نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال چهارم، شماره ۳، بهار ۱۳۹۴

ISSN 2251-7480

اثر کم آبیاری و شوری آب آبیاری بر توزیع شوری خاک و رشد رویشی نهال‌های خرما

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

۱*) دانشجوی دکتری؛ دانشکده مهندسی علوم آب؛ دانشگاه شهید چمران اهواز؛ اهواز؛ ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات: alihouri_m@hotmail.com

۲) استاد؛ گروه آبیاری و زهکشی؛ دانشکده مهندسی علوم آب؛ دانشگاه شهید چمران اهواز؛ اهواز؛ ایران

۳) استاد؛ گروه آبیاری و زهکشی؛ دانشکده مهندسی علوم آب؛ دانشگاه شهید چمران اهواز؛ اهواز؛ ایران

٤) دانشیار؛ بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛ گلستان؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۳/۰۷

چکیده

کم‌آبیاری و استفاده صحیح از منابع آب شور در بخش کشاورزی از جمله راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب و ارتقای بهره‌وری آب می‌باشد. به‌منظور بررسی اثرات کم‌آبیاری و شوری آب آبیاری بر رشد رویشی 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 گردید. میزان آب آبیاری در سه سطح ۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه و شوری آب آبیاری در سه سطح ۲/۳، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بودند. نیاز آبیاری بر اساس تأمین کمبود رطوبت خاک و میزان شوری خاک با نمونه‌برداری از اعماق مختلف خاک تعیین شد. نتایج نشان داد که میزان شوری خاک رابطه مستقیم و معنی‌داری با هدایت الکتریکی آب آبیاری داشت، به‌طوری که شوری خاک در تیمار آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر ۱/۷۳ تا ۱/۸۴ برابر مقدار آن در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. شوری خاک با افزایش عمق خاک کاهش یافت. تأثیر میزان آب آبیاری بر تعداد و طول برگ و تعداد برگچه و شوری آب آبیاری بر تعداد و طول و عرض برگ، تعداد برگچه و محیط تنه نهال‌ها معنی‌دار بود. اثرات متقابل میزان آبیاری و شوری آب بر تمام صفات رویشی به جز کلروفیل برگ و عرض برگچه معنی‌دار گردید، به‌طوری که میزان افزایش این صفات در تیمار I_1S_1 نسبت به I_3S_3 از ۱/۳ تا ۳/۶ برابر در نوسان بود. بیش‌ترین رشد رویشی نهال‌های خرمای رقم برحی در آبیاری با تیمار I_1S_1 حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار I_2S_1 نداشت.

کلید واژه‌ها: آبیاری؛ آب شور؛ خاک‌پوش؛ خرما

مقدمه

با کمبود منابع آب شیرین در بسیاری از کشورها به صورت یک معضل جدی در آمده است، بطوری که این محدودیت توانسته بر توسعه این کشورها تاثیر گذارد. در ایران نیز کمبود منابع آب اولین و مهمترین عامل محدودیت در توسعه کشاورزی است. میانگین بارندگی سالانه کشور با ۲٤۲ میلی‌متر، حدود یک سوم متوسط بارندگی دنیاست، در حالی که میزان تبخیر سالانه با ۲۱۰۰ میلی‌متر تقریباً سه برابر میانگین جهانی می‌باشد. لذا برنامه‌ریزی دقیق به منظور استفاده بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی که حدود ۹۱ درصد منابع آب مصرفی کشور را به خود اختصاص داده، از اهمیت ویژه‌ای

برخوردار می‌باشد (حیدری، ۱۳۸۸؛ شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹٤). کم آبیاری از راهکارهای بهینه سازی مصرف آب است که طی آن مقداری تنش آبی در طول فصل رشد گیاه اعمال می‌شود. هدف اصلی در کم آبیاری افزایش بهره‌وری مصرف آب با حذف آن قسمت از آب آبیاری است که تاثیر معنی‌داری بر رشد گیاه و عملکرد آن ندارد. در به کارگیری فن کم آبیاری، رعایت نکات علمی و مهندسی از ضروریات رسیدن به موفقیت است، زیرا که صرفاً با کم آب دادن به گیاه بدون توجه به زمان، مقدار و کیفیت آب آبیاری ممکن است نه تنها سود بیشتری حاصل نشود، بلکه موجب بروز خسارات زیادی نیز گردد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵؛ حیدری، ۱۳۸۸؛ فتحی و سلطانی، ۱۳۹۱).

شوری آب آبیاری نیز یکی از مهم‌ترین مسایلی است که امروزه کشورهای زیادی در جهان، بویژه مناطق خشک و نیمه خشک با آن مواجه می‌باشند. بر اساس آمار موجود، بالغ بر ۱۰/٦ میلیارد مترمکعب از آب‌های سطحی در کشور ایران شامل آب‌های شور و لب شور می‌باشد (نوشادی و همکاران، ۱۳۹۲). از سوی دیگر وقوع خشکسالی‌های متوالی در سال‌های گذشته، اثرات نامطلوبی بر میزان تولید محصولات کشاورزی بر جای گذاشته است و این موضوع رویکرد به استفاده اصولی از کلیه منابع آب موجود و در دسترس از جمله آب‌های شور و ارتقای بهره‌وری آب را در جهت تقلیل اثرات زیان بار خشکسالی اجتناب ناپذیر و ضروری می‌سازد. لذا باید این نگرش در بخش کشاورزی کشور حاکم گردد که آب کالای یک بار مصرف نیست و به منظور کشاورزی پایدار باید از منابع آب‌های شور برای تولید محصول با حداقل اثرات منفی محیط زیستی بهره جست (Qadir and Oster, 2004).

