبیاری نهال‌ها طبق تیمارهای مورد آزمایش (کم‌آبیاری و شوری) اقدام شد. بدین منظور دو منبع ۱۰۰۰ لیتری برای ذخیرهٔ آب رودخانهٔ کارون و آب با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و یک منبع ۵۰۰۰ لیتری برای ذخیرهٔ آب با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تهیه شد که به طور مجزا به سیستم آبیاری متصل شدند. نمونه‌هایی از آب رودخانهٔ کارون در فواصل زمانی مختلف گرفته شد که میانگین شوری آن در مدت آزمایش معادل ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. آب‌های با شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر از اختلاط زه‌آب‌های شور منطقه با آب رودخانهٔ کارون تهیه شدند. نمونه‌ای از آب‌های آبیاری برای تعیین خصوصیات شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۲).

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	نسبت جذب سدیم (SAR)	اسیدیته (pH)	Mg^{2+} (meq/lit)	Ca^{2+} (meq/lit)	Na^{+} (meq/lit)
Sandy Loam	۴/۹	۴/۷	۷/۸	۱۶/۵	۱۲/۲	۱۷/۷

دور آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت خاک در تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و شوری آب رودخانهٔ کارون (تیمار شاهد) تعیین شد تا عملیات آبیاری قبل از کاهش رطوبت خاک به میزان کمبود مجاز مدیریتی (MAD) شروع شود (Allen *et al.*, 1998). عمق خالص آبیاری برای تیمارهای تأمین‌کنندهٔ ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بر مبنای رسیدن رطوبت وزنی خاک (W_i) به ظرفیت زراعی (W_{fc}) و تأمین کمبود رطوبت خاک (SMD) با رابطهٔ ۱ محاسبه شد:

$$d_n = (W_{fc} - W_i)\ \rho_b . Z \qquad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

d_n عمق خالص آبیاری (میلی‌متر)، ρ_b چگالی ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، و Z عمق توسعهٔ ریشه (میلی‌متر) است. یکنواختی پخش آب (EU) در ارزیابی فنی از سیستم آبیاری برابر ۸۹/۷ درصد به دست آمد که با توجه به مقدار آن و نیاز آب‌شویی (LR_t) عمق ناخالص آبیاری (d) تعیین شد (Merkley and Allen, 2004). در آب آبیاری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر، که نیاز آب‌شویی کمتر از ۰/۱ یا ۱۰ درصد به دست آمد، عمق ناخالص آبیاری مطابق رابطهٔ ۲ برابر بود با:

$$d = ۱۰۰\frac{d_n\ T_r}{EU} \qquad \text{(رابطهٔ ۲)}$$

T_r نسبت انتقال است و به شکل پیاز رطوبتی بستگی دارد که در این آزمایش با توجه به بافت خاک و عمق ریشهٔ گیاه معادل ۱ در نظر گرفته شد. اما در شوری آب آبیاری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، که نیاز آب‌شویی بیشتر از ۰/۱ به دست آمد، عمق ناخالص آبیاری مطابق رابطهٔ ۳ برابر بود با:

$$d = \frac{۱۰۰\ d_n}{EU(۱-LR_t)} \qquad \text{(رابطهٔ ۳)}$$

پس از تعیین میزان آب مورد نیاز در تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، میزان آب مورد نیاز تیمارهای کم‌آبیاری (۸۵٪ و ۷۰٪) بر اساس درصدی از مقدار مذکور محاسبه شد و در اختیار گیاه قرار گرفت. حجم آب مصرفی در همهٔ تیمارها به کمک کنتور اندازه‌گیری شد.

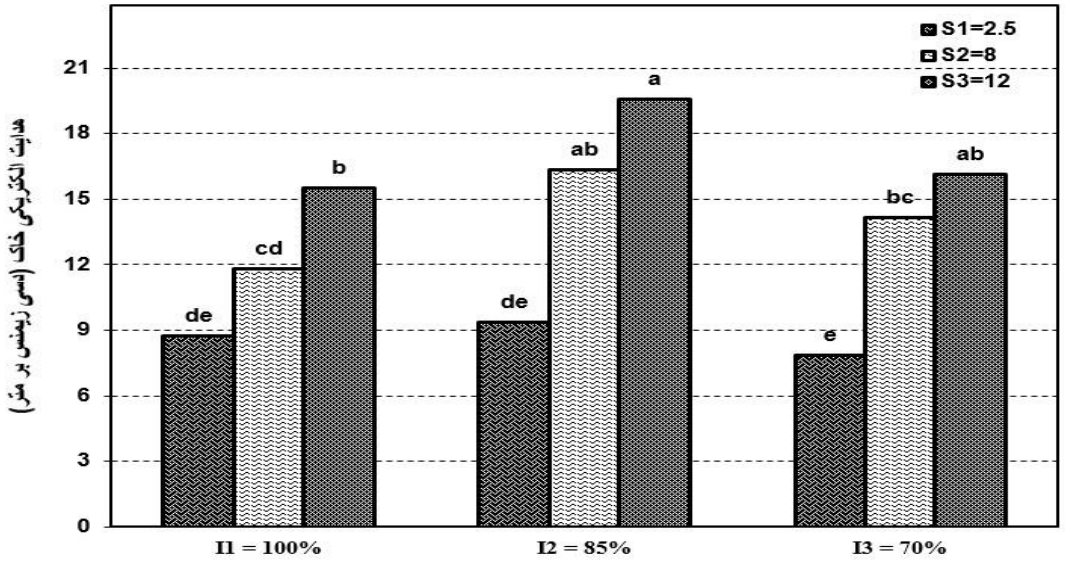
میزان شوری عصارهٔ اشباع خاک برای هر یک از لایسیمترها با نمونه‌برداری از اعماق مختلف خاک (۰ تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰، و ۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر) در ابتدا و انتهای آزمایش (اسفند ۱۳۹۲ و اردیبهشت ۱۳۹۴) اندازه‌گیری شد. قبل از شروع تیمارهای کم‌آبیاری و شوری مقدار اولیهٔ صفات رشد رویشی هر یک از نهال‌های خرما شامل تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه، طول برگچه، عرض برگچه، و محیط تنه اندازه‌گیری شد. در انتهای مدت آزمایش، درصد سبز ماندن نهال‌های خرما تعیین شد و پس از اندازه‌گیری مجدد صفات رویشی نهال‌ها تفاوت مقادیر این صفات در انتها و ابتدای آزمایش به منزلهٔ میزان رشد گیاه در نظر گرفته شد. عملیات داشت و مراقبت‌های باغی، نظیر مبارزه با علف‌های هرز و سم‌پاشی، نیز برای همهٔ تیمارها به طور یکسان انجام گرفت. همهٔ داده‌ها و صفات اندازه‌گیری‌شده با توجه به نوع طرح آزمایشی (فاکتوریل) تجزیهٔ واریانس شدند و میانگین تیمارهای مورد آزمایش، به منظور بررسی اثر هر یک از عوامل و همچنین اثر متقابل آن‌ها، با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