خرما یکی از محصولات مهم و استراتژیک کشور است، بطوری که بر اساس آمار سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO, 2013) ایران با سطح زیر کشت بارور ۱٦۳ هزار هکتار و تولید حدود ۱/۱ میلیون تن خرما در سال، به ترتیب رتبه سوم و دوم را در دنیا به خود اختصاص داده است. اما در حال حاضر متأسفانه اطلاعات اندکی در مورد اثرات تنش آبی و شوری بر ارقام مختلف خرما در کشور وجود دارد. ارقام مختلف نخل خرما واکنش یکسانی به تنش‌های مذکور نداشته و درجه حساسیت مراحل مختلف رشد آنها نیز متفاوت است (علی‌حوری و تیشه‌زن، ۱۳۹۰).

بر اساس مطالعه انجام شده در فلوریدای آمریکا، آبیاری نقش مهمی بر گیرایی و رشد رویشی نهال‌های خرما دارد، بدین صورت که افزایش معنی‌داری در میزان گیرایی، وزن خشک ریشه و تعداد برگ برای نهال‌هایی که به صورت روزانه آبیاری شدند با نهال‌هایی که آبیاری آنها تا دو هفته تأخیر داشت، مشاهده شد (Broschat, 1994). انجام آبیاری قطره‌ای با مقادیر و دورهای مختلف در مرحله رشد رویشی پاجوش (نهال به وجود آمده از جوانه‌های ریشه نخل) خرمای رقم مضافتی، نشان داد که بهترین رشد رویشی پاجوش خرما با آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A و دور آبیاری دو روز به دست می‌آید (غفاری نژاد، ۱۳۸۰). بررسی تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و سایر صفات کمی و کیفی خرمای رقم مضافتی در استان کرمان، حاکی از اثر معنی‌دار میزان آبیاری بر عملکرد میوه بود. بیشترین و کمترین عملکرد محصول به تیمار ۸۰ و ٦۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A و بیشترین و کمترین بهره‌وری آب به تیمار ۸۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A اختصاص یافت (فرزام نیا، ۱۳۸٤).

آزمایش انجام شده در استان فارس برای خرمای رقم شاهانی، حاکی از حصول بیشترین عملکرد میوه و بهره‌وری مصرف آب با انجام آبیاری به میزان ۵۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A در فصل بهار و ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A در بقیه ایام سال بود (رستگار و زرگری، ۱۳۹۰). همچنین آبیاری درختان

خرمای رقم پیارم در مراحل رویشی و زایشی نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر صفات رویشی نظیر تعداد برگ و برگچه، محیط تنه، سطح سایه‌انداز و عملکرد محصول بین تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A وجود نداشت. بیشترین بهره‌وری مصرف آب، از آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A به دست آمد (محبی و علی‌حوری، ۱۳۹۲).

در حالی که سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO)، آب آبیاری با شوری ۲/۷ دسی زیمنس بر متر یا خاک با شوری ٤ دسی زیمنس بر متر را حد شروع اثرات منفی بر رشد نخل خرما اعلام نموده (Rhoades *et al.*, 1992)، اما بر اساس مطالعات انجام شده در کشور هند، میزان تحمل خرما به شوری خاک تا ۱۰/۹ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است (Barreveld, 1993). البته مرور تحقیقات مختلف، حاکی از وجود تفاوت بین ارقام مختلف خرما در تحمل شوری آب و خاک می‌باشد.

ولی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) اثرات شوری آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۲/۵ تا ۹ دسی زیمنس بر متر را بر میزان گیرایی و رشد نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی و دیری ارزیابی نمودند. شوری آب در این آزمایش که به مدت چهار ماه اجرا شد، اثر معنی‌داری بر گیرایی و صفات رویشی نهال‌های دو رقم خرما نداشت. Qureshi و همکاران (۱۹۹۳) وضعیت رشد نهال‌های خرما را که در منطقه‌ای دارای خاک شور و سدیک از کشور پاکستان کاشته شده بودند، بررسی نمودند. گزارش این پژوهشگران، حاکی از گیرایی و رشد ۹٦ درصد نهال‌ها بود.

Al-Rokibah و همکاران (۱۹۹۸) با مقایسه وضعیت رشد ده رقم نهال شش ماهه خرما پس از آبیاری با آب دارای شوری ۱۲/۹ دسی زیمنس بر متر به مدت سه ماه، دریافتند که ارتفاع و وزن تر در اکثر نهال‌ها نسبت به آب آبیاری ۱/٤ دسی زیمنس بر متر کاهش داشت. ولی در یکی از ارقام مورد آزمایش، شوری آب منجر به افزایش معنی‌دار صفات مذکور گردید. بررسی به منظور انتخاب گیاه مناسب کشت در اراضی دارای آب و خاک نامناسب (شور- سدیک) در کشور پاکستان، نشان داد که نخل خرما با درصد گیرایی بین ۷۳ تا ۸۳ درصد می‌تواند از گیاهان قابل توصیه برای کشت در اراضی دارای آب و خاک شور باشد (Latif *et al.*, 2008).

در آزمایشی دیگر، صفات رشد رویشی سه رقم نهال کشت بافتی خرما در کشور عمان که با آب شور آبیاری شده بودند، اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که آبیاری با آب دارای شوری ٦ تا ۱۸ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش معنی‌داری در رشد تمام نهال‌های خرما شده است، بطوری که در شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر ۵۰ درصد کاهش در صفات رویشی مشاهده گردید (Alrasbi *et al.*, 2010). همچنین بررسی وضعیت رشد نهال‌های دو ساله خرمای رقم مجول پس از آبیاری با آب شور به مدت شش ماه، حاکی از کاهش معنی‌دار هدایت روزنه‌ای (در شوری ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول) و وزن خشک کل (در شوری ۱۰۵ میلی‌مول) بود. شوری آب آبیاری منجر به افزایش معنی‌دار غلظت سدیم و کلر در ریشه (در شوری ۳۰، ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول) و غلظت سدیم در برگ (در شوری ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول) گردید (Sperling *et al.*, 2014).

در این تحقیق با توجه به کمبود منابع آب شیرین در کشور و اجتناب ناپذیر بودن استفاده از آب‌های شور در کشاورزی، اثرات توام کم آبیاری و شوری آب آبیاری که تا کنون بر صفات رشد رویشی و زایشی ارقام مختلف خرما در کشور مورد مطالعه قرار نگرفته، بر وضعیت رشد نهال‌های خرمای رقم برحی که یکی از مهمترین ارقام تجاری کشور است، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به روش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملا تصادفی با دو عامل میزان آب آبیاری و شوری آب آبیاری در موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری

کشور 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 گردید. میزان آب آبیاری در سه سطح به عنوان عامل اول و شوری آب آبیاری در سه سطح به عنوان عامل دوم در نظر گرفته شدند:

I_1 = آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه.

I_2 = آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه.

I_3 = آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه.

S_1 = شوری ۲/۳ دسی زیمنس بر متر (آب رودخانه کارون).

S_2 = شوری آب معادل ۸ دسی زیمنس بر متر.

S_3 = شوری آب معادل ۱۲ دسی زیمنس بر متر.

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 گردید. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌های مرکبی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۱). برای تعیین منحنی خصوصیات رطوبتی نیز نمونه‌هایی از خاک به منظور اندازه‌گیری رطوبت در پتانسیل‌های مختلف تهیه شد. نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی که در آبان ماه سال ۱۳۹۲ تهیه شدند و در گلدان‌های پلاستیکی به قطر و ارتفاع ۱۰ و ۲۵ سانتی‌متر قرار داشتند، به گلخانه منتقل شدند و عملیات نگهداری و مراقبت از آنها تا فرا رسیدن زمان کاشت صورت گرفت. عملیات کاشت نهال‌ها در لایسیمترها در اسفند ماه سال ۱۳۹۲ با رعایت اصول کاشت شروع گردید. بلافاصله بعد از اتمام عملیات کاشت، آبیاری نهال‌ها با سیستم آبیاری بابلر که قبلا بدین منظور اجرا و راه‌اندازی شده بود، انجام گرفت. به منظور تهیه خاک‌پوش یا مالچ، با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده (Hussain *et al,* 1986; Terasaki *et al.,* 2009; He *et al.,* 2009; Tishehzan *et al.,* 2011) از برگ خرد شده خرما با تراکم ۱/۵ کیلوگرم بر متر مربع برای پوشش سطح خاک تمام لایسیمترها استفاده گردید.

در مرحله گیرایی و استقرار نهال‌های خرما لازم است از وارد شدن هر گونه تنش به نهال‌های کاشته شده پرهیز شود. لذا بعد از اتمام دوره استقرار نهال‌های خرما در اواخر اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳، اقدام به آبیاری نهال‌ها طبق تیمارهای مورد آزمایش (کم آبیاری و شوری) گردید. بدین منظور دو منبع ۵۰۰ لیتری برای ذخیره آب از رودخانه کارون، دو منبع ۵۰۰ لیتری برای ذخیره آب با شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و یک منبع ۵۰۰۰ لیتری برای ذخیره آب با شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر تهیه شدند که بطور مجزا به سیستم آبیاری متصل گردیدند. نمونه‌هایی از آب رودخانه کارون در فواصل زمانی مختلف گرفته شد که میانگین شوری آن در مدت آزمایش معادل ۲/۳ دسی زیمنس بر متر بود. آب‌های با شوری ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر، از اختلاط زه‌آب‌های شور موجود در منطقه با آب رودخانه کارون تهیه شدند. نمونه‌ای از آب‌های آبیاری برای تعیین خصوصیات شیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید (جدول ۲).

دور آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت خاک از طریق نمونه برداری خاک محدوده ریشه گیاه در تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه برای هر یک از تیمارهای شوری آب تعیین شد تا عملیات آبیاری قبل از کاهش رطوبت خاک به میزان کمبود مجاز مدیریتی(MAD) که برای خرما ۰/۵ است (Allen *et al,* 1998)، شروع گردد. عمق خالص آبیاری در تیمارهای تامین کننده ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، بر مبنای رسیدن رطوبت وزنی خاک (W_i) به ظرفیت زراعی (W_{fc}) و تامین کمبود رطوبت خاک از معادله زیر محاسبه گردید:

$$d_n = (W_{fc} - W_i)\, \gamma_b .\, Z \qquad (۱)$$

که d_n عمق خالص آبیاری (میلی‌متر)، γ_b چگالی نسبی ظاهری خاک خشک (اعشار) و Z عمق توسعه ریشه

(میلی‌متر) است. به منظور تعیین عمق توسعه ریشه، از چند نهال کشت بافتی خرما که در زمان کاشت در تعدادی لایسیمتر قرار داده شده بودند، استفاده گردید.

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	٤/٩	٤/٧	٧/٨	١٦/٥	١٢/٢	١٧/٧

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی آب‌های مورد استفاده در آبیاری نهال‌های خرما

EC (dS/m)	SAR	pH	آنیون‌های محلول (meq/lit)			کاتیون‌های محلول (meq/lit)		
			Cl^{-}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Na^{+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}
٢/٣	٥/٢	٧/٩	١٩/٨	٣/٧	–	١٣/٣	٧/٧	٥/٥
٨/٠	١٢/٩	٨/٠	٦٤/٠	٥/٣	–	٥٤/٨	٢٥/٨	٩/٨
١٢/٠	١٧/٥	٨/٠	٨٦/٠	١٢/١	–	٨٥/١	٢٩/١	١٨/٢

بدین صورت که در فواصل زمانی مختلف از یک ماه در فصول گرم تا سه ماه در فصول سرد سال، نهال خرما بطور کامل از خاک بیرون آورده شد و پس از شستشوی ریشه‌های آن، عمق ریشه اندازه‌گیری گردید. عمق ناخالص آبیاری نیز با توجه به میزان نیاز آبشویی (LR_t) و یکنواختی پخش آب (EU) که در ارزیابی فنی از سیستم آبیاری برابر ۸۹/۷ درصد به دست آمد، تعیین شد (علیزاده، ۱۳۸۹؛ Merkley and Allen, 2004):

$$LR_t = \frac{EC_w}{2(EC_e)_{max}} \qquad (۲)$$

EC_w = هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر).