یافته‌ها و بحث

مقادیر میانگین کل شوری خاک در عمق ۰ تا ۷۵ سانتی‌متر در شکل ۱ می‌آید. تجزیهٔ واریانس مقادیر شوری خاک نشان داد فقط تأثیر تیمارهای میزان آب آبیاری و شوری آب آبیاری بر شوری خاک در سطح احتمال ۱ درصد معنادار است.

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی آب‌های آبیاری

EC (dS/m)	SAR	pH	آنیون‌های محلول (meq/lit)			کاتیون‌های محلول (meq/lit)		
			Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
۲/۵	۵/۲	۷/۹	۱۹/۸	۳/۷	–	۱۳/۳	۷/۷	۵/۵
۸/۰	۱۲/۹	۸/۰	۶۴/۰	۵/۳	–	۵۴/۸	۲۵/۸	۹/۸
۱۲/۰	۱۷/۵	۸/۰	۸۶/۰	۱۲/۱	–	۸۵/۱	۲۹/۱	۱۸/۲



شکل ۱. مقایسهٔ آماری میانگین شوری خاک در تیمارهای مورد آزمایش

اما در مقایسهٔ میانگین مقادیر شوری خاک با آزمون دانکن، علاوه بر تیمارهای میزان آب آبیاری و شوری آب آبیاری، اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد. بیشترین شوری خاک با ۱۶٫۶ دسی‌زیمنس بر متر در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه رخ داد که با تیمارهای شوری ۲٫۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر، به جز آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۸ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، اختلاف معنادار داشت. این مقدار شوری خاک (۱۶٫۶ دسی‌زیمنس بر متر) به ترتیب ۱٫۹ و ۱٫۲ برابر مقدار شوری خاک در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر و به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. بررسی روند تغییرات شوری خاک نشان داد، در همهٔ سطوح آب آبیاری، شوری خاک با رسیدن هدایت الکتریکی آب از ۲٫۵ به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در حد معنادار افزایش می‌یابد؛ ولی با زیاد شدن هدایت الکتریکی آب آبیاری از ۲٫۵ به ۸ یا از ۸ به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر افزایش نسبی (غیر معنادار) داشت. بررسی روند تغییرات شوری خاک حاکی از عدم تأثیر معنادار میزان آب آبیاری بر مقدار املاح محلول خاک بود.

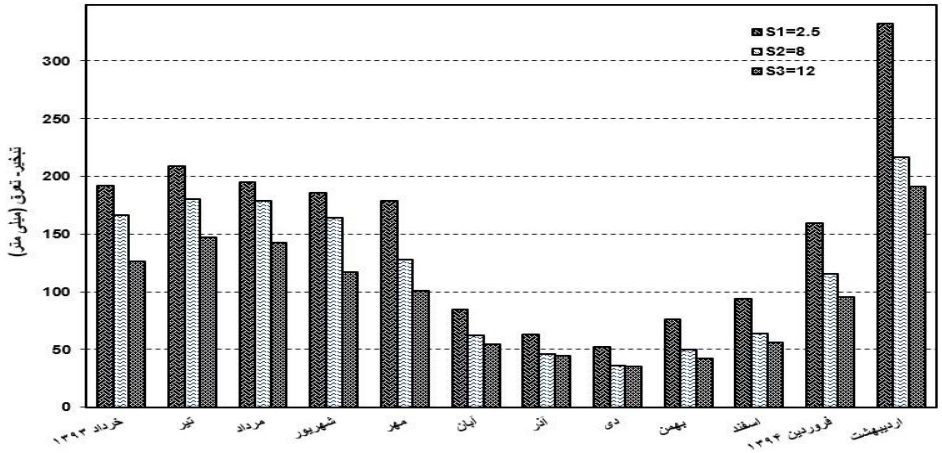
همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان شوری خاک رابطهٔ مستقیم با هدایت الکتریکی آب آبیاری دارد؛ طوری که شوری خاک در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲ و ۱٫۳ برابر مقدار آن در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر برای مقادیر مختلف آب آبیاری بود. این روند تغییرات شوری خاک با نتایج سایر تحقیقات انجام‌شده مطابقت دارد (Kamalli *et al.*, 2011; Salehi *et al.*, 2011; Mansouri *et al.*, 2006; Aghakhani *et al.*, 2006)