$(EC_e)_{max}$ = هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در وضعیتی که محصول کاملا از بین برود که برای نخل خرما برابر ۳۲ دسی زیمنس بر متر است (Ayers and Westcot, 1994).

پس از تعیین میزان آب مورد نیاز در تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، میزان آب مورد نیاز تیمارهای کم آبیاری (۸۵ و ۷۰ درصد) بر اساس درصدی از مقدار مذکور محاسبه شد و در اختیار گیاه قرار گرفت. حجم آب مصرفی در تمام تیمارها توسط کنتور اندازه‌گیری گردید. میزان نیاز آبی یا تبخیر- تعرق نهال‌های خرما نیز در هر آبیاری برای تیمارهای مورد آزمایش، با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک محاسبه شد:

$$ET_c = I + P - RO - DP \pm \Delta S \qquad (۳)$$

که ET_c تبخیر- تعرق گیاه، I آب آبیاری، P بارندگی، RO رواناب سطحی که برابر صفر بود، DP نفوذ عمقی یا زه‌آب جمع آوری شده از هر لایسیمتر و ΔS تغییرات رطوبت خاک حسب میلی‌متر است.

میزان شوری خاک برای هر یک از لایسیمترها، با نمونه برداری از اعماق مختلف خاک (صفر تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰ و ۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. قبل از شروع تیمارهای کم آبیاری و شوری، مقدار اولیه صفات رشد رویشی هر یک از نهال‌های خرما شامل تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه، طول برگچه، عرض برگچه ومحیط تنه بر اساس دستورالعمل موجود اندازه‌گیری شد (صادقیان مطهر و همکاران، ۱۳۸۷). پس از اندازه‌گیری مجدد صفات مذکور در انتهای آزمایش،

تفاوت مقادیر این صفات در انتها و ابتدای آزمایش به عنوان میزان رشد گیاه در نظر گرفته شد. همچنین درصد سبز ماندن نهال‌های خرما و میزان کلروفیل برگ توسط دستگاه کلروفیل‌سنج تعیین گردید. عملیات داشت و مراقبت‌های باغی نظیر مبارزه با علف‌های هرز و سم پاشی نیز برای تمام تیمارها بطور یکسان انجام گرفت. تمام داده‌ها و صفات اندازه‌گیری شده با توجه به نوع طرح آزمایشی (فاکتوریل) تجزیه واریانس شدند و میانگین تیمارهای مورد آزمایش به منظور بررسی اثر هر کدام از عوامل و همچنین اثرات متقابل آنها، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

میزان تبخیر- تعرق تجمعی نهال‌های خرما برای تیمارهای مورد آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است. بیش‌ترین میزان تبخیر- تعرق با ۱۳۲۹/٦ میلی‌متر در لایسیمتر برای تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی زیمنس بر متر وجود داشت که ۱/۸ برابر کمترین میزان تبخیر- تعرق یعنی ۷۵۲/۹ میلی‌متر در لایسیمتر برای تیمار آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مقادیر شوری خاک در عمق‌های مختلف با آزمون دانکن نشان داد که تاثیر تیمارهای میزان آب آبیاری در عمق ۲۵ تا ۵۰ و ۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر و تاثیر تیمارهای شوری آب آبیاری در تمام محدوده‌های عمق خاک، بر شوری خاک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. تجزیه واریانس اثرات متقابل میزان آبیاری و شوری آب نیز فقط در عمق ۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر بر شوری خاک معنی‌دار شد، اما با مقایسه میانگین مقادیر شوری خاک با آزمون دانکن، اثرات متقابل میزان آبیاری و شوری آب در تمام محدوده‌های عمق خاک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ٤).

بیشترین مقدار شوری خاک در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر، در آبیاری با تیمار I_2S_3 رخ داد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها به جز آبیاری با تیمارهای I_1S_2 و I_1S_3 داشت. بررسی روند تغییرات شوری خاک با شوری آب آبیاری نشان داد که در تمام مقادیر آب آبیاری، شوری خاک با رسیدن هدایت الکتریکی آب به ۸ دسی زیمنس بر متر در حد معنی‌داری افزایش یافت. همچنین شوری خاک با زیاد شدن هدایت الکتریکی آب آبیاری از ۸ به ۱۲ دسی زیمنس بر متر افزایش نسبی داشت، بطوری که مقدار آن در آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه معنی‌دار بود. ولی بررسی روند تغییرات شوری خاک با میزان آب آبیاری حاکی از عدم تاثیر معنی‌دار میزان آب آبیاری بر مقدار املاح محلول خاک به جز بین آبیاری ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه در شوری آب معادل ۱۲ دسی زیمنس بر متر برای عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر بود.

در عمق ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متری خاک، آبیاری با تیمار I_1S_3 موجب ایجاد بیشترین شوری خاک شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت . بررسی روند تغییرات شوری خاک در این عمق با شوری آب آبیاری نشان داد که در تمام مقادیر آب آبیاری، افزایش شوری خاک با رسیدن هدایت الکتریکی آب به ۸ دسی زیمنس بر متر قابل ملاحظه نبود، ولی شوری خاک با زیاد شدن هدایت الکتریکی آب از ۸ به ۱۲ دسی زیمنس بر متر افزایش معنی‌داری داشت. تاثیر میزان آب آبیاری بر مقدار املاح محلول خاک در عمق ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر، فقط بین آبیاری ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه در شوری آب معادل ۸ دسی زیمنس بر متر و بین آبیاری ۱۰۰ درصد با ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه در شوری آب معادل ۱۲ دسی زیمنس بر متر معنی‌دار بود.

شوری خاک در عمق ۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متری، در آبیاری با تیمار I_1S_3 حداکثر مقدار بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. روند تغییرات شوری خاک با شوری آب آبیاری مشابه عمق ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر بود، بطوری که

شوری خاک با رسیدن هدایت الکتریکی آب به ۸ دسی زیمنس بر متر افزایش معنی‌داری نداشت.

جدول ۳. مقدار تبخیر- تعرق تجمعی گیاه در تیمارهای مورد آزمایش

تیمار	تبخیر- تعرق (میلی‌متر در لایسیمتر)
I_1S_1	۱۳۲۹/٦
I_1S_2	۱۰۷٦/۱
I_1S_3	۸٦٦/۰
I_2S_1	۱۱۹٦/۰
I_2S_2	۱۰۳٤/۲
I_2S_3	۷۸٤/۸
I_3S_1	۱۰۲۸/۹
I_3S_2	۸۸۹/٤
I_3S_3	۷۵۲/۹

جدول ٤. مقایسه میانگین شوری اعماق مختلف خاک در تیمارهای مورد آزمایش*

تیمار	صفر تا ۲۵ سانتی‌متر	۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر	۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر	صفر تا ۷۵ سانتی‌متر
I_1S_1	۸/٦ ^{de}	۷/۷ ^{cd}	٦/٤ ^{cd}	۷/٦ ^{d}
I_1S_2	۱٤/۵ ^{abc}	۹/٦ ^{bc}	۸/۲ ^{bc}	۱۰/۸ ^{bc}
I_1S_3	۱٦/۰ ^{ab}	۱۳/۰ ^{a}	۱۲/۸ ^{a}	۱۳/۹ ^{a}
I_2S_1	۸/۱ ^{e}	۷/۳ ^{cd}	۵/۲ ^{d}	٦/۹ ^{d}
I_2S_2	۱۱/٦ ^{cd}	۷/۳ ^{cd}	٦/۲ ^{cd}	۸/٤ ^{cd}
I_2S_3	۱۷/۹ ^{a}	۱۰/٤ ^{b}	۹/۹ ^{b}	۱۲/۷ ^{ab}
I_3S_1	۷/۲ ^{e}	٦/٦ ^{d}	۵/۰ ^{d}	٦/٤ ^{d}
I_3S_2	۱۱/۹ ^{cd}	٦/۸ ^{d}	۵/۱ ^{d}	۷/۹ ^{d}
I_3S_3	۱٤/۲ ^{bc}	۹/۸ ^{bc}	۹/٤ ^{b}	۱۱/۱ ^{b}

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ولی در تمام مقادیر آب آبیاری، شوری خاک با زیاد شدن هدایت الکتریکی آب از ۸ به ۱۲ دسی زیمنس بر متر در حد معنی‌داری افزایش یافت. تاثیر میزان آب آبیاری بر مقدار املاح محلول خاک نیز مشابه عمق ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر بود.

مقادیر میانگین کل شوری خاک در عمق صفر تا ۷۵ سانتی‌متر نیز در جدول ٤ ارائه شده است. بیشترین شوری خاک با ۱۳/۹ دسی زیمنس بر متر در آبیاری با تیمار I_1S_3 رخ داد که ۲/۱۷ برابر مقدار شوری خاک در تیمار I_3S_1 بود. همانطور که مشاهده می‌شود میزان شوری خاک رابطه مستقیم و معنی‌داری با هدایت الکتریکی آب آبیاری دارد، بطوری که شوری خاک در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی زیمنس بر متر ۱/۷۳ تا ۱/۸٤ برابر مقدار آن در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی زیمنس بر متر برای مقادیر مختلف آب آبیاری بود. این مساله به دلیل بیشتر شدن مقدار املاح محلول در آب آبیاری با افزایش هدایت الکتریکی آن می‌باشد. این روند تغییرات شوری خاک با نتایج سایر تحقیقات انجام شده مطابقت دارد (آقاخانی و همکاران، ۱۳۸۵؛ منصوری

و همکاران، ۱۳۸۵؛ صالحی و همکاران، ۱۳۹۰؛ کمالی و همکاران، ۱۳۹۰).

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 به رغم لحاظ شدن نیاز آبشویی، املاح بیشتری به خاک وارد شدند. این موضوع با توجه به عدم وجود زه‌آب در تیمارهای آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه، نشان می‌دهد که هنگام کم آبیاری، آب داده شده برای شستشوی املاح خاک در واقع صرف تبخیر- تعرق گیاه رسیده، بخشی از نیاز آبی آن را جبران می‌نماید. ادامه روند صعودی شوری خاک در تیمارهای آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه نسبت به آبیاری ۸۵ درصد برای تمام سطوح شوری آب آبیاری به رغم وجود زه‌آب در تیمارهای مذکور، نیز بیانگر کافی نبودن آب اضافی داده شده برای شستشوی نمک‌های موجود در خاک می‌باشد. در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر، اختلاف معنی‌داری در مقدار شوری خاک بین آبیاری به میزان ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه وجود داشت. صالحی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با بررسی اثرات استفاده از مقادیر مختلف آب آبیاری با شورهای متفاوت گزارش نمودند که هنگام کم آبیاری، میزان شوری خاک با افزایش حجم آب آبیاری بیشتر گردید. اهمیت این رخداد در آن است که نمک‌ها بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر دارند. این شرایط به نوبه خود بر خاک به عنوان محیط رشد گیاه اثر می‌گذارد، زیرا که رشد گیاه بطور مستقیم به میزان غلظت املاح محلول واسیدیته (pH) خاک بستگی دارد (کمالی و همکاران، ۱۳۹۰).