همچنین سیر صعودی شوری خاک با افزایش میزان آب آبیاری از ۷۰ به ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه بر این نکته اذعان دارد که با افزایش میزان آبیاری، به‌رغم لحاظ شدن نیاز آب‌شویی، املاح بیشتری به خاک وارد شدند. این موضوع با توجه به ناچیز بودن مقدار زه‌آب یا نبودِ آن در تیمارهای آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه نشان می‌دهد هنگام کم‌آبیاری آبِ داده‌شده برای شست‌وشوی املاح خاک در واقع به مصرف گیاه می‌رسد و کمبود نیاز آبی آن را جبران می‌کند. در آزمایشی دیگر با بررسی اثر استفاده از مقادیر مختلف آب آبیاری با شوری‌های متفاوت گزارش شده است که میزان شوری خاک با افزایش حجم آب آبیاری افزایش می‌یابد (Salehi *et al.*, 2011). اهمیت این رخداد در آن است که نمک‌ها بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیر دارند. این شرایط خود بر خاک به منزلهٔ محیط رشد گیاه اثر می‌گذارد. زیرا رشد گیاه به طور مستقیم به میزان غلظت املاح محلول، نظیر سدیم و کلر و اسیدیتهٔ (pH) خاک، بستگی دارد (Kamali *et al.*, 2011).

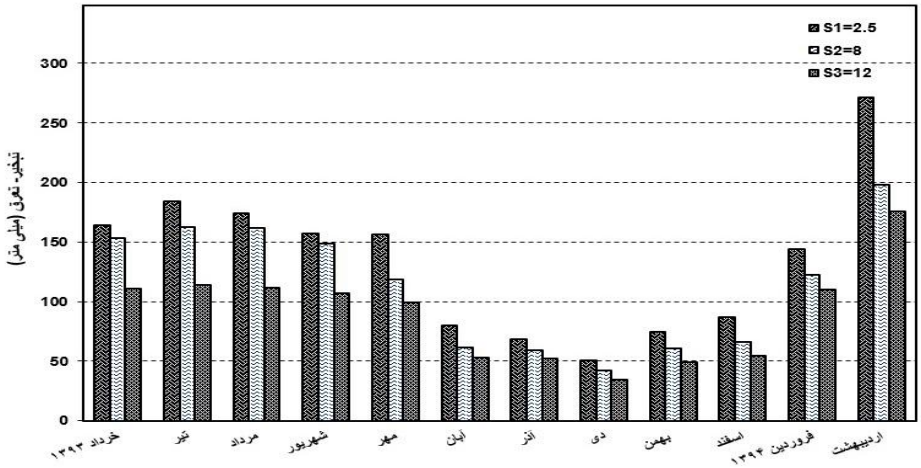
میزان تبخیر- تعرق ماهیانهٔ نهال‌های خرما برای مقادیر مختلف آب آبیاری در شکل‌های ۲ تا ۴ می‌آید. بیشترین میزان تبخیر- تعرق هنگام آبیاری گیاه به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی در تیرماه، که گرم‌ترین ماه بود، با ۲۰۸٫۵ میلی‌متر در لایسیمتر برای تیمار آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین میزان تبخیر- تعرق در دی‌ماه یا سردترین ماه با ۳۵٫۳ میلی‌متر در لایسیمتر برای تیمار آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رخ داد.

میزان تبخیر- تعرق ماهیانه در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر از ۵۲/۳ تا ۲۰۸/۵ میلی‌متر در آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی ۸ دسی‌زیمنس بر متر از ۳۵/۶ تا ۱۸۰/۷ میلی‌متر و برای آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر از ۳۵/۳ تا ۱۴۷/۱ میلی‌متر در لایسیمتر در نوسان بود.

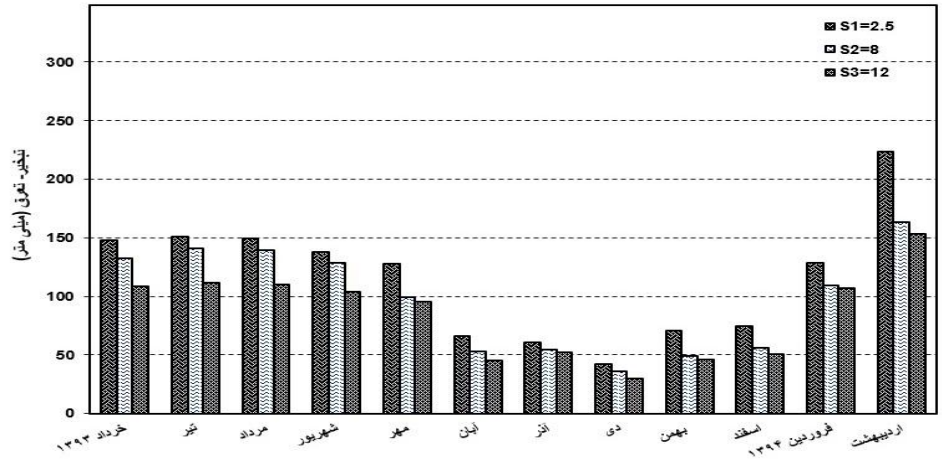
در آبیاری به میزان ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بیشترین میزان تبخیر- تعرق مشابه تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی در تیرماه به ترتیب با ۱۸۳/۹ و ۱۵۱/۱ میلی‌متر در لایسیمتر برای تیمار آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین میزان تبخیر- تعرق نیز در دی‌ماه به ترتیب با ۳۴/۳ و ۲۹/۷ میلی‌متر در لایسیمتر برای تیمار آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رخ داد.