در این تحقیق، تمام نهال‌های خرما در انتهای آزمایش زنده و سبز بودند. سبز ماندن نهال‌های خرما حتی هنگامی که آبیاری با آب شور دارای هدایت الکتریکی ۱۲ دسی زیمنس بر متر به میزان ۳۰ درصد کمتر از درصد نیاز آبی گیاه (تیمار I_3S_3) انجام شد، می‌تواند دلالت بر متحمل بودن نهال‌های خرمای رقم برحی نسبت به کم آبیاری و شوری آب و خاک داشته باشد. این یافته با نتایج برخی تحقیقات انجام شده مطابقت دارد. نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی در آبیاری با آب شور دارای هدایت الکتریکی ۹ دسی زیمنس بر متر (ولی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱) و در خاک با شوری ۱٤/۲ دسی زیمنس بر متر (تیشه‌زن و همکاران، ۱۳۹۲) نیز زنده ماندند. اما میزان سبز ماندن نهال‌های خرمای رقم رتی در خاکی با شوری ۹ دسی زیمنس بر متر در کشور هند، فقط ۵۰ درصد اعلام گردید (Ramoilya and Pandey, 2003). علت این اختلاف نتایج را می‌توان در متفاوت بودن میزان تحمل ارقام مختلف خرما به تنش آبی و شوری دانست.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی نهال‌های خرما، تاثیر تیمارهای میزان آب آبیاری فقط بر طول برگ معنی‌دار بود، در حالی که در مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن، علاوه بر طول برگ، تعداد برگ نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات رویشی نهال‌ها با آزمون دانکن نشان داد که تاثیر تیمارهای شوری آب آبیاری بر تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه و محیط تنه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. تجزیه واریانس صفات رویشی برای اثرات متقابل میزان آبیاری و شوری آب نیز بر تعداد برگ، طول برگ و محیط تنه معنی‌دار شد، در حالی که بر اساس مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن تمام صفات رویشی به جز کلروفیل برگ و عرض برگچه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جداول ۵ و ٦).

بیشترین تعداد برگ و برگچه در آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی زیمنس بر متر به میزان ۱۰۰ و ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه تشکیل شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت.

جدول ۵. اثرات متقابل میزان آب آبیاری و شوری آب بر صفات برگ نهال‌های خرما *

تیمار	تعداد برگ	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)	کلروفیل برگ
I_1S_1	٤/٧ ^{a}	٤٠/٠ ^{a}	٣٧/٨ ^{a}	٦٩/٦ ^{a}
I_1S_2	٢/٧ ^{bc}	٣٨/٣ ^{ab}	٣٤/٠ ^{ab}	٦٨/٨ ^{a}
I_1S_3	٢/٣ ^{bcd}	٢٤/٥ ^{de}	٣١/١ ^{abc}	٦٤/٦ ^{a}
I_2S_1	٤/٧ ^{a}	٣٧/٥ ^{ab}	٣٤/٧ ^{ab}	٦٨/٩ ^{a}
I_2S_2	٣/٠ ^{b}	٣٤/٤ ^{abc}	٣٣/٥ ^{abc}	٦٧/٩ ^{a}
I_2S_3	١/٧ ^{cd}	٢٠/٧ ^{e}	٢٦/٨ ^{bc}	٦٤/٢ ^{a}
I_3S_1	٣/٠ ^{b}	٢٨/٤ ^{cd}	٣٣/٨ ^{ab}	٥٨/٩ ^{a}
I_3S_2	٢/٣ ^{bcd}	٣٢/٥ ^{bc}	٣٣/١ ^{abc}	٥٨/٩ ^{a}
I_3S_3	١/٣ ^{d}	١٨/٨ ^{e}	٢٥/٨ ^{c}	٥٤/٦ ^{a}

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ٦. اثرات متقابل میزان آب آبیاری و شوری آب بر صفات برگچه و محیط تنه نهال‌های خرما *

تیمار	تعداد برگچه	طول برگچه (سانتی‌متر)	عرض برگچه (سانتی‌متر)	محیط تنه (سانتی‌متر)
I_1S_1	١٥٥/٣ ^{a}	٢٢/٩ ^{a}	١/٦٠ ^{a}	٩/٠ ^{a}
I_1S_2	٧٧/٧ ^{bc}	٢١/٧ ^{ab}	١/٧٠ ^{a}	٧/١ ^{bc}
I_1S_3	٦٢/٧ ^{cd}	٢٠/٣ ^{ab}	١/٦٨ ^{a}	٥/٦ ^{cd}
I_2S_1	١٤١/٠ ^{a}	٢١/٩ ^{ab}	١/٥٣ ^{a}	٧/٥ ^{ab}
I_2S_2	٧١/٠ ^{bc}	٢١/٦ ^{ab}	١/٦٨ ^{a}	٥/٧ ^{bcd}
I_2S_3	٤٥/٣ ^{de}	١٧/٥ ^{ab}	١/٦٢ ^{a}	٤/٨ ^{d}
I_3S_1	٨٧/٠ ^{b}	١٨/٤ ^{ab}	١/٤٤ ^{a}	٦/٩ ^{bc}
I_3S_2	٦٦/٠ ^{c}	١٩/٩ ^{ab}	١/٤٩ ^{a}	٤/٠ ^{d}
I_3S_3	٣٦/٣ ^{e}	١٥/٣ ^{b}	١/٤٥ ^{a}	٥/٠ ^{d}

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

آبیاری با تیمار I_3S_3 منجر به تشکیل کمترین تعداد برگ و برگچه شد. حداکثر و حداقل مقادیر طول برگ، عرض برگ و کلروفیل برگ و طول برگچه به ترتیب در آبیاری با تیمارهای I_1S_1 و I_3S_3 رخ داد که به جز در کلروفیل برگ، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. بیشترین عرض برگچه در آبیاری با تیمار I_1S_2 و کمترین عرض برگچه در تیمار I_1S_3 ایجاد گردید. بیشترین و کمترین محیط تنه نیز به ترتیب در تیمارهای I_1S_1 و I_3S_2 رخ داد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

هنگام آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی زیمنس بر متر، بین مقادیر آبیاری ۱۰۰ و ۸۵ درصد با آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه اختلاف معنی‌داری در تعداد و طول برگ وجود داشت. ارزیابی اثرات آبیاری پاجوش‌های خرمای رقم مضافتی در مرحله رشد رویشی با مقادیر مختلف آب دارای هدایت الکتریکی ۲ دسی زیمنس بر متر نیز حاکی از اثر معنی‌دار میزان آب مصرفی بر تعداد برگ بود (غفاری نژاد، ۱۳۸۰). میزان آب آبیاری برای شوری ۲/۳ و ۸ دسی زیمنس بر متر، بین مقادیر ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه

اثرمعنی‌داری بر محیط تنه داشت. اما میزان آب آبیاری در تمام سطوح شوری اثر معنی‌داری بر عرض برگ، کلروفیل برگ، طول برگچه و عرض برگچه نداشت. بهترین رشد رویشی پاجوش‌های خرمای رقم مضافتی در آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A گزارش شده است (غفاری نژاد و همکاران، ۱۳۸٤).