شکل ۲. تبخیر- تعرق ماهیانهٔ گیاه در شوری‌های مختلف آب (۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه)



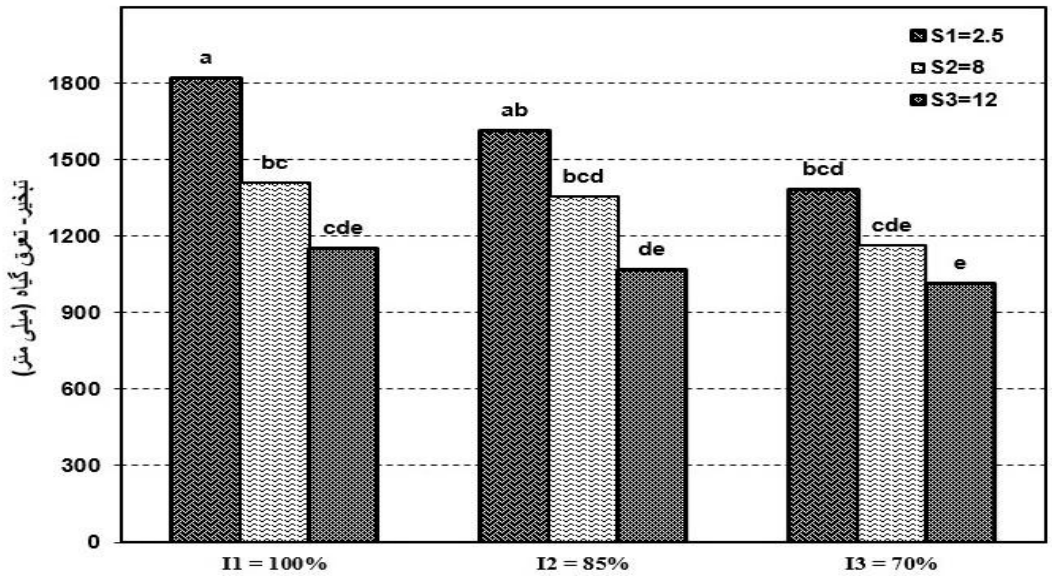
شکل ۳. تبخیر- تعرق ماهیانهٔ گیاه در شوری‌های مختلف آب (۸۵٪ نیاز آبی گیاه)



شکل ۴. تبخیر- تعرق ماهیانهٔ گیاه در شوری‌های مختلف آب (۷۰٪ نیاز آبی گیاه)

تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین تبخیر- تعرق تجمعی گیاه با آزمون دانکن نشان داد تأثیر تیمارهای میزان آب آبیاری، شوری آب آبیاری، و اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب در سطح احتمال ۱ درصد معنادار است (شکل ۵). بیشترین میزان تبخیر- تعرق با ۱۴۸۸٫۹ میلی‌متر در لایسیمتر تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر رخ داد که اختلاف معناداری با سایر تیمارهای آب آبیاری داشت. کمترین میزان تبخیر- تعرق نیز با ۸۶۱ میلی‌متر در لایسیمتر به تیمار آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رخ داد. میزان تبخیر- تعرق تجمعی گیاه در آبیاری به میزان ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه، به ترتیب، ۹۰ و ۷۷٫۷ درصد مقدار آن در آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه برای آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر است. این مقادیر برای آب دارای هدایت الکتریکی ۸ دسی‌زیمنس بر متر برابر ۹۷٫۱ و ۸۳٫۸ درصد و برای آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر برابر ۹۳٫۱ و ۸۹٫۶ درصد مقدار آن در آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه است. بر اساس نتایج آزمایش، میزان تبخیر- تعرق تجمعی گیاه رابطهٔ معکوس و معناداری با هدایت الکتریکی آب آبیاری دارد؛ طوری که میزان تبخیر- تعرق در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر، به ترتیب، ۱٫۲۵و ۱٫۵ برابر مقدار آن در آبیاری با آب‌های ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر برای آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. این مقادیر برای آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۱٫۲ و ۱٫۵ برابر و برای آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۱٫۲ و ۱٫۳ برابر مقدار آن در آبیاری با آب‌های شور ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود.

همچنین بررسی اثر متقابل کم‌آبیاری و شوری آب آبیاری بر میزان تبخیر- تعرق گیاه نشان می‌دهد با کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰ به ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه میانگین تبخیر- تعرق گیاه برای شوری‌های مختلف آب، به ترتیب، ۶٫۹ و ۱۷٫۲ درصد کاهش می‌یابد. این در حالی است که با افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری از ۲٫۵ به ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر میانگین تبخیر- تعرق گیاه برای مقادیر مختلف آبیاری، به ترتیب، ۱۶ و ۳۱٫۹ درصد کاهش یافت که این وضعیت بیانگر تأثیر بیشتر شوری آب آبیاری نسبت به میزان آب آبیاری بر تبخیر- تعرق نهال‌های خرمای رقم برحی است. البته این نتیجه بر اساس سطوح تعریف‌شده در این آزمایش برای عوامل میزان آب و شوری آب آبیاری است که می‌تواند نتایج متفاوتی را در سطوح دیگر به دنبال داشته باشد. بررسی میزان تبخیر- تعرق گیاه در تیمارهای آبیاری به میزان ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه نشان می‌دهد میزان کاهش تبخیر- تعرق کمتر از مقدار کاهش آب آبیاری (۱۵٪ و ۳۰٪) در این تیمارهاست که دلیل آن می‌تواند توانایی بیشتر تیمارهای کم‌آبیاری برای تخلیهٔ رطوبت خاک و همچنین، با توجه به عدم وجود زه‌آب در اکثر تیمارهای مذکور، مصرف نیاز آب‌شویی توسط گیاه باشد. این موضوع نشان می‌دهد هنگام کم‌آبیاری آب داده‌شده برای شست‌وشوی املاح خاک ممکن است به مصرف گیاه برسد و بخشی از کمبود نیاز آبی یا همهٔ کمبود آب مورد نیاز آن را جبران کند.