اختلاف بین تمام سطوح شوری آب در آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه برای تعداد برگ معنی‌دار بود، ولی در آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بین آب دارای شوری ۲/۳ دسی زیمنس بر متر با شوری ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر و در آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بین آب دارای شوری ۲/۳ دسی زیمنس بر متر و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری وجود داشت. Alhammadi و Edward (۲۰۰۹) با ارزیابی اثرات شوری آب آبیاری بر رشد نهال‌های ۱۲ رقم خرما از کشور امارات متحده عربی دریافتند که با رسیدن شوری آب از ۳۰۰۰ به ٦۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، تعداد برگ نهال‌ها در حد معنی‌داری کاهش داشت و تفاوت پاسخ ارقام مختلف نیز نسبت به شوری آب آبیاری معنی‌دار بود.

در مورد طول برگ، اختلاف بین شوری آب معادل ۲/۳ و ۸ دسی زیمنس بر متر با شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر در تمام مقادیر آب آبیاری معنی‌دار بود. بین شوری آب معادل ۲/۳ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر در آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه برای عرض برگ اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اختلاف میزان افزایش محیط تنه بین شوری آب معادل ۲/۳ دسی زیمنس بر متر با شوری ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر برای آبیاری با مقادیر ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه و بین شوری آب معادل ۲/۳ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر برای آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه نیز معنی‌دار بود. شوری آب در تمام سطوح میزان آبیاری اثر معنی‌داری بر کلروفیل برگ، طول برگچه و عرض برگچه نداشت. بر اساس مطالعه Hussein و همکاران (۱۹۹۳)، آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۱ دسی زیمنس بر متر و بیشتر، موجب کاهش معنی‌داری در رشد برگ نهال‌های دو رقم خرما شد، هر چند که پاسخ دو رقم نسبت به شوری آب یکسان نبود. همچنین در مطالعه دیگری، ارزیابی اثرات تنش شوری بر وضعیت رشد نهال‌های سه رقم خرما نشان داد که شوری ٤۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باعث افزایش معنی‌دار صفات رویشی ولی شوری‌های ۸۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر موجب کاهش معنی‌دار این صفات گردید (El-Sharabasy *et al*, 2008). چگونگی پاسخ گیاه به تنش شوری به عواملی نظیر قابلیت دسترسی، جذب و انتقال عناصر غذایی در داخل گیاه ارتباط دارد. البته گیاهان معمولا در مرحله جوانه زنی و اولیه رشد نسبت به سایر مراحل رشد به شوری حساسترند (کافی و همکاران، ۱۳۸۹).

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین رشد رویشی نهال‌های خرمای رقم برحی در آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی زیمنس بر متر حاصل شد. اما در این کیفیت آب آبیاری، اختلاف معنی‌داری بین آبیاری به میزان ۱۰۰ و ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه در تمام صفات رویشی وجود نداشت. بنابراین می‌توان از آب دارای هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی زیمنس بر متر به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی برای آبیاری نهال‌های خرمای رقم برحی نیز استفاده نمود. همچنین به رغم سبز ماندن تمام نهال‌های خرما حتی در آبیاری با آب دارای شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر که حاکی از متحمل بودن این گیاه به شوری آب و خاک است، برخی صفات رویشی نهال‌های خرما نظیر تعداد برگ و برگچه و محیط تنه هنگام استفاده از آب با شوری ۸ دسی زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری داشت. انجام این آزمایش در سال‌های دوم به بعد از کشت نهال‌های خرمای رقم برحی به عنوان مطالعات تکمیلی پیشنهاد می‌گردد.

فهرست منابع

آقاخانی، ع.، مصطفی‌زاده، ب.، حیدرپور، م. و منصوری، ح. ۱۳۸۵. تاثیر شوری آب آبیاری و میزان آبشویی بر کیفیت و کمیت زه‌آب. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان: ۱۲۳-۱۲۹.

تیشه‌زن، پ.، ناصری، ع.، حسن اقلی، ع. و مسگرباشی، م. ۱۳۹۲. بررسی لایسیمتری موازنه آب و نمک ناحیه ریشه نهال خرما در مدیریت‌های مختلف زراعی. مجله پژوهش آب ایران، شماره دوازدهم: ۲۰۳-۲۱۲.

حیدری، ن. ۱۳۸۸. برنامه راهبردی بهبود بهره‌وری آب کشاورزی. کرج: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

رستگار، ح. و زرگری، ح. ۱۳۹۰. اثرات تنش رطوبتی بر عملکرد کمی و کیفی خرمای شاهانی. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان: ۱۶۰۸-۱۶۱۰.

سپاسخواه، ع.، توکلی، ع. و ف. موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

شرکت مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۹٤. آخرین وضعیت بارندگی و سدهای کشور. http://www.wrm.ir/#Info.

صادقیان مطهر، ی.، مظفری، ج.، دهقانی شورکی، ی.، احمدی، م.، خاکسار، ک.، مرعشی، س.، خزائی، ف.، زرگری، ح.، تراهی، ع.، خادمی، ر. و حاجیان، س. ۱۳۸۷. دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری در خرما. کرج: مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال.

صالحی، م.، کافی، م. و کیانی، ع. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری و کم آبی بر تولید زیست توده کوشیا (*Kochia scoparie*) و روند شوری خاک. مجله به زراعی نهال و بذر، جلد ۲-۲۷ (٤): ٤۱۷-٤۳۳.