شکل ۵. مقایسهٔ آماری میانگین تبخیر- تعرق تجمعی گیاه

بنابراین در این آزمایش میزان تبخیر- تعرق تجمعی گیاه با کاهش میزان آب آبیاری کمتر شده است که علت آن کاهش میزان دسترسی گیاه به آب است. بر اساس نظر Allen و همکاران (1998) انرژی پتانسیل آب خاک با کاهش رطوبت خاک تقلیل می‌یابد و در نتیجه آب خاک با نیرویی بیشتر به ذرات خاک می‌چسبد و به‌سختی جذب گیاه می‌شود. پژوهشگران مختلف نیز کاهش تبخیر- تعرق برخی گیاهان زراعی، نظیر گندم، یونجه، ذرت، برنج- را در اثر کم‌آبیاری گزارش کرده‌اند (Inosako *et al.*, 2009; Kiani and Kalateharabi, 2009; Shahidi *et al.*, 2008).

در این آزمایش، میزان تبخیر- تعرق تجمعی گیاه با افزایش شوری آب آبیاری کمتر شد که علت آن کاهش قابلیت جذب آب توسط گیاه است. شوری آب آبیاری با افزایش مقدار املاح محلول در خاک باعث کاهش پتانسیل اسمزی و در نتیجه کاهش انرژی پتانسیل کل خاک می‌شود؛ هرچند بسیاری از گیاهان با جذب یون از محلول خاک اثر پتانسیل اسمزی بر کاهش قابلیت جذب آب خاک را اندکی تعدیل می‌کنند (Allen *et al.*, 1998; Homaee, 2002). آبیاری نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم مجول با آب شور نشان داد میزان تبخیر- تعرق گیاه بلافاصله بعد از افزایش شوری آب آبیاری از ۰٫۵ به ۴ دسی‌زیمنس بر متر کاهش می‌یابد (Tripler *et al.*, 2007) و افزایش شوری آب آبیاری از ۱٫۸ به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر منجر به کاهش حدود ۳۵ درصد میزان تبخیر- تعرق سالیانهٔ گیاه می‌شود (Tripler *et al.*, 2011) که با نتایج این تحقیق در خرمای رقم برحی (۳۵٫۴ درصد) مطابقت دارد. همچنین شوری آب آبیاری موجب کاهش میزان تبخیر- تعرق در درختان پسته شد؛ طوری که با رسیدن هدایت الکتریکی آب از ۰٫۵ به ۴ و ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر میزان تبخیر- تعرق، به ترتیب، معادل ۶۶ و ۵۳ و ۴۶ درصد تیمار شاهد شد (Sanden *et al.*, 2004). بر اساس مطالعهٔ Yang *et al.* (2002) استفاده از آب شور با هدایت الکتریکی ۸٫۶ دسی‌زیمنس بر متر در آبیاری درختان مرکبات منجر به کاهش معنادار تبخیر- تعرق گیاه (۲۹٪) نسبت به درختان آبیاری‌شده با آب دارای هدایت الکتریکی ۱ دسی‌زیمنس بر متر شد. کاهش تبخیر از سطح آزاد آب یا تبخیر- تعرق گیاهان زراعی نظیر گندم، یونجه، ذرت، برنج، کلم، و بادمجان در اثر افزایش غلظت نمک در آب در نتایج سایر تحقیقات نیز گزارش شده است (Ünlükara *et al.*, 2010; Inosako *et al.*, 2009; Shahidi *et al.*, 2008; Omidi and Ghahraman, 2008). البته بررسی Tishehzan *et al.* (2011) در زمینهٔ اثر شوری آب زیرزمینی دارای هدایت الکتریکی کمتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر و معادل ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر با دو عمق سطح ایستابی ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متر نشان داد شوری آب زیرزمینی اثری معنادار بر میزان تبخیر- تعرق تجمعی نهال‌های خرمای رقم برحی ندارد. این وضعیت می‌تواند به علت آبیاری همهٔ نهال‌های خرما با آب دارای کیفیت مناسب (۱٫۴ تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر) باشد؛ به گونه‌ای که بخش زیادی از آب مورد نیاز گیاه (۸۴٪ تا ۹۲٪) را در شرایط وجود آب زیرزمینی شور تأمین کرده بود.

بررسی وضعیت رشد نهال‌های خرما حاکی از سبز ماندن همهٔ نهال‌های مورد آزمایش بود. سبز ماندن نهال‌های خرما حتی در شرایطی که آبیاری با آب شور دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۳۰ درصد کمتر از درصد نیاز آبی گیاه انجام شد و میانگین شوری خاک نیز به ۱۶٫۶ دسی‌زیمنس بر متر رسید (شکل ۱) می‌تواند بر تحمل داشتن نهال‌های خرمای رقم برحی در شرایط کم‌آبیاری و شوری آب و خاک دلالت کند. این یافته با نتایج سایر تحقیقات انجام‌شده مطابقت دارد. گیرایی و سبز ماندن نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی در آبیاری با آب شور دارای هدایت الکتریکی ۹ دسی‌زیمنس بر متر (Valizadeh *et al.*, 2012) و در خاک با شوری ۱۴٫۲ دسی‌زیمنس بر متر (Tishehzan *et al.*, 2011) نیز گزارش شده است.

بر اساس نتایج تجزیهٔ واریانس صفات رویشی نهال‌های خرما و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن، تأثیر تیمارهای میزان آب و شوری آب آبیاری بر همهٔ صفات رویشی در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود. تجزیهٔ واریانس صفات رویشی برای اثر متقابل میزان آب و شوری آب آبیاری فقط بر تعداد و عرض برگ معنادار شد؛ در حالی که بر اساس مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن همهٔ صفات رویشی در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جداول ۳ و ۴).

بیشترین تعداد برگ در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه تشکیل شد که اختلاف معناداری با سایر تیمارها، به جز آبیاری با آب ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر، به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی، داشت. آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و به میزان ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به تشکیل کمترین تعداد برگ منجر شد. بیشترین طول برگ نیز در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد که تفاوت آن با تیمارهای آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (همهٔ سطوح

شوری) و آبیاری با آب ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی معنادار شد.

حداکثر و حداقل مقادیر عرض برگ، تعداد برگچه، و محیط تنه به ترتیب در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه رخ داد که اختلاف معناداری با یکدیگر داشتند. بیشترین طول برگچه در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه ایجاد شد که تفاوت آن فقط با تیمارهای آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی معنادار شد. بیشترین و کمترین عرض برگچه نیز به ترتیب در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه دیده شد.

تأثیر میزان آبیاری در همهٔ سطوح شوری آب، بر تعداد برگ، و در شوری ۲/۵ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بر تعداد برگچه معنادار بود. ولی بین مقادیر آبیاری ۱۰۰ و ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه، هنگام آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۵و ۸ دسی‌زیمنس بر متر، اختلاف معناداری وجود نداشت.

جدول ۳. اثر متقابل میزان آب آبیاری و شوری آب بر صفات برگ نهال‌های خرما*

تیمار		تعداد برگ	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)
آبیاری ۱۰۰٪	شوری ۲/۵ dS/m	۴/۷ a	۴۴/۸a	۴۴/۲ a
	شوری ۸ dS/m	۲/۰ c	۳۹/۸ ab	۳۷/۰ ab
	شوری ۱۲ dS/m	۲/۰c	۳۴/۸abc	۳۳/۲ b
آبیاری ۸۵٪	شوری ۲/۵ dS/m	۴/۰ a	۴۲/۶ ab	۳۹/۰ ab
	شوری ۸ dS/m	۲/۰c	۳۵/۲ abc	۳۶/۵ ab
	شوری ۱۲ dS/m	۰/۷ d	۲۵/۴c	۳۲/۴ b
آبیاری ۷۰٪	شوری ۲/۵ dS/m	۳/۰ b	۳۲/۵bc	۳۶/۴ ab
	شوری ۸ dS/m	۱/۴ cd	۳۲/۳ bc	۳۶/۹ ab
	شوری ۱۲ dS/m	۰/۷ d	۲۶/۰c	۲۳/۷ c

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۱ درصد اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند.

جدول ۴. اثر متقابل میزان آب آبیاری و شوری آب بر صفات برگچه و محیط تنهٔ نهال‌های خرما*

تیمار		تعداد برگچه	طول برگچه (سانتی‌متر)	عرض برگچه (سانتی‌متر)	محیط تنه (سانتی‌متر)
آبیاری ۱۰۰٪	شوری ۲/۵ dS/m	۳۷۵/۰ a	۲۵/۴ ab	۱/۸۳ a	۱۳/۸ a
	شوری ۸ dS/m	۲۳۴/۰ bc	۲۳/۷ ab	۱/۹۴ a	۹/۸ bc
	شوری ۱۲ dS/m	۲۲۸/۰ bc	۲۲/۲ ab	۱/۹۵ a	۷/۸ cde
آبیاری ۸۵٪	شوری ۲/۵ dS/m	۳۵۶/۰ a	۲۶/۱ a	۱/۹۰ a	۱۱/۵ ab
	شوری ۸ dS/m	۲۲۶/۰ bcd	۲۳/۴ ab	۱/۸۷ a	۸/۵ bcd
	شوری ۱۲ dS/m	۱۹۴/۷ cd	۲۱/۳ b	۱/۷۸ a	۷/۵cde
آبیاری ۷۰٪	شوری ۲/۵ dS/m	۲۷۱/۷ b	۲۲/۸ ab	۱/۴۵bc	۱۰/۹b
	شوری ۸ dS/m	۱۹۷/۷ cd	۲۱/۸ ab	۱/۷۱ ab	۶/۶ de
	شوری ۱۲ dS/m	۱۷۰/۷d	۱۷/۰ c	۱/۳۷c	۵/۰ e

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۱ درصد اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند.

ارزیابی سه میزان آب آبیاری معادل ۴۰، ۶۰، و ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A با هدایت الکتریکی ۲ دسی‌زیمنس بر متر در مرحلهٔ رشد رویشی پاجوش‌های خرمای رقم مضافتی نیز حاکی از اثر معنادار میزان آب مصرفی بر تعداد برگ بود

(Ghafarinezhad, 2001). بهترین رشد رویشی پاجوش‌های خرمای رقم مضافتی در آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A گزارش شده است (Ghafarinezhad *et al.*, 2005; Ghafarinezhad, 2001).