علی‌حوری، م. و تیشه‌زن، پ. ۱۳۹۰. زیر برنامه آبیاری/ برنامه راهبردی بخش خرما در کشور. اهواز: انتشارات کردگار.

علیزاده، ا. ۱۳۸۹. طراحی سیستم‌های آبیاری: طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار. مشهد: دانشگاه امام رضا (ع).

غفاری نژاد، ع. ۱۳۸۰. طرح تعیین بهترین دور و عمق آبیاری نخل مضافتی به روش قطره‌ای. بم: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان.

غفاری نژاد، ع.، سرحدی، ج. و صباح، ا. ۱۳۸٤. مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری در باغ‌های تازه احداث خرما. اولین جشنواره و همایش بین المللی خرما، بندرعباس: ۳٦-۳۷.

فتحی، پ. و سلطانی، م. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی کارآیی مصرف آب و عملکرد سیب زمینی با استفاده از تئوری آنالیز حاشیه‌ای. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۲): ۸۵-۹۳.

فرزام نیا، م. و راوری، ذ. ۱۳۸٤. تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب خرمای مضافتی در بم. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۸، شماره ۱: ۷۹-۸٦.

کافی، م.، صالحی، م. و ح. عشقی زاده. ۱۳۸۹. کشاورزی شورزیست: راهبردهای مدیریت گیاه، آب و خاک. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.

کمالی، ا.، شاه محمدی حیدری، ز.، حیدری، م. و فیضی، م. ۱۳۹۰. اثر شوری آب آبیاری و آبشویی بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد گلرنگ در منطقه اصفهان. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ٤۲ (۱): ٦۳-۷۰.

محبی، ع. و علی‌حوری، م. ۱۳۹۲. اثر عمق و روش آبیاری بر میزان بهره‌وری، عملکرد و صفات رویشی نخل پیارم. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۲۷، شماره ٤: ٤٥٥-٤٦٤.

منصوری، ح.، مصطفی‌زاده، ب.، موسوی، ف. و فیضی، م. ۱۳۸۵. تاثیر آبشویی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گندم در شرایط شوری آب و خاک. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان: ۷۳-۸۰.

نوشادی، م.، فهندژ سعدی، س. و شهرکی مجاهد، ر. ۱۳۹۲. تعیین اثر شوری و شیوه‌های مدیریتی آبیاری در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر گیاه گوجه فرنگی. چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز: ٤٦٥-٤٧٢.

ولی‌زاده، م.، تیشه‌زن، پ. و برومندنسب، س. ۱۳۹۱. بررسی اثر آبیاری با آب شور بر رشد نهال‌های خرما (ارقام برحی و دیری). اولین همایش ملی خرما و امنیت غذایی، اهواز، ۱۱۲-۱۱٦.

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.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and M. Smith. 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. Proceeding of the Fourth International Date Palm Conference, Abu Dhabi, United Arab Emirates: 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.

El-Sharabesy, S.F., Wanas, W.H. and Al-Kerdany, A.Y. 2008. Effect of salinity stress on some date palm cultivars during proliferation stage in vitro. Arab. Journal Biotech. 11(2): 273-280.

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.

Hussain, G., Makki, Y., Helweg, O. and Alvarado, W. 1986. The effects of palm leaf mulch to conserve soil moisture. Proceedings of the Second Symposium on the Date Palm, Saudi Arabia: 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: 299-304.

Latif, M., Nabi, G. And Anwar, S. 2008. Pathogens studies on the success rate of date palm and eucalyptus on saline soil and using saline water. Pakistan Journal of Life and Social Sciences, 6(1): 37-41.

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

Qadir, M. and Oster, J.D. 2004. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. Science of the Total Environment, 232: 1-19.

Qureshi, R.H., Nawaz, S. and Mahmood, T. 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.

Sperling, O., Lazarovitch, N., Schwartz, A. and Shapira, O. 2014. Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). Environmental and Experimental Botany, 99: 100–109.

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.

ISSN 2251-7480

Effect of deficit irrigation and water salinity on soil salinity distribution and date plants vegetative growth

Majid Alihouri[1*], Abd Ali Naseri[2], Saeed Boroomand-Nasab[3] and Alireza Kiani[4]

1[*]) PhD Student, Water Sciences Engineering Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
[*]Corresponding author email: alihouri_m@hotmail.com
2) Professor, Irrigation and Drainage Department, Water Sciences Engineering Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3) Professor, Irrigation and Drainage Department, Water Sciences Engineering Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4) Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

Received: 14-11-2014 Accepted: 28-05-2015

Abstract

Deficit irrigation and suitable usage of saline water resources is such as optimization ways in water consumption and increasing water productivity. This experiment was carried out in factorial method based on randomized complete design with three replications for investigation of deficit irrigation and water salinity effects on Barhee date palm juvenile plants vegetative growth. The treatments were three irrigation depths of 100%, 85% and 70% water requirement and three irrigation water salinities of 2.3, 8 and 12 dS/m. The plant water requirement was determined based on soil moisture deficiency. Soil salinity was measured with sampling from soil different depths. The results showed soil salinity had a direct and significant connection with irrigation water salinity. The soil salinity in irrigation water salinity of 12 dS/m was 1.73–1.84 times greater than water salinity of 2.3 dS/m. The soil salinity was reduced with increasing soil depth. The irrigation depth had significant effect on leaf number, leaf length and leaflet number, while irrigation water salinity had significant effect on leaf number, leaf length, leaf width, leaflet number and truck perimeter. Interaction of irrigation depth and irrigation water salinity had significantly effects on all vegetative characteristics except leaf chlorophyll and leaflet width. Increasing growth characteristics of I_1S_1 treatment were 1.3-3.6 times greater than I_3S_3 treatment. The highest Barhee date palm juvenile plants vegetative growth obtained from I_1S_1 treatment that was on significant with I_2S_1 treatment.

Keywords: date palm; irrigation; mulch; water salinity