بین آب دارای شوری ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر با شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در آبیاری به میزان ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه اختلاف معناداری برای تعداد برگ وجود داشت که در آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه این اختلاف معنادار بین همهٔ سطوح شوری آب بود. اختلاف تعداد برگچه نیز بین تیمارهای آب دارای شوری ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر با شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در همهٔ سطوح آبیاری معنادار بود. برخی محققان با ارزیابی اثر شوری آب آبیاری بر رشد نهال‌های دوازده رقم خرما از کشور امارات متحدهٔ عربی دریافتند که با رسیدن شوری آب از ۳۰۰۰ به ۶۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تعداد برگ نهال‌ها در حد معنادار کاهش می‌یابد و تفاوت پاسخ ارقام مختلف نیز نسبت به شوری آب آبیاری معنادار می‌شود (Alhammadi and Edward, 2009). همچنین، بر اساس مطالعهٔ انجام‌شده در کشور مصر، آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بیشتر موجب کاهش معنادار رشد برگ نهال‌های دو رقم خرما شد؛ هرچند پاسخ دو رقم نسبت به شوری آب یکسان نبود (Hussein *et al.*, 1993). چگونگی پاسخ گیاه به تنش شوری مرتبط به عواملی نظیر قابلیت دسترسی، جذب، و انتقال عناصر غذایی داخل گیاه است (Kurup *et al.*, 2009) که توانایی تنظیم اسمزی نسبت به یون‌های سدیم و کلر از علت‌های تحمل شوری در برخی ارقام نخل خرما معرفی شده است (Al-Khayri, 2002). البته گیاهان معمولاً در مرحلهٔ جوانه‌زنی و اولیهٔ رشد نسبت به سایر مراحل رشد به شوری حساس‌ترند (Kafi *et al.*, 2010).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد نهال‌های خرمای رقم برحی در آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه با آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر از رشد رویشی خوبی برخوردارند؛ به طوری که همهٔ صفات رویشی نهال‌ها اختلاف معناداری با تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه ندارند. بنابراین می‌توان ۱۵ درصد از میزان آب مصرفی نهال‌های خرمای رقم برحی را هنگام استفاده از آب دارای هدایت الکتریکی ۲٫۵ دسی‌زیمنس بر متر، با کم‌آبیاری، کاهش داد. همچنین با توجه به اینکه برخی صفات رویشی نهال‌های خرما، نظیر تعداد برگ و برگچه، که نقش مهمی در فتوسنتز و رشد گیاه دارند، هنگام استفاده از آب با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معناداری یافتند، استفاده از آب‌های با هدایت الکتریکی ۸ دسی‌زیمنس بر متر و بیشتر برای آبیاری نهال‌های خرمای رقم برحی در اولین سال کشت توصیه نمی‌شود.

REFERENCES

Aghakhani, A., Mostafazadeh, B., Heydarpour, M., and Mansouri, H. (2006). Effect of irrigation water salinity and leaching on quantity and quality of wastewater. In Proceeding of *2th Water Resources Management Conference*, Isfahan, Iran, pp. 123-129, (In Farsi).

Al-Khayri, J. M. (2002). Growth, proline accumulation and ion content in sodium chloride stressed callus of date palm. *In Virto Cellular Developmental Biology-Plant*, 38 (1): 79-82.

Al-Rokibah, A. A., Abdalla, M. Y., and Fakharani, Y. M. (1998). Effect of water salinity on *Thielaviopsis paradoxa* of growth of date palm seedling. *Journal of King Saud University*, 10(1): 55-63.

Alhammadi, M. S. and Edward, G. P. (2009). Effect of salinity on growth of twelve cultivars of the United Arab Emirates date palm. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(15-16): 2372-2388.

Alihouri, M. and Tishehzan, P. (2011). *Irrigation subprogram: Date palm strategic program*. Ahvaz: Kerdegar, (In Farsi).

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.

Alrasbi, S. A. R., Hussain, N., and Schmeisky, H. (2010). Evaluation of the growth of date palm seedling irrigated with saline water in the Sultanate of Oman. In Proceeding of *the Fourth International Date Palm Conference*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, pp. 233-246.

Ayers, R. S. and Westcot, D. W. (1994). *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rome, Italy.

Barreveld, W. H. (1993). *Date palm products*. FAO Agricultural Services Bulletin No. 101, Rome, Italy.

Broschat, T. K. (1994). The effects of leaf removal, leaf tying and overhead irrigation on date palm. *Journal of Arboriculture*, 20(4): 210-214.

FAO. (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division, from http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E.

Ghafarinezhad, A. (2001). *Determination of irrigation interval and depth of Mozafati date in drip method*. Bam: Kerman Agricultural and Natural Resources Research Center, (In Farsi).

Ghafarinezhad, A., Sarhadi, J., and Sabah, A. (2005).

Comparison of drip and border irrigation methods in date palm plantations.In Proceeding of *Frist International Conference on the Date Palm*, Bandar Abbas, Iran, pp. 36-37, (In Farsi).

Hajian, N. (2011). *Hydrogeology (subsurface waters)* (Vol. 1). Isfahan: Islamic Azad University of Khorasgan, (In Farsi).

He, C., Fukuhara, T., Sun, J., and Feng, W. (2009). Enhancement of soil moisture preservation by date palm mulch. *Mem. Grad. Eng. Univ. Fukui*., 57: 53-56.

Heydari, N. (2009). Preparation and development of a strategic plan for improving agricultural water productivity (WP) in Iran.Karaj: Agricultural Engineering Research Institute, (In Farsi).

Homaee, M. (2002). *Plants Response to Salinity*. Tehran: Iranian National Committee on Irrigation and Drainade, (In Farsi).

Hussain, G., Makki, Y., Helweg, O., and Alvarado, W. (1986). The effects of palm leaf mulch to conserve soil moisture. In Proceedings of *the Second Symposium on the Date Palm*, Saudi Arabia, pp. 359-364.

Hussein, F., Khalifa, A. S., and Abdalla, K. M. (1993). Effect of different salt concentration on growth and salt uptake of dry date palm. Proceeding of *Third Symposium on the Date palm*, King Faisal University, Saudi Arabia, pp. 299-304.

Inosako, K., Kitamura, Y., Yamamoto, S., and Shimizu, K. (2009). Influence of water and salinity stresses on evapotranspiration of agricultural fields in the lower Syr Darya River basin. In Proceedings of *International Symposium of Agricultural Meteorology*, Osaka, Japan, pp. 28.

Izadi, M. and Pouzesh Shirazi, M. (2007). Response of *Zahedi* date to deficit irrigation in Busher province. In: Proceedings of *5th Iranaian Horticultural Science Congress*, Shiraz, Iran, pp. 263, (In Farsi).

Kafi, M., Salehi, M., and Eshghizadeh, H. R. (2010). *Biosaline agriculture: Plant, water and soil management approaches.* Ferdowsi University of Mashhad, Iran, (In Farsi).

Kamali, E., Shahmohammadi Heydari, Z., Heydari, M., and Feyzi, M. (2011). Effects of Irrigation Water Salinity and Leaching Fraction on Soil Chemical Characteristic, Grain Yield, Yield Components and Cation Accumulation in Safflower in Esfehan. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(1): 63-70, (In Farsi).

Khorsandi, F., Vaziri, Zh., and Azizi Zohan, A. (2010). *Haloculture*. Tehran: Iranian National Committee on Irrigation and Drainade, (In Farsi).

Kiani, A. R. and Kalateharabi, M. (2009). Effect of different amount of irrigation water on yield and water use efficiency of various wheat cultivars in Gorgan. *J. of Plant Production*, 16(3): 85-102, (in Farsi).

Kurap, S. S., Hedar, Y. S., Al-Dhaheri, M. A., El-Heawiety, A. Y., Aly, M. A. M., and Alhadrami, G. (2009). Morpho-physiological evaluation and RAPD markers -assisted characterization of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) varieties for salinity tolerance. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3&4): 503-507.

Mansouri, H., Mostafazadeh, B., Mousavi, F., and Feyzi, M. (2006). Effect of leaching on chemical and physical characters of soil and wheat yield in soil and water salinity conditions. In Proceeding of *2th Water Resources Management Conference*, Isfahan, Iran, pp. 73-80, (In Farsi).

Merkley, G. P. and Allen, R. G. (2004). *Sprinkle and trickle irrigation lectures*. Biological and Irrigation Engineering Department, Utah State University, Logan, Utah.

Mohebbi, H. and Alihouri, M. (2013). Effects of irrigation methods on water productivity, yield and growth characteristics of Pyarom date palm. *Iranian Journal of Water Research in Agriculture*, 27(4): 455-464, (In Farsi).

Nowroozi, M. and Zolfi Bavaryani, M. (2010). Determination of water requirements of drip-irrigated date palms in Bushehr province. *Iranian Journal of Water Research in Agriculture*, 24(1): 21-30, (In Farsi).

Omidi, S. and Ghahraman, B. (2008). Effect of salinity on evaporation-revisited. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.*,15(3), 193-205, (In Farsi).

Qureshi, R. H., Nawaz, S., and T. Mahmood. (1993). Performance of selected tree species under saline-sodic field conditions in Pakistan. *Towards the rational use of high salinity tolerance plants*, Vol. 2: 259-269.

Ramoilya, P. J. and Pandey, A. N. (2003). Soil salinity and water status effect growth of *Phoenix dactylifera* seedlings. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 31(4): 345-353.

Rhoades, J. D., Kandiah, A., and Mashali, A. M. (1992). *The use of saline waters for crop production*. FAO Irrigation and Drainage Paper 48, Rome, Italy.

Saeed, A. B., Etewy, H. A., and Hassan, O. A. (1990). *Watering requirement and scheduling of date palm*. Dep. Agric. Engineering, College of Agric. and Food Science, K.F.U., Saudi Arabia.

Salehi, M., Kafi, M., and Kiani, A. R. (2011). Effect of salinity and water deficit stresses on biomass production of Kochia (*Kochia scoparia*) and trend of soil salinity.*Seed and Plant Production Journal*, 27(4): 417-433, (In Farsi).

Sanden, B. L., Ferguson, L., Reyes, H. C., and Grattan, S. R. (2004). Effect of salinity on evapotranspiration and yield of San Joaquin Valley pistachios. *Acta Hort.* (ISHS) 664: 583-589.

Shahidi, A., Kashkouli, H., and Zamani, Gh. (2008). Deficit irrigation with saline water for improving water productivity in Birjand. In Proceeding of *2th National Conference on Irrigation and Drainage Network Management*, Ahvaz, Iran, pp. 123-130, (in Farsi).

Terasaki, H., Fukuhara, T., Ito M., and He, C. (2009). Effects of gravel and date-palm mulch on heat

moisture and salt movement in a desert soil. *Advances in Water Resources and Hydraulic Engineering*, Vol. 1: 320-325.

Tishehzan, P., Naseri, A., Hassanoghli, A., and Meskarbashi, M. (2011). Effects of shallow saline water table management on the root zone salt balance and date palm growth in South-West Iran. *Res. on Crops*, 12 (3): 839-847.

Tripler, E., Ben-Gal, A., and Shani, U. (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.

Tripler, E., Shani, U., Mualem, Y., and Ben-Gal, A. (2011). Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. *Agricultural water Management*, 99: 128-134.

Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, G. D., Yurtseven, E., and Suarez, D. L. (2010). Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrig. and Drain.*, 59: 203–214.

Vallizadeh, M., Tishehzan, P., and Boroomandnasab, S. (2012). Investigation of saline water irrigation on date palm seedlings growth (Cv. *Berhi* and *Dairi*). In Proceeding of *First National Congress on Date Palm and Food Security*, Ahvaz, Iran, 78-84.

Yang, S. L., Yano, T., Aydin, M., Kitamura, Y., and Takeuchi, S. (2002). Short term effects of saline irrigation on evapotranspiration from lysimeter-grown citrus trees. *Agricultural Water Management*, 56: 131–141.

Youssef, T. and Awad, M. A. (2008). Mechanisms of enhancing photosynthetic gas exchange in date palm seedlings (*Phoenix dactylifera* L.) under salinity stress by a 5-aminolevulinic acid-based fertilizer. *Journal of Plant Growth Regulation*, 27(1): 1-9